

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1	จำนวน ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง คลื่นกล		
หัวข้อเรื่อง คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น		

1. สารระที่

สารระที่ 5 พลังงาน

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. สารสำคัญ

คลื่น เป็นปรากฏการณ์การส่งผ่านพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปยังอีกที่หนึ่งถ้าการส่งผ่านพลังงานนั้น จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางโดยตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นด้วยเราเรียกว่า คลื่นกล แต่ถ้าการส่งผ่านพลังงานนั้น ไม่ต้องอาศัยตัวกลางจะเรียกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นผิวหน้าเกิดจากผิวหน้าถูกรบกวน เช่น มีวัตถุตกกระทบผิวน้ำทำให้มีคลื่นผิวน้ำแผ่กระจายออกจากแหล่งกำเนิด ตำแหน่งสูงสุดของคลื่นผิวน้ำเรียกว่า สันคลื่น ตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นผิวน้ำเรียกว่า ท้องคลื่น การเคลื่อนที่ของคลื่นมีลักษณะเป็นรอบ สามารถกำหนดตำแหน่งของคลื่นโดย เฟส และเราสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์คลื่นตามที่กำหนดได้ โดยใช้สมการ $v = f\lambda$ ลักษณะของคลื่นผิวน้ำที่เคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ คลื่นดล และ คลื่นต่อเนื่อง โดยคลื่นดล เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นเพียง 1 หรือ 2 ครั้ง ทำให้เกิดคลื่นเพียง 1 หรือ 2 ลูก ส่วนคลื่นต่อเนื่อง เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นสั่นเป็นจังหวะต่อเนื่องกันทำให้เกิดคลื่นหลายๆลูก(มากกว่า 2 ลูก) ติดต่อกันไป

คลื่นตั้งแต่ 2 คลื่นขึ้นไป เคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการรวมกันได้ของคลื่นทำให้ได้รูปร่างของคลื่นใหม่ที่ต่างไปจากคลื่นเดิม เรียกว่า การซ้อนทับของคลื่น

4. ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย วิเคราะห์และคำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคลื่นกล คลื่นน้ำ และการซ้อนทับของคลื่นได้

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

5.1 ด้านความรู้

- 1) บอกความหมายของคลื่นได้
- 2) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับคลื่นได้

5.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 1) สามารถสืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ เก็บข้อมูล คํานวณหาค่าเกี่ยวกับคลื่นได้

5.3 ด้านคุณธรรมเจตคติ

- 1) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และเรื่องคลื่นกล
- 2) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

6. สารการเรียนรู้

- 6.1 คลื่นกล
- 6.2 คลื่นผิวหน้า
- 6.3 การซ้อนทับของคลื่น

7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 7.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 7.2 ความสามารถในการคิด
- 7.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 7.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 7.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

8. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 8.1 ใฝ่เรียนรู้
- 8.2 อยู่อย่างพอเพียง
- 8.3 มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ

9. ชิ้นงาน /ภาระงาน

- 9.1 ทำแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
- 9.2 ให้นักเรียนบันทึกความคิดเห็นในใบงานที่ 1.1
- 9.3 สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ที่ 1 เรื่อง คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น พร้อมกับทำใบงาน 1.2
- 9.4 สืบค้น และแก้ปัญหา ในใบงาน 1.3
- 9.5 ทำแบบฝึกทักษะ 1
- 9.6 รายงานผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการคลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่นจากใบความรู้ที่ 1
- 9.7 เขียน Concept mapping เกี่ยวกับคลื่นกล คลื่นผิวหน้าและการซ้อนทับของคลื่นในใบกิจกรรม 1
- 9.8 สรุปเนื้อหาสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก
- 9.9 ให้นักเรียนถอดบทเรียนเรื่อง การคลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่นโดยยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในแบบถอดบทเรียน

10. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ ”
- 1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร” (ทั้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 1.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นวิทยุ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 1.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น จากใบความรู้ 1 พร้อมกับใบงาน 1.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น เพื่อให้ นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น จากใบความรู้ 1

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 1.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 1

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 1

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 1 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

11. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 1.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 1	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 1	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 1.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 1.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 1	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมิน

12. การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 1.1 – 1.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 1 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 1	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 1	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

13. กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

6. ความยาวคลื่นของคลื่นขบวนนี้

ก. 16 เมตร

ข. 12 เมตร

ค. 8 เมตร

ง. 4 เมตร

7. แอมพลิจูดของคลื่นขบวนนี้

ก. 4 cm

ข. 8 cm

ค. 12 cm

ง. 16 cm

8. ถ้าคลื่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 280 m/s จงหาความถี่ของคลื่น

ก. 20 Hz

ข. 25 Hz

ค. 30 Hz

ง. 35 Hz

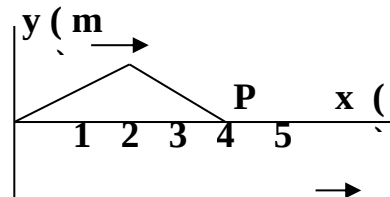
9. คลื่นกลรูปสามเหลี่ยมเคลื่อนที่ไปทางขวาดังรูป พบว่าอนุภาคตัวกลาง P จะเคลื่อนที่ได้สูงสุดครั้งแรกในเวลา 0.04 วินาที ความเร็วของคลื่นกลนี้คือ

ก. 50 m/s

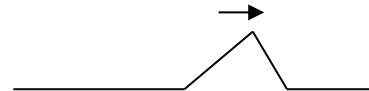
ข. 40 m/s

ค. 30 m/s

ง. 20 m/s



10. รูปต่อไปนี้แสดงลักษณะของคลื่นที่เคลื่อนที่ไปทางขวา

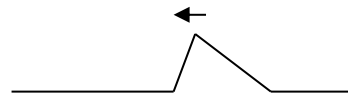


คลื่นในข้อใดต่อไปนี้ที่สามารถหักล้างคลื่นนี้ ในขณะใดขณะหนึ่งได้หมดพอดี

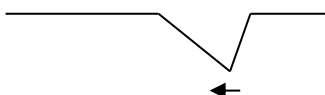
ก.



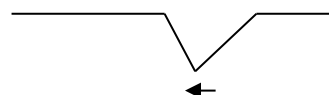
ข.



ค.



ง.



รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1
--	--	--

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ข
3	ค
4	ข
5	ค
6	ค
7	ก
8	ง
9	ก
10	ง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 1	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 1
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น		

คลื่นกล

คลื่น (Wave) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรบกวนแหล่งกำเนิด หรือตัวกลาง การสั่นสะท้อน ทำให้มีการแผ่หรือถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นสะท้อนไปยังจุดอื่นๆ โดยที่ตัวกลางนั้นไม่มีการเคลื่อนที่ไปกับคลื่น เช่น การวางเศษไม้ หรือวัสดุที่ลอยน้ำได้ลงบนผิวน้ำ แล้วโยนก้อนหิน หรือตีน้ำทำให้เกิดคลื่น จะสังเกตเห็นเศษไม้ หรือวัสดุจะกระเพื่อมขึ้นลงอยู่กับที่ แต่จะไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น แสดงให้เห็นว่า การเกิดคลื่นเป็นการถ่ายโอนพลังงานโดยผ่านโมเลกุลของน้ำ ซึ่งโมเลกุลของน้ำ (ตัวกลาง) จะไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น

การจำแนกคลื่นตามความจำเป็นของการใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ คลื่นกล จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะคลื่นกล สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะได้ศึกษาในระดับสูงขึ้น

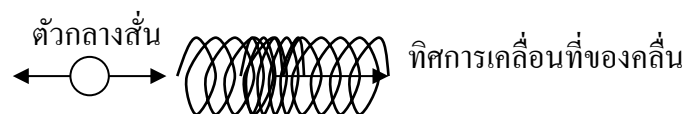
คลื่นกล เป็นคลื่นที่เกิดจากสั่นสะท้อนของแหล่งกำเนิด และมีการถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นบนเส้นเชือก คลื่นผิวน้ำ คลื่นเสียง ฯ

การจำแนกคลื่นโดยพิจารณาทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่กับทิศการสั่นของอนุภาคของตัวกลาง แบ่งคลื่นออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. คลื่นตามขวาง เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นบนเส้นเชือก คลื่นผิวน้ำ ฯ



2. คลื่นตามยาว เป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นที่เกิดการอัดปลายลวดสปริง คลื่นเสียง ฯ

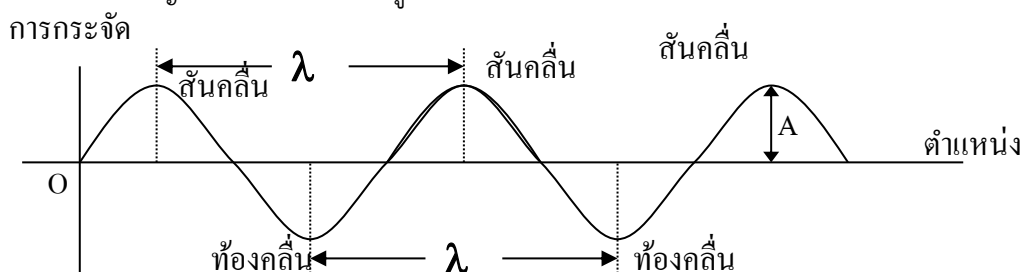


ส่วนประกอบของคลื่น

เมื่อพิจารณาลักษณะของคลื่นผิวน้ำหรือคลื่นบนเส้นเชือกอย่างต่อเนื่องที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่นอย่างสม่ำเสมอ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งตำแหน่งต่างๆของตัวกลาง(ผิวน้ำหรือเส้นเชือก) จะขยับขึ้นลงจากปกติ หรือเรียกว่าแนวสมดุลเดิมถึงตำแหน่งนั้น เรียกว่า **การกระจัด(Displacement)** (การกระจัด ณ ตำแหน่งใดๆบนคลื่นหาได้จากความยาวของเส้นตั้งฉากจากระดับปกติถึงตำแหน่งนั้นๆ)

- การกระจัดมีค่าเป็น(+)สำหรับตำแหน่งที่สูงกว่าระดับปกติ
- การกระจัดมีค่าเป็น(-)สำหรับตำแหน่งที่ต่ำกว่าระดับปกติ

ส่วนประกอบที่สำคัญของคลื่นต่อเนื่องดังรูป



1. **สันคลื่น** คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดบวกมากที่สุดเหนือระดับปกติหรือตำแหน่งสูงสุดของคลื่น
2. **ท้องคลื่น** คือ ตำแหน่งที่มีการกระจัดลบมากที่สุดต่ำกว่าระดับปกติหรือตำแหน่งต่ำสุดของคลื่น
3. **แอมพลิจูด (A)** คือ การกระจัดสูงสุดของคลื่นจากระดับปกติหรือระดับสูงสุดของคลื่น หรือ ความสูงของท้องคลื่นจากระดับปกติ

ค่าของแอมพลิจูดจะบอกค่าของพลังงาน คือ แอมพลิจูดมากพลังงานของคลื่นมาก แอมพลิจูดน้อย พลังงานของคลื่นจะน้อย

4. **ความยาวคลื่น (λ)** คือความยาวของคลื่น 1 ลูกคลื่น หรือเป็นระยะห่างจากสันคลื่นถึงสันคลื่นติดกัน

5. **คาบ (T)** คือ เวลาที่จุดใดจุดบนตัวกลางสั่นครบ 1 รอบ หรือเป็นเวลาที่เกิดคลื่น 1 ลูก หรือ เวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ไปไกล 1 ลูกคลื่น คาบมีหน่วยเป็น วินาที(s)

6. **ความถี่ (f)** คือ จำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 หน่วยเวลา หรือจำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่ในเวลา 1 หน่วย หรือจำนวนรอบที่อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ได้ใน 1 หน่วยเวลา และความถี่ของคลื่นจะมีค่าเท่ากับความเร็วของการสั่นของแหล่งกำเนิด หมายความว่าแหล่งกำเนิด 1 รอบจะเกิดคลื่น 1 ลูกคลื่น ความถี่มีความเป็น ลูกคลื่นต่อวินาที, รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ Hertz (Hz)

ความสัมพันธ์ระหว่างคาบ(T) และความถี่(f)

จากนิยามคาบและความถี่

ในเวลา T วินาที คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งได้ 1 ลูกคลื่น

ในเวลา 1 วินาที คลื่นเคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งได้ $1/T$ ลูกคลื่น

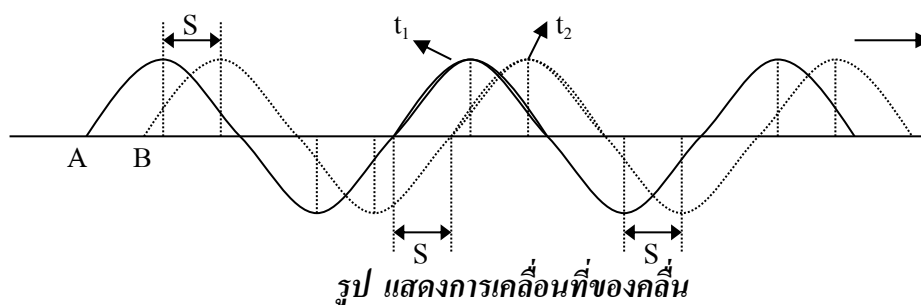
เนื่องจากจำนวนลูกคลื่นที่เกิดขึ้นใน 1 วินาที คือความถี่(f)

ดังนั้น

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{หรือ} \quad T = \frac{1}{f}$$

อัตราเร็วของคลื่น

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นถ่ายทอดพลังงานให้แก่ตัวกลางทำให้เกิดคลื่นขึ้น คลื่นจะเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยอัตราเร็วคงที่เมื่อไม่มีการเปลี่ยนตัวกลางดังรูป



รูป แสดงการเคลื่อนที่ของคลื่น

จากรูป ณ เวลา t_1 คลื่นต่อเนื่องอยู่ ณ ตำแหน่ง A เมื่อเวลาผ่านไป t_2 คลื่นเคลื่อนที่ไปทางขวามืออยู่ ณ ตำแหน่ง B เป็นระยะทาง S

ดังนั้นเราสามารถหาอัตราเร็ว (v) ของคลื่นได้จาก

$$\text{อัตราเร็ว (v)} = \frac{\text{ระยะทาง (S)}}{\text{เวลา (} t_2 - t_1 \text{)}}$$

$$\text{หรือ } v = \frac{S}{t} \quad \text{เมื่อ } t = t_2 - t_1$$

เนื่องจากอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางเดียวกันมีค่าคงที่ถ้าพิจารณาคลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 ลูกคลื่นพอดี ได้
ว่า $S = \lambda$, $t = T$

$$\begin{aligned} \text{จาก } v &= \frac{S}{t} \\ \text{ดังนั้น } v &= \frac{\lambda}{T} \\ \text{หรือ } v &= f\lambda \end{aligned}$$

ตัวอย่าง 1 แหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำสั่นด้วยความถี่ 20 รอบ/วินาที และพบว่าสันคลื่นน้ำ 5 สันติดต่อกัน
ห่างกัน 20 ซม. จงหาอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ

วิเคราะห์โจทย์ 1. ความถี่ของคลื่นผิวน้ำ = ความถี่ของแหล่งกำเนิด = 20 Hz
2. สันคลื่น 5 สันติดกัน = 4λ $\therefore 4\lambda = 20 \text{ cm}$
นั่นคือ $\lambda = 5 \text{ cm}$

วิธีทำ ต้องการหา v
จากสมการ $v = f\lambda$
 $= 20 \times 5$
 $= 100 \text{ cm/s}$
หรือ $v = 1 \text{ m/s}$
ดังนั้นอัตราเร็วของคลื่นน้ำ 1 เมตร/วินาที **ตอบ**

ตัวอย่าง 2 แหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำจะต้องสั่นด้วยความถี่เท่าไรจึงทำให้เกิดคลื่นน้ำเคลื่อนที่ได้ 40 เมตร
ในเวลา 5 วินาที และมีระยะห่างของสันคลื่นจากสันคลื่นที่ 1 ถึงสันที่ 5 เท่ากับ 2 เมตร

วิเคราะห์โจทย์ 1. คลื่นน้ำเคลื่อนที่ได้ 40 เมตร ในเวลา 5 วินาที
แสดงว่ามีอัตราเร็ว $v = \frac{S}{t} = \frac{40}{5} = 8 \text{ m/s}$
2. สันคลื่นที่ 1 ถึงสันคลื่นที่ 5 = 4λ $\therefore 4\lambda = 2 \text{ m}$
นั่นคือ $\lambda = 0.5 \text{ m}$

วิธีทำ ต้องการหาความถี่ f
จากสมการ $v = f\lambda$
 $8 = f \times 0.5$
 $f = 16 \text{ Hz}$
เนื่องจากความถี่ของแหล่งกำเนิด = ความถี่ของคลื่น = 16 Hz
ดังนั้นแหล่งกำเนิดคลื่นมีความถี่ 16 เฮิรตซ์ **ตอบ**

ตัวอย่าง 3 สะบัดเชือกให้เกิดคลื่นในเส้นเชือก จุดหนึ่งของเชือกเคลื่อนที่จากการกระจัดสูงสุดมายังจุดที่
มีการกระจัดเป็นศูนย์ใช้เวลา 0.2 วินาที จงหา
ก. เวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบ

ข. ถ้าความยาวคลื่นเป็น 1.4 เมตร อัตราเร็วคลื่นเป็นเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์ เวลาในการเคลื่อนที่จากการกระจัดสูงสุดมายังจุดที่การกระจัดเป็นศูนย์ จะใช้เวลา = $\frac{T}{4}$

วิธีทำ ก. $\frac{T}{4} = 0.2$ วินาที

$$T = 0.2 \times 4 \text{ วินาที}$$

ดังนั้นเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบคือ 0.8 วินาที

ตอบ

$$\text{ข. อัตราเร็วคลื่น } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1.4}{0.8} = 1.75 \text{ m/s}$$

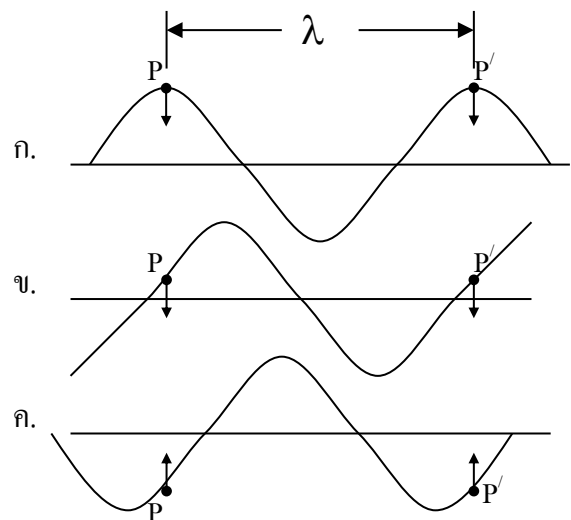
ดังนั้นอัตราเร็วคลื่นคือ 1.75 เมตร/วินาที

ตอบ

เฟส (Phase)

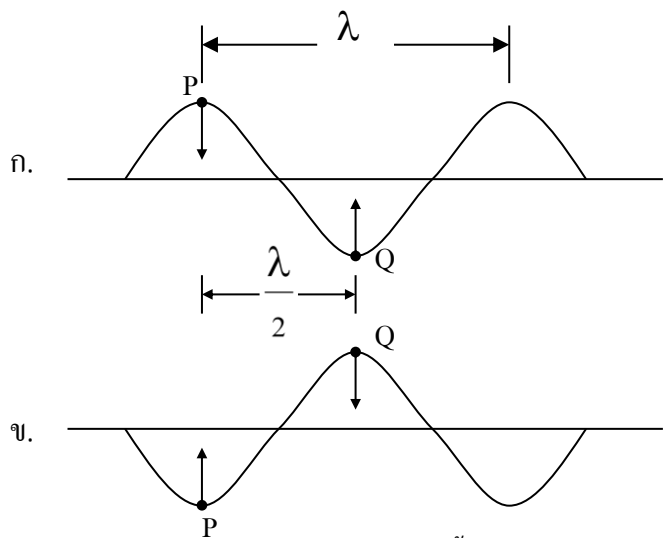
เฟส เป็นค่าที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเป็นรอบขมวดใดขณะหนึ่งโดยจะมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่นั้น เช่นกรณีคลื่นผิวน้ำการเคลื่อนที่ขึ้นลงของผิวน้ำ ณ ตำแหน่งหนึ่งๆมีลักษณะเป็นรอบครบรอบดังนั้นขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปผิวน้ำย่อมอยู่ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งในรอบของการเคลื่อนที่ หรืออยู่ในเฟสหนึ่งๆนั่นเอง

จากรูป 1 ก ถ้าพิจารณาภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำที่เวลาหนึ่งจะเห็นว่า P และ P' อยู่ห่างกันเท่ากับระยะ 1 ความยาวคลื่นจุดทั้งสองอยู่ที่ตำแหน่งสันคลื่นเหมือนกัน และการเคลื่อนที่ของผิวน้ำที่จุดทั้ง 2 ไปทางทิศเดียวกันเรียกว่า จุดทั้งสองมีเฟสตรงกัน เมื่อเวลาผ่านไปผิวน้ำตรงจุด P และ P' จะเคลื่อนที่ลงตำแหน่งของจุด P และ P' บนผิวน้ำจะเปลี่ยนไปดังรูป 1 ข และ 1 ค เรากล่าวว่าทั้งจุด P และ P' มีเฟสเปลี่ยนไปจากเดิมแต่จุดทั้งสองยังมีเฟสตรงกันอยู่ ทั้งนี้เพราะจุดทั้ง 2 ยังคงอยู่ห่างจากระดับปกติเท่ากันโดยอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับน้ำปกติเท่ากันและจะมีทิศการเคลื่อนที่ไปทางเดียวกันเสมอซึ่งเราอาจกล่าวได้ว่าถ้าการกระจัดของจุดทั้ง 2 เท่ากัน มีเครื่องหมายเหมือนกัน จุดทั้ง 2 มีเฟสตรงกัน เมื่อเวลาผ่านไป 1 คาบ(T) จุด P และ P' จะเคลื่อนที่กลับมาอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมอีกครั้งหนึ่ง



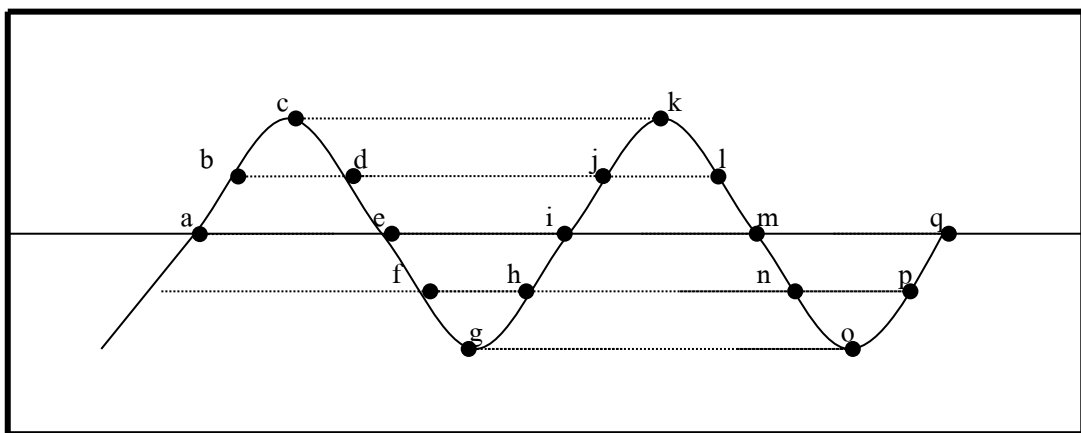
รูป 1 ภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำ
ที่เวลาหนึ่งแสดงจุดที่มีเฟสตรงกัน

จากรูป 2 ก ถ้าเปรียบเทียบจุดบนผิวน้ำที่ P และ Q ณเวลาหนึ่ง จะเห็นว่าจุดทั้งสองจะห่างกันเป็นระยะครึ่งความยาวคลื่นคือ ถ้าจุด P อยู่บนสันคลื่น จุด Q จะอยู่ที่ท้องคลื่นหรือกล่าวได้ว่าขณะที่จุด P อยู่เหนือระดับน้ำปกติ จุด Q จะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำปกติและผิวน้ำตรงจุดทั้งสองจะขยับเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกันเมื่อเวลาผ่านไปจุดทั้งสองจะมีตำแหน่งเปลี่ยนไป กล่าวคือมีเฟสเปลี่ยนไปแต่จุดทั้งสองคงยังมีเฟสตรงข้ามกันเสมอ ทั้งนี้จะสังเกตเห็นว่าขณะที่จุด P เคลื่อนที่ลง จุด Q จะเคลื่อนที่ขึ้น โดยระยะห่างจากระดับน้ำปกติของจุดทั้งสองยังคงเท่ากันแต่อยู่คนละด้านเมื่อเวลาผ่านไปครึ่งคาบ ($T/2$) ดังรูป 2 ข



รูป 2 ภาควัดขวางของคลื่นผิวน้ำที่เวลาหนึ่ง
แสดงจุดที่มีเฟสตรงข้ามกัน

จุด P จะเคลื่อนที่มาอยู่ที่ตำแหน่งท้องคลื่น ส่วนจุด Q จะมาอยู่ที่ตำแหน่งสันคลื่นจุดทั้งสองยังคงอยู่ห่างกันเป็นระยะครึ่งความยาวคลื่นและมีเฟสตรงข้ามกันเสมอการศึกษาความแตกต่างเฟสของคลื่นจะเป็นการเปรียบเทียบเฟส ระหว่างจุดสองจุดบนคลื่น ณ เวลาหนึ่งหรือที่จุดเดียวกันแต่คนละเวลาหรือ ระหว่างเฟสของคลื่นสองคลื่นที่เคลื่อนที่มาพบกัน ณ เวลาเดียวกัน



พิจารณารูป 3 ที่เวลาหนึ่งจุด a และ e อยู่ ณ ตำแหน่งสันคลื่นเหมือนกันและกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเดียวกันเรียกว่า จุด c และ k มีเฟสตรงกันในทำนองเดียวกัน จุด b และจุด j อยู่สูงจากระดับน้ำปกติเท่ากันและกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเดียวกัน จุด b และจุด j จึงมีเฟสตรงกันส่วนจุด d และจุด h อยู่ห่างจากระดับน้ำปกติเท่ากัน แต่อยู่คนละด้าน และกำลังเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้าม เรียกว่าจุด d และ จุด h มีเฟสตรงข้ามกัน

Ex คลื่นขบวนหนึ่งมีความถี่ 100 Hz มีความเร็ว 20 m/s ตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันและอยู่ใกล้กัน จะห่างกันเท่าไร

วิเคราะห์โจทย์ ตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันและอยู่ใกล้กันจะห่างกัน 1λ

ดังนั้นต้องหาค่าคลื่นนั้นมีความยาวคลื่นเท่าไร

เมื่อทราบ $f = 100 \text{ Hz}$, $v = 20 \text{ m/s}$

วิธีทำ จากสมการ $v = f\lambda$

จะได้ว่า $\lambda = \frac{v}{f}$

แทนค่า $\lambda = \frac{20\text{m/s}}{100\text{Hz}}$
 $= 0.2 \text{ m}$
 $= 20 \text{ cm}$

นั่นคือตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันและอยู่ใกล้กันจะห่างกัน 20 cm

ตอบ

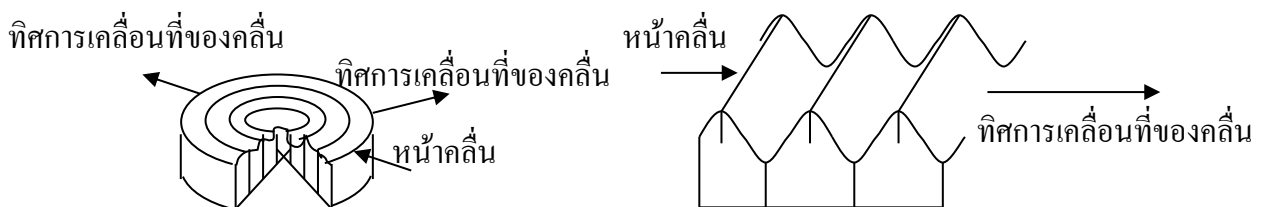
คลื่นผิวน้ำ

การศึกษาคลื่นผิวน้ำเพื่อให้สะดวกในการสังเกตปรากฏการณ์คลื่นบนผิวน้ำ เราใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ถาดคลื่น ส่วนสำคัญของอุปกรณ์คือ ตัวถาดคลื่น ตัวกำเนิดคลื่น โคมไฟ วิธีศึกษาคลื่นผิวน้ำเราไม่ได้ดูผิวน้ำ กระเพื่อมขึ้นลงโดยตรงแต่จะดูจากความเข้มของแสงที่ผ่านคลื่นในถาดคลื่นแทนโดยส่วนที่เป็นสันคลื่นจะทำให้หน้าที่ยังเหมือนเลนส์นูนซึ่งจะรวมแสงทำให้เกิดแถบสว่างบนแผ่นกระดาษขาวที่วางอยู่ใต้ถาดคลื่น ส่วนท้องคลื่นจะทำให้หน้าที่ยังเหมือนเลนส์เว้าซึ่งกระจายแสงทำให้เกิดแถบมืดบนแผ่นกระดาษ ดังนั้นภาพของคลื่นผิวน้ำที่ปรากฏบนกระดาษ คือ แถบสว่างและมืดสลับกัน

เมื่อใช้ปลายดินสอและขอบไม้บรรทัดแตะผิวน้ำอย่างละหนึ่งครั้ง แล้วสังเกตลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้น การใช้ดินสอหรือขอบไม้บรรทัดเป็นการรบกวนผิวน้ำ การรบกวนผิวน้ำหนึ่งครั้งจะเกิดคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ออกจากตัวกำเนิดคลื่นหนึ่งครั้งเช่นกัน คลื่นที่ได้นี้เรียกว่า **คลื่นดล**

เมื่อจุดๆหนึ่งบนผิวน้ำถูกรบกวนหนึ่งครั้งโดยปลายดินสอ คลื่นดลที่เกิดแนวยาวหนึ่งครั้งโดยขอบไม้บรรทัด คลื่นดลที่เกิดขึ้นจะเป็นแนวยาวเคลื่อนที่ออกจากตัวกำเนิดคลื่น คลื่นดลที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าคลื่นดลเส้นตรง

เมื่อผิวน้ำถูกรบกวนเป็นจังหวะต่อเนื่องจะทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำออกจากตัวกำเนิดคลื่นตลอดเวลา เรียกว่า **คลื่นต่อเนื่อง** เมื่อปรับปั๊มกำเนิดคลื่นวงกลมให้แตะผิวน้ำและปรับมอเตอร์ให้หมุนด้วยความถี่ที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการรบกวนผิวน้ำเป็นจังหวะต่อเนื่อง และมีคลื่นผิวน้ำแผ่ขยายออกจากตัวกำเนิดคลื่นไปเป็นรูปวงกลม ดังรูป ก. ถ้าเปลี่ยนตัวกำเนิดคลื่นเป็นคานนนั่นคือ ให้มีการรบกวนผิวน้ำในแนวยาวและเป็นจังหวะต่อเนื่องจะเกิดเป็นแนวเส้นตรงเคลื่อนที่ออกจากตัวกำเนิดคลื่น ดังรูป ข. ซึ่งประกอบด้วยส่วนโค้งขึ้นและส่วนโค้งลงของผิวน้ำแผ่ออกไปจากตัวกำเนิด



รูป ก.

รูป ข.

จากรูป ก. และ ข. เส้นที่ลากผ่านตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันในคลื่นลูกหนึ่งๆ เช่น แนวสันคลื่นหรือแนวของท้องคลื่น เรียกว่า **หน้าคลื่น** ดังนั้น แนวเส้นกลางของแถบสว่างซึ่งเกิดขึ้นจากแนวของสันคลื่นและแนวเส้นกลางของแถบมืดซึ่งเกิดจากแนวของท้องคลื่นต่างก็เป็นหน้าคลื่น ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นจะตั้งฉาก

กับหน้าคลื่น โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงหน้าคลื่นเราใช้แนวใดแนวหนึ่งดังกล่าวมาแล้วเป็นหน้าคลื่น ในรูป ก. และ ข. ในแนวของแถบสว่างเป็นหน้าคลื่น

Ex จากการทดลองโดยใช้ถาดคลื่นที่มีความลึกสม่ำเสมอ วัดความยาวของแถบสว่าง 5 แถบ ที่อยู่ติดกันของคลื่นผิวน้ำต่อเนื่องได้ระยะทาง 10 ซม. ถ้าคลื่นผิวน้ำมีอัตราเร็ว 20.00 ซม./วินาทีจงหาความยาวคลื่นและความถี่ของคลื่น

วิธีทำ แถบสว่าง 5 แถบที่อยู่ติดกันคิดเป็น 4 ความยาวคลื่น

$$\text{นั่นคือ} \quad 4\lambda = 10 \text{ cm}$$

$$\text{เพราะฉะนั้นความยาวคลื่น } \lambda = 10 \text{ cm}$$

$$\text{หาความถี่ของคลื่นจาก } f = v/\lambda$$

$$\text{แทนค่า} \quad f = \frac{20}{2.5}$$

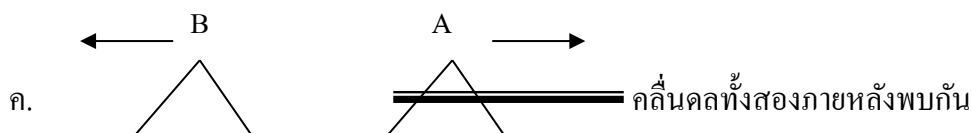
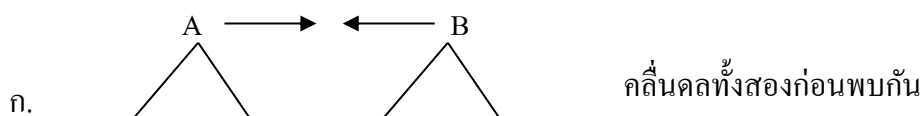
$$= 8 \text{ Hz}$$

คำตอบ ความยาวคลื่นเท่ากับ 2.5 ซม.

ความถี่ของคลื่น 8 เฮิรตซ์

การซ้อนทับของคลื่น

เมื่อคลื่นตลสองคลื่นที่มีการกระจัดไปทางเดียวกันเคลื่อนที่มาพบกันคลื่นทั้งสองจะรวมกันทำให้การกระจัดลัพธ์ ณ ตำแหน่ง และเวลาหนึ่ง ๆ มีขนาดมากกว่าการกระจัดเดิมของแต่ละคลื่น ณ ตำแหน่ง และเวลานั้นๆ เมื่อคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันไปแล้วคลื่นตลแต่ละคลื่นจะยังคงมีลักษณะอย่างเดิม เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดิม ดังรูป



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แบบฝึกทักษะ 1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 1
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 5 นาที
เรื่อง คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น		

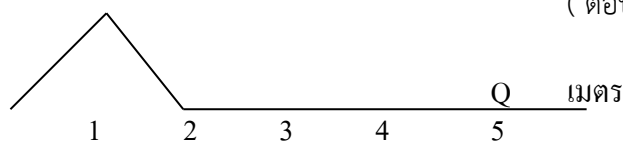
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. แหล่งกำเนิดคลื่นให้คลื่นความถี่ 400 เฮิรตซ์ ความยาวคลื่น 5 ซม. ถ้าคลื่นชุดนี้เคลื่อนที่ในระยะทาง 200 เมตร จะใช้เวลาเท่าไร
(ตอบ 10 วินาที)

2. คลื่นน้ำเคลื่อนที่เข้ากระทบฝั่งนับได้ 30 ลูกคลื่น ทุกๆ 5 วินาที ถ้าระยะระหว่างสันคลื่นที่ติดกันเท่ากับ 1.5 เมตร คลื่นน้ำมีความเร็วเท่าไร
(ตอบ 9 เมตร/วินาที)

3. สะบัดเชือกให้เกิดคลื่นในเส้นเชือก จุดหนึ่งของเชือกเคลื่อนที่จากการกระจัดสูงสุดมายังจุดที่มีการกระจัดเป็นศูนย์ ใช้เวลา 0.2 วินาที คาบการเคลื่อนที่ของคลื่นนี้เป็นเท่าไร
(ตอบ 0.8 วินาที)

4. Q เป็นจุดจุดหนึ่งบนเส้นเชือก ถ้าเกิดคลื่นบนเส้นเชือกดังรูป โดยคลื่นมีอัตราเร็ว 4 เมตร/วินาที นานเท่าไรจุด Q จึงขึ้นถึงจุดสูงสุด
(ตอบ 1.0 วินาที)



5. ระยะทางจากสันคลื่นถึงท้องคลื่นที่อยู่ติดกันเป็น 1.5 เมตร ถ้ามีคลื่น 20 คลื่น เคลื่อนที่ผ่านจุดคงที่ในเวลา 1 นาที คลื่นขบวนนี้มีความเร็วเท่าไร (ตอบ 1 เมตร/วินาที)

6. คลื่นขบวนหนึ่งมีความเร็ว 9 เมตร/วินาที ความถี่ 60 เฮิรตซ์ จุดสองจุดบนคลื่นที่มีเฟสตรงกันข้าม จะอยู่ห่างกันอย่างน้อยที่สุดเท่าไร (ตอบ 0.075 เมตร)

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2	จำนวน ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง คลื่นกล		
หัวข้อเรื่อง สมบัติของคลื่น		

14. สารระที่

สารระที่ 5 พลังงาน

15. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

16. สารสำคัญ

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบกับสิ่งกีดขวางจะเกิดการสะท้อนของคลื่นเป็นไปตามกฎของการสะท้อน คลื่น เมื่อเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่ จะเกิดการหักเหเป็นไปตามกฎการหักเห

การแทรกสอดของคลื่น เป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นต่อเนื่อง 2 ขบวนจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ เคลื่อนที่มา พบกันเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นทั้งสอง

เมื่อสิ่งกีดขวางมีช่องว่าง บางส่วนที่คลื่นเคลื่อนที่ไปแล้วไม่เกิดการสะท้อนกลับ คลื่นจะแผ่ออกจาก ขอบสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลังของสิ่งกีดขวางโดยหน้าคลื่นเปลี่ยนไป ลักษณะดังกล่าวนี้ เรียกว่า การเลี้ยวเบน ของคลื่น

17. ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบ ทดลอง อภิปราย และคำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของคลื่นได้

18. จุดประสงค์การเรียนรู้

18.1 ด้านความรู้

18.2 ด้านทักษะกระบวนการ

18.3 ด้านคุณธรรมเจตคติ

19. สารการเรียนรู้

6.1 สมบัติของคลื่น

- การสะท้อน
- การหักเห
- การแทรกสอด
- การเลี้ยวเบน

7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

7.1 ความสามารถในการสื่อสาร

7.2 ความสามารถในการคิด

- 7.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 7.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 7.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

8. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 8.1 ใฝ่เรียนรู้
- 8.2 อยู่อย่างพอเพียง
- 8.3 มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ

9. ชิ้นงาน / ภาระงาน

- 9.1 ทำแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
- 9.2 ให้นักเรียนบันทึกความคิดเห็นในใบงานที่ 2.1
- 9.3 สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของคลื่น พร้อมกับทำใบงาน 2.2
- 9.4 สืบค้น และแก้ปัญหา ในใบงาน 2.3
- 9.5 ทำแบบฝึกทักษะ 2
- 9.6 รายงานผลการการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของคลื่น ใบความรู้ที่ 2
- 9.7 เขียน Concept mapping เกี่ยวกับสมบัติของคลื่น คลื่นในใบกิจกรรม 2
- 9.8 สรุปเนื้อหาสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก
- 9.9 ให้นักเรียนถอดบทเรียนเรื่อง สมบัติของคลื่น โดยยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในแบบถอดบทเรียน

10. กระบวนการจัดการเรียนรู้

6. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น มีปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติที่เกี่ยวข้อง”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “ให้นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น ” (ทั้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 2.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 3.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ สมบัติของคลื่น เกี่ยวกับการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่น

7. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของคลื่น จากใบความรู้ 2 พร้อมกับใบงาน 2.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

8. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติของคลื่น เพื่อให้ นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

9. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง สมบัติของคลื่น จากใบความรู้ 10

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 2.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 10

10. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ สมบัติของคลื่น มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 10

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ สมบัติของคลื่น ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 10 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

11. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 2.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 2	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 2	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 2.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 2.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 2	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

12. การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 2.1 – 2.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 2 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 2	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 2	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

13. กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน - หลังเรียน)	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เวลา 15 นาที
--	---------------------------------------	---

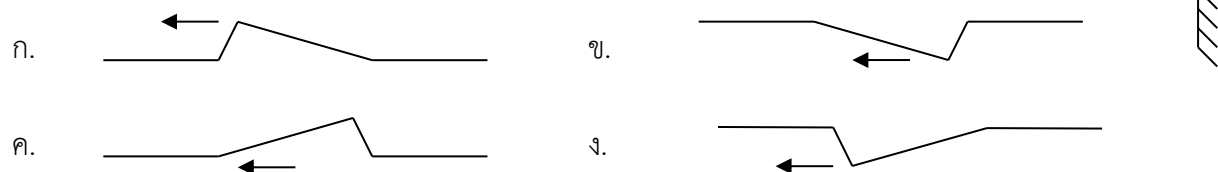
จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 สำนวจตรวจสอบ ทดลอง อภิปราย และคำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของคลื่นได้

คำสั่ง จงเลือกกาบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดไม่ใช่คำอธิบายการสะท้อนของคลื่น

- ก. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ
- ข. คลื่นตกกระทบ , คลื่นสะท้อน อยู่ในตัวกลางเดียวกัน
- ค. รังสีตกกระทบ , เส้นแนวฉาก , รังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน
- ง. รังสีสะท้อนทำมุม 90° กับรังสีตกกระทบ

2. คลื่นดลในเส้นเชือกเคลื่อนที่เข้าหาจุดตรึงดังรูป คลื่นสะท้อนจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

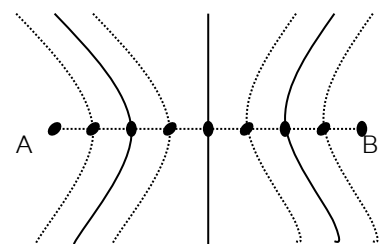


3. P และ Q เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ให้เฟสตรงกันข้าม ที่จุดกึ่งกลางระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง

- ก. มีเฟสตรงกันและเป็นจุดบัพ
- ข. มีเฟสตรงกันและเป็นจุดปฏิกิริยา
- ค. มีเฟสตรงกันข้ามและเป็นจุดปฏิกิริยา
- ง. มีเฟสตรงกันข้ามและเป็นจุดบัพ

4. จากการทดลองในถาดคลื่น A และ B เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ให้เฟสตรงกันเกิดดาร์แทรกสอดดังรูป เส้นทึบเป็นแนวเสริมกันและเส้นประเป็นแนวหักล้างความยาวคลื่นจะมีค่า

- ก. $\frac{AB}{8}$
- ข. $\frac{AB}{6}$
- ค. $\frac{AB}{4}$
- ง. $\frac{AB}{2}$



5. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดที่มีความยาวคลื่น 2 cm ให้ความถี่เดียวกันเฟสตรงกัน อยู่ห่างกัน 6 cm จงหาจำนวนบัพระหว่าง S_1 และ S_2

- ก. 4
- ข. 6
- ค. 8
- ง. 10

6. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง แล้วทำให้เกิดการหักเห ปริมาณใดบ้างที่ไม่เปลี่ยนแปลง

- ก. ความถี่ ข. อัตราเร็ว ค. ความยาวคลื่น ง. แอมพลิจูด

7. สมบัติข้อใดบ้างที่คลื่นและอนุภาคแสดงได้เช่นเดียวกัน

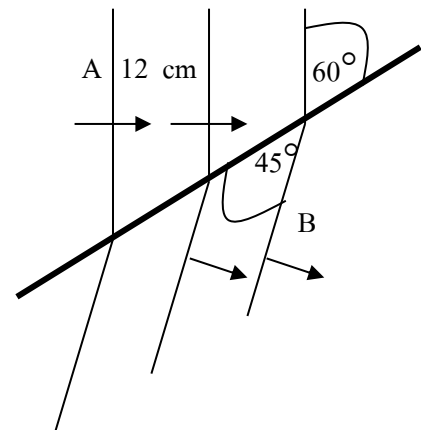
- 1) การเลี้ยวเบน 2) การแทรกสอด 3) การหักเห 4) การสะท้อน

- ก. ข้อ 1) , 3) ข. ข้อ 2) , 4) ค. ข้อ 1) , 2) ง. ข้อ 3) , 4)

8. เมื่อคลื่นน้ำเคลื่อนที่ผ่านผิวรอยต่อของน้ำตื้นกับน้ำลึก ข้อใดกล่าวผิด

- ก. อัตราส่วนค่า $\sin \theta$ ของมุมตกกระทบ ต่อ $\sin \theta$ ของมุมหักเหมีค่าคงที่เสมอ
 ข. ความเร็วคลื่นในน้ำลึกมากกว่าในน้ำตื้น
 ค. ความยาวคลื่นในน้ำลึกน้อยกว่าในน้ำตื้น
 ง. ความถี่คลื่นมีค่าคงเดิม

9. คลื่นน้ำเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีความลึกต่างกัน เกิดปรากฏการณ์ดังรูป ในบริเวณ A หน้าคลื่นอยู่ห่างกัน 12 cm ในบริเวณ B คลื่นมีความเร็ว $6\sqrt{2}$ cm/s ถ้าต้นกำเนิดคลื่นมาจากบริเวณ A ความถี่ของต้นกำเนิดคลื่นมีค่าเท่าใด



- ก. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ข. $\frac{4}{\sqrt{3}}$ ค. $\frac{12}{\sqrt{3}}$ ง. $\frac{1}{\sqrt{3}}$

10. ข้อใด ไม่ใช่ คุณสมบัติของคลื่นน้ำ

- ก. เมื่อคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดกว้างน้อยกว่า หรือเท่ากับความยาวคลื่นแล้ว คลื่นที่ผ่านช่องเปิดจะเป็นหน้าคลื่นวงกลม
 ข. ถ้าจุดกำเนิดคลื่นอยู่ที่จุดโฟกัสของผิวสะท้อนรูปพาราโบลาแล้วคลื่นสะท้อนจากผิวพาราโบลาจะเป็นคลื่นหน้าตรง
 ค. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากเขตน้ำตื้นสู่เขตน้ำลึกความยาวคลื่นและอัตราเร็วจะลดลง
 ง. เมื่อทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางที่มีสมบัติต่างกัน ทิศทางการเคลื่อนที่จะคงเดิม แต่ความยาวคลื่นและอัตราเร็วเปลี่ยน

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2
--	--	--

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ง
2	ข
3	ง
4	ค
5	ข
6	ก
7	ง
8	ค
9	ก
10	ค

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบงาน 2.1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เวลา 10 นาที
เรื่อง สมบัติของคลื่น		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น

.....

.....

.....

2. ตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น ความคิดเห็นของกลุ่ม มีความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาตินี้ว่า

.....

.....

.....

.....

.....

3. ตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบงาน 2.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง สมบัติของคลื่น		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

- ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
- เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดคลื่นไปถึงปลายสุดของตัวกลางหนึ่ง (จุดสะท้อนอิสระ) หรือคลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบกับสิ่งกีดขวาง(จุดสะท้อนตรึงแน่น) คลื่นจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม เรียกคุณสมบัตินี้ของคลื่นว่า
- ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่าแอมพลิจูดของคลื่นสะท้อนกับคลื่นตกกระทบจะมีค่า
- การที่คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในตัวกลางหนึ่งที่มีคุณสมบัติต่างกันแล้ว เป็นผลให้อัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปโดยทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นอาจเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนก็ได้ เรียกคุณสมบัตินี้ของคลื่นว่า
- เมื่อคลื่นผ่านผิวรอยต่อของตัวกลางใดๆ ปริมาณของคลื่นที่เปลี่ยนแปลง คือ
- เมื่อคลื่นผ่านผิวรอยต่อของตัวกลางใดๆ ปริมาณของคลื่นที่ไม่เปลี่ยนแปลง คือ
- เมื่อคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งที่มีความถี่เท่ากันและมีเฟสตรงกันเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นต่อเนื่องทั้งสอง ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า
- แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน และเฟสตรงกัน หรือมีเฟสต่างกันเป็นค่าคงตัว เรียกแหล่งกำเนิดนี้ว่า
- คลื่นน้ำที่เกิดการแทรกสอด แล้วผิวน้ำไม่กระเพื่อมหรือการกระจัดเป็นศูนย์ เรียกว่า
- คลื่นน้ำที่เกิดการแทรกสอด แล้วผิวน้ำกระเพื่อมมากที่สุดหรือมีการกระจัดมากที่สุด เรียกว่า
- หลักการของฮอยเกนส์ ซึ่งกล่าวว่า

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบงาน 2.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เวลา 10 นาที
เรื่อง สมบัติของคลื่น		

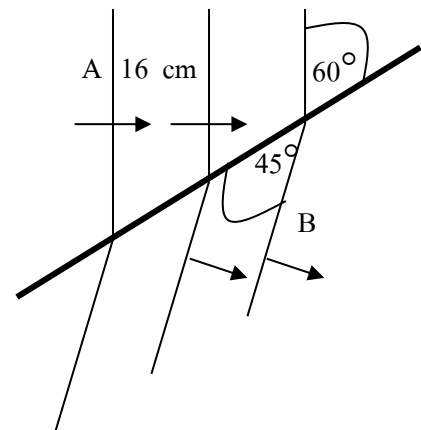
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดที่มีความยาวคลื่น 3 cm ให้ความถี่เดียวกันเฟสตรงกัน อยู่ห่างกัน 9 cm จงหาจำนวนปฏิบัพระหว่าง S_1 และ S_2

วิธีทำ จาก $S_2P - S_1P = n\lambda$
 $\dots\dots\dots = n(\dots\dots)$
 $n = \dots\dots\dots$

$\therefore$ จะเกิดจำนวนปฏิบัพทั้งหมด = $\dots\dots + \dots\dots + \dots\dots = \dots\dots$ **ตอบ**

2. คลื่นน้ำเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีความลึกต่างกัน เกิดปรากฏการณ์ดังรูป ในบริเวณ A หน้าคลื่นอยู่ห่างกัน 16 cm ในบริเวณ B คลื่นมีความเร็ว $8\sqrt{2}$ cm/s ถ้าต้นกำเนิดคลื่นมาจากบริเวณ A ความถี่ของต้นกำเนิดคลื่นมีค่าเท่าใด



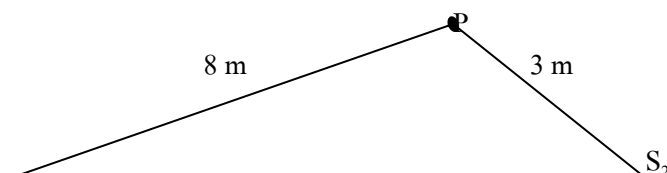
วิธีทำ จาก $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$
 $\frac{\sin 60^\circ}{\sin \dots\dots} = \frac{\dots\dots\dots}{\lambda_B}$
 $\lambda_B = \dots\dots\dots$

จาก $v = f\lambda$

จะได้ $f = \frac{v_B}{\lambda_B} = \dots\dots\dots$ Hz

ตอบ ต้นกำเนิดคลื่นมาจากบริเวณ A ความถี่ของต้นกำเนิดคลื่นมีค่า..... เฮิรตซ์
 บริเวณ A และบริเวณ B จะมีความถี่คลื่นเท่ากัน เพราะเกิดจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน

3. คลื่นชนิดหนึ่ง จาก แหล่งกำเนิด S_1 และ S_2 เมื่อเกิดการแทรกสอด เกิดแนวปฏิบัพที่ 3 ณ ตำแหน่ง P ดังรูป ถ้าคลื่นนี้มีความถี่ 30 เฮิรตซ์ จงหาอัตราเร็วของคลื่นนี้เป็นกี่เมตรต่อวินาที



S₁ ●



วิธีทำ จาก $S_2P - S_1P = n\lambda$

$$\dots\dots\dots = (\dots\dots)\lambda$$

$$\lambda = \dots\dots\dots \text{ m}$$

จาก $v = f\lambda$

$$v = (\dots\dots)(\dots\dots)$$

$$v = \dots\dots \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

4. คลื่นขบวนหนึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิด 30 Hz เคลื่อนที่จากน้ำลึกด้วยความเร็ว 9 m/s เข้าสู่ผิวน้ำตื้น โดยมีทิศทางการตั้งฉากกับผิวน้ำรอยต่อ ถ้าความเร็วในน้ำตื้นเป็น 6 m/s จงหาความยาวคลื่นในน้ำตื้น

วิธีทำ หาความยาวคลื่นในน้ำลึก จากสมการ $\lambda = \frac{v}{f}$

จะได้ $\lambda_1 = \frac{v_1}{f} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots \text{ m}$

หาความยาวคลื่นในน้ำตื้นจาก $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

$$\lambda_2 = \lambda_1 \times \frac{v_2}{v_1}$$

$$= \dots\dots \text{ m} \times \frac{\dots\dots \text{ m/s}}{\dots\dots \text{ m/s}}$$

$$= \dots\dots \text{ m}$$

นั่นคือ ความยาวคลื่นในน้ำตื้นเป็น $\dots\dots\dots$ เซนติเมตร ตอบ



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 2
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง สมบัติของคลื่น		

การสะท้อนของคลื่น

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดคลื่นไปถึงปลายสุดของตัวกลางหนึ่ง (จุดสะท้อนอิสระ) คลื่นจะเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิมหรือคลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบกับสิ่งกีดขวาง(จุดสะท้อนตรึงแน่น)จะเกิดการสะท้อนกลับมาในตัวกลางเดิม

ลักษณะของคลื่นสะท้อน เมื่อ

1. **จุดสะท้อนตรึงแน่น** คลื่นสะท้อนมีลักษณะตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบ คือ เข้าเป็นสันคลื่น ออกเป็นท้องคลื่น หรือ เข้าเป็นท้องคลื่นออกเป็นสันคลื่น หรือ คลื่นสะท้อนมีเฟสตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบ
2. **จุดสะท้อนอิสระ** คลื่นสะท้อนมีลักษณะเหมือนกับคลื่นตกกระทบ คือ เข้าเป็นสันคลื่นออกเป็นสันคลื่น หรือ เข้าเป็นท้องคลื่นออกเป็นท้องคลื่น หรือ คลื่นสะท้อนมีเฟสเดียวกันกับคลื่นตกกระทบ

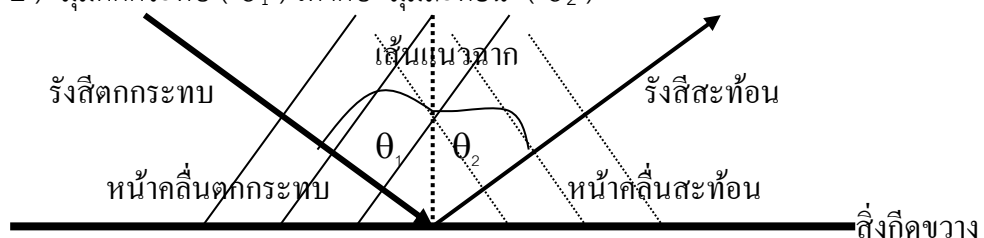
เมื่อคลื่นน้ำเคลื่อนที่ไปกระทบตัวสะท้อน ผิวน้ำบริเวณตัวสะท้อนสามารถกระเพื่อมขึ้นลงได้โดยอิสระ การสะท้อนของคลื่นน้ำนี้ถือว่าจุดสะท้อนเป็นอิสระ เฟสของคลื่นสะท้อนจะเป็นเฟสเดียวกัน ดังนั้นการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ ความหนาแน่นของตัวกลางจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสะท้อน ดังนี้ เมื่อคลื่นเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก คลื่นสะท้อนจะมีเฟสตรงกันข้าม(เป็นการสะท้อนที่ปลายตรึงแน่น) ส่วนคลื่นเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย คลื่นสะท้อนจะมีเฟสเดียวกัน(เป็นการสะท้อนที่ปลายอิสระ)

การสะท้อนของคลื่น จะมีคุณสมบัติได้ดังนี้

1. ความถี่ของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความถี่ของคลื่นตกกระทบ
2. ความเร็วของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความเร็วของคลื่นตกกระทบ
3. ความยาวคลื่นของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับความยาวคลื่นของคลื่นตกกระทบ
4. ถ้าการสะท้อนไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่าแอมพลิจูดของคลื่นสะท้อนมีค่าเท่ากับแอมพลิจูดของคลื่นตกกระทบ
5. การสะท้อนของคลื่นจะเป็นไปตามกฎการสะท้อน

1) รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน

2) มุมตกกระทบ (θ_1) เท่ากับ มุมสะท้อน (θ_2)

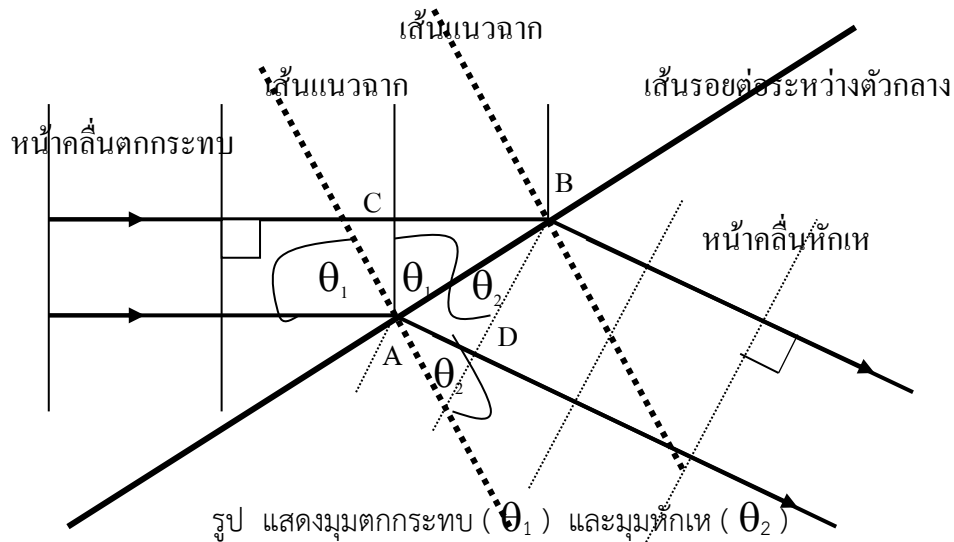


การหักเหของคลื่น

การหักเหของคลื่น หมายถึง การที่คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในตัวกลางหนึ่งที่มีคุณสมบัติต่างกันแล้ว เป็นผลให้อัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปโดยทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นอาจเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนก็ได้ (ถ้าหน้าคลื่นตกกระทบขนานกับแนวรอยต่อของตัวกลางทั้งสองทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นหักเหไม่เปลี่ยนแปลง)

เมื่อคลื่นหักเหระหว่างผิวย่อของตัวกลางใดๆ ปริมาณของคลื่นที่เปลี่ยนแปลง คือ ความเร็วและความยาวคลื่น ส่วนความถี่มีค่าคงที่เพราะเป็นคลื่นต่อเนื่องที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน

ในการพิจารณา ความเร็ว (v) และ ความยาวคลื่น (λ) ในตัวกลางใดๆ เมื่อ ความถี่ (f) คงที่ สามารถพิจารณาจากสมการ $v = f\lambda$ ดังรูป



จากรูป ระยะ BC เป็นความยาวคลื่นในเขตนํ้าลึก λ_1

ระยะ AD เป็นความยาวคลื่นในเขตนํ้าตื้น λ_2

$$\text{จะได้ } \sin \theta_1 = \frac{BC}{AB} = \frac{\lambda_1}{AB}$$

$$\sin \theta_2 = \frac{AD}{AB} = \frac{\lambda_2}{AB}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{\lambda_1 / AB}{\lambda_2 / AB} \\ \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

$$\text{จาก } v = f\lambda \quad \text{จะได้} \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1 / f}{v_2 / f}$$

(ความถี่ (f) เท่ากันเพราะแหล่งกำเนิดเดียวกัน)

$$\text{จะได้} \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

จากสมการ (1) และ (2) จะได้

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

จากสมการ (2) อธิบายได้ว่า เมื่อคลื่นมีการหักเห อัตราส่วนของค่าไซน์ของมุมตกกระทบกับค่าไซน์ของมุมหักเห จะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห

ตัวอย่าง 1 คลื่นขบวนหนึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิด 20 Hz เคลื่อนที่จากน้ำลึกด้วยความเร็ว 6 m/s เข้าสู่ น้ำตื้น โดยมีทิศทางตั้งฉากกับผิวยอยต่อ ถ้าความเร็วในน้ำตื้นเป็น 4 m/s จงหาความยาวคลื่นในน้ำตื้น

วิเคราะห์โจทย์ ทิศทางของคลื่นตกกระทบตั้งฉากกับผิวยอยต่อทิศทางของคลื่นหักเหไม่เปลี่ยนแปลง อัตราส่วนของค่าไซน์จึงไม่เกี่ยวข้อง

ความถี่ของคลื่นในน้ำลึก = ความถี่ของคลื่นในน้ำตื้น = 20 Hz

ถ้าให้น้ำลึกเป็นตัวกลางที่ 1 และ น้ำตื้นเป็นตัวกลางที่ 2

จะได้เกี่ยวกับอัตราเร็ว v ว่า

$$v_1 = 6 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 4 \text{ m/s}$$

วิธีทำ หาความยาวคลื่นในน้ำลึก จากสมการ $\lambda = \frac{v}{f}$

$$\text{จะได้} \quad \lambda_1 = \frac{v_1}{f} = \frac{6}{20} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{หาความยาวคลื่นในน้ำตื้นจาก} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

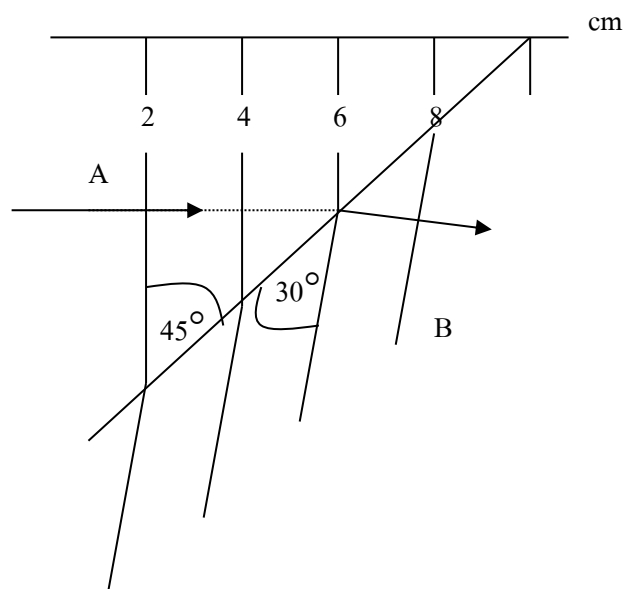
$$\lambda_2 = \lambda_1 \times \frac{v_2}{v_1} = 0.3 \text{ m} \times \frac{4 \text{ m/s}}{6 \text{ m/s}} = 0.2$$

m

นั่นคือ ความยาวคลื่นในน้ำตื้นเป็น 20 เซนติเมตร

ตอบ

ตัวอย่าง 2 คลื่นน้ำหน้าตรงเคลื่อนที่จากบริเวณ A ไปสู่บริเวณ B ในสภาพคลื่นทำให้เกิดการหักเหของคลื่นปรากฏดังรูป ถ้าคลื่นนี้เกิดจากแหล่งกำเนิดซึ่งมีความถี่ 10 Hz อัตราเร็วคลื่นน้ำบริเวณ B จะมีค่าเท่าใด



วิเคราะห์โจทย์ ความยาวคลื่นบริเวณ A (λ_A) = 2 cm

ความถี่ของคลื่นบริเวณ A = ความถี่ของคลื่นบริเวณ B = 10 Hz

อัตราเร็วคลื่นบริเวณ A หาได้จากสมการ $v_A = f\lambda_A$

$\sin \theta_1 = \sin \theta_A = \sin 45^\circ$ สำหรับ $\sin \theta_2 = \sin \theta_B = \sin$

30°

วิธีทำ

จากสมการ
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

ดังนั้น
$$\frac{\sin \theta_A}{\sin \theta_B} = \frac{v_A}{v_B}$$

จะได้
$$v_B = v_A \times \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ}$$

$$v_B = (10 \text{ Hz})(2 \text{ cm}) \times \frac{(1/2)}{(1/\sqrt{2})}$$

$$v_B = 10\sqrt{2} \text{ cm/s}$$

ดังนั้น อัตราเร็วคลื่นน้ำบริเวณ B เป็น $10\sqrt{2}$ เซนติเมตรต่อวินาที **ตอบ**

การแทรกสอดของคลื่น

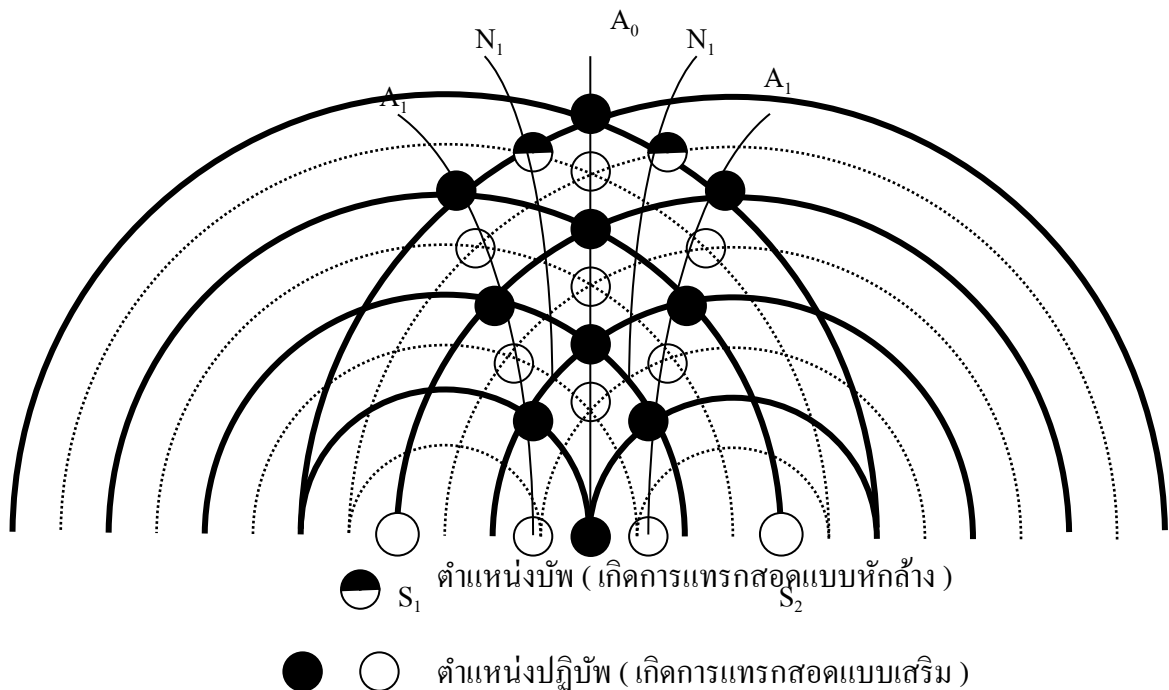
เมื่อคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งที่มีความถี่เท่ากันและมีเฟสตรงกันเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นต่อเนื่องทั้งสอง ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า เกิดการแทรกสอดของคลื่น

ในกรณีที่เกิดการแทรกสอดนั้น สันคลื่นตรงกันและท้องคลื่นตรงกัน คลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีสันคลื่นสูงกว่าเดิม และมีท้องคลื่นลึกกว่าเดิม เรียกว่า เกิดการแทรกสอดแบบเสริม (ปฏิบัพ)

ถ้าการแทรกสอดนั้น สันคลื่นไปตรงกับท้องคลื่นของอีกแหล่งกำเนิดหนึ่ง คลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีสันคลื่นต่ำกว่าเดิม และท้องคลื่นตื้นกว่าเดิม เรียกว่า เกิดการแทรกสอดแบบหักล้าง (บัพ)

แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน และเฟสตรงกัน หรือมีเฟสต่างกันเป็นค่าคงตัว เรียกแหล่งกำเนิดนี้ว่า แหล่งกำเนิดอาพันธ์

คลื่นน้ำที่เกิดการแทรกสอด แล้วผิวน้ำไม่กระเพื่อมหรือการกระจัดเป็นศูนย์ เรียกว่า **บัพ (Node , N)** และแนวเส้นที่ลากเชื่อมบัพที่อยู่ติดกันไปเรียกว่า เส้นบัพ ส่วนตำแหน่งที่ผิวน้ำกระเพื่อมมากที่สุด หรือมีการกระจัดมากที่สุด เรียกว่า **ปฏิบัพ (Antinode , A)** และแนวเส้นที่ลากเชื่อมต่อปฏิบัพที่อยู่ติดกันไปเรียกว่า เส้นปฏิบัพ ดังรูป



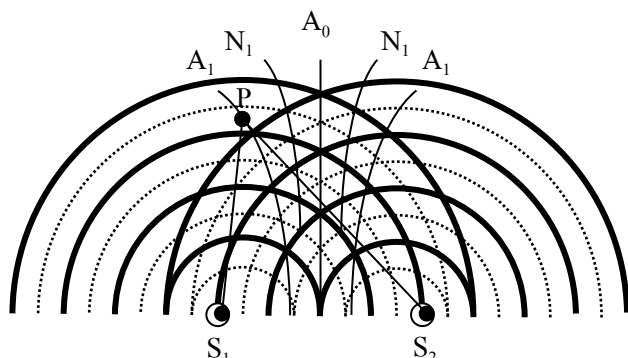
ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นจากตำแหน่งที่ต่างกัน จะเกิดการแทรกสอดแบบเสริม และผลต่างระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใดๆ บนเส้นปฏิบัพจะเท่ากับจำนวนเต็มของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

$$S_2P - S_1P = n\lambda$$

เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

n คือ แนวเส้นปฏิบัพ

0 คือ แนวเส้นกลาง

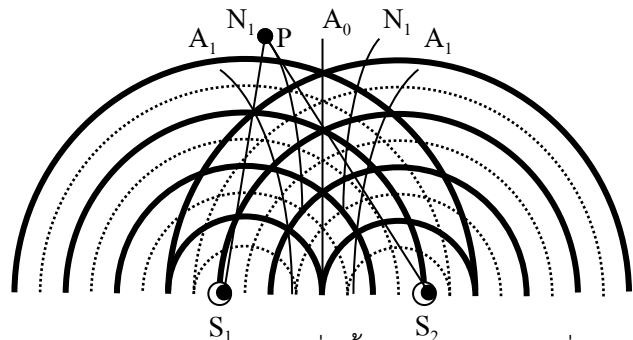


ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นบัพ คลื่นจะแทรกสอดแบบหักล้าง และผลต่างระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใดๆ บนเส้นบัพจะเท่ากับจำนวนเต็มคลื่นลบกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

$$S_2P - S_1P = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$$

เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

n คือ แนวนเส้นบัพ



ตัวอย่าง 1 คลื่นน้ำสองคลื่นเกิดจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์มีเฟสตรงกัน คลื่นทั้งสองมีความยาวคลื่น 4.0 เซนติเมตร ถ้าระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสองเท่ากับ 8.0 เซนติเมตร ระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสองจะเกิดจุดบัพกี่จุด

วิธีทำ จาก $S_2P - S_1P = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$

$S_2P - S_1P$ มีค่ามากที่สุด = 8.0 cm

$$8 = \left(n - \frac{1}{2}\right) 4$$

$$n = 2.5 \text{ cm}$$

แต่ n ต้องเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น นั่นคือ $n = 2$

$\therefore$ จะเกิดจุดบัพทั้งหมด = $2 + 2 = 4$ จุด **ตอบ**

ตัวอย่าง 2 แหล่งกำเนิดอาพันธ์ให้เฟสตรงกันอยู่ห่างกัน 10 cm เกิดแนวปฏิบัติได้ 3 แนว จงหาความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดทั้งสอง

วิธีทำ การเกิดแนวปฏิบัติได้ 3 แนว แสดงว่าเกิด $n = 1$

$$n = \frac{S_1 S_2}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{S_1 S_2}{n}$$

$$= \frac{10}{1}$$

$$\lambda = 10 \text{ cm}$$

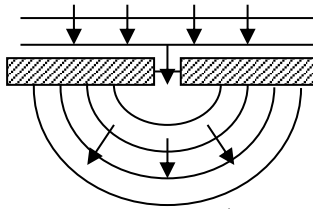
ระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสองจะเกิดปฏิบัติได้ 3 แนวเหมือนกัน ถ้าตรงแหล่งกำเนิด เกือบจะเกิด $n = 2$ และจะได้ $\lambda = 10 / 2 = 5 \text{ cm}$

เมื่อ $\lambda = 5 \text{ cm}$ จะเกิดปฏิบัติได้ทั้งหมด 5 แนว ดังนั้น λ ต้องมากกว่า 5 cm และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 cm

แสดงว่า แหล่งกำเนิดทั้งสองมีความยาวคลื่น $5 \text{ cm} < \lambda \leq 10 \text{ cm}$ **ตอบ**

การเลี้ยวเบนของคลื่น

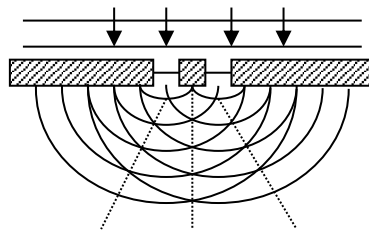
เมื่อสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของคลื่นบางส่วน จะพบว่ามีคลื่นส่วนหนึ่งแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลังของสิ่งกีดขวางดังรูป 1 การที่มีคลื่นปรากฏอยู่ทางด้านหลังของแผ่นกั้นคลื่นในบริเวณนอกทิศทางเดิมของคลื่นเช่นนี้ เรียกว่า การเลี้ยวเบนของคลื่น



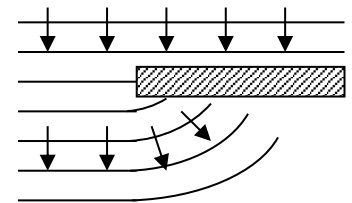
รูป 2 แสดงการเลี้ยวเบนจากสลิตเดี่ยว

เมื่อคลื่นผ่านสิ่งกีดขวาง ซึ่งมีช่องเปิดแคบๆ ที่เรียกว่า สลิต การเลี้ยวเบนจะเกิดมาก ถ้าสลิตมีความกว้างเท่ากับ หรือน้อยกว่าความยาวคลื่น จะแผ่ออกจากสลิตเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลมดังรูป 2 ถ้าสิ่งกีดขวางมี ส ลิต

สองช่องโดยแต่ละช่องของสลิตแคบมาก สลิตทั้งสองจะเป็นเสมือนแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม จึงเกิดการแทรกสอดของคลื่น ที่เกิดจากสลิตทั้งสองนับได้ว่าเป็นการแทรกสอดที่เกิดจากการเลี้ยวเบนดังรูป 3



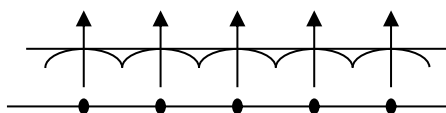
รูป 3 การแทรกสอดของคลื่นจากการเลี้ยวเบนผ่านสลิตสองช่อง



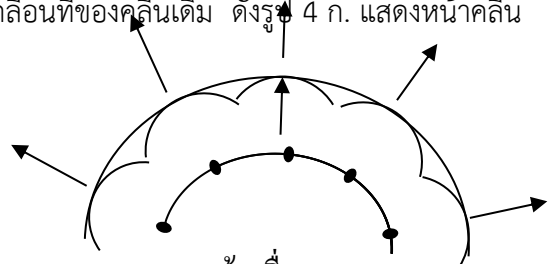
รูป 1 การเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำเมื่อผ่านขอบสิ่งกีดขวาง

จากการที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสลิตแคบ ๆ แล้วแผ่ออกเป็นคลื่นวงกลม จึงดูเหมือนว่าเป็นคลื่นที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้โดยใช้หลักการของฮอยเกนส์ ซึ่งกล่าวว่า “แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดของคลื่นใหม่ที่ให้กำเนิดคลื่น ซึ่งเคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทุกทาง ด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นคลื่นเดิมนั้น”

หลักการของฮอยเกนส์ สรุปได้ว่า ทุกๆ จุดบนหน้าคลื่น ถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ซึ่งทำให้เกิดคลื่นวงกลมที่มีเฟสเดียวกัน เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นเดิม ดังรูป 4 ก. แสดงหน้าคลื่นเส้นตรง และ รูป 4 ข. แสดงหน้าคลื่นวงกลม



ก. หน้าคลื่นเส้นตรง



ข. หน้าคลื่นวงกลม

รูป 4 แสดงการที่หน้าคลื่นซึ่งเกิดจากคลื่นวงกลมเล็กๆ ทำให้เกิดหน้าคลื่นใหม่ขนานกับหน้าคลื่นเดิม

จากการศึกษาเรื่องคลื่น จะเห็นว่าคลื่นมีสมบัติสำคัญ ได้แก่ การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น และการเลี้ยวเบนของคลื่น คลื่นอื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากคลื่นผิวน้ำที่กล่าวในบทนี้จะมีสมบัติเช่นเดียวกัน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3	รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5
เรื่อง คลื่นกล		
หัวข้อเรื่อง คลื่นนิ่ง		

20. สารที่

สารที่ 5 พลังงาน

21. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

22. สารสำคัญ

การแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ จะทำให้ได้รูปคลื่นใหม่ที่ปรากฏเห็นอยู่หนึ่งกับที่ตลอดเวลา เรียกว่า คลื่นนิ่ง

23. จุดประสงค์การเรียนรู้

23.1 ด้านความรู้

- 3) บอกความหมายของคลื่นนิ่งได้
- 4) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับคลื่นนิ่งได้

23.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 2) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาค่าเกี่ยวกับคลื่นนิ่งได้

23.3 ด้านคุณธรรมเจตคติ

- 1) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และเรื่องคลื่นนิ่ง
- 2) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

24. สารการเรียนรู้

24.1 คลื่นนิ่ง

25. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 25.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 25.2 ความสามารถในการคิด
- 25.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 25.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 25.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

26. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

26.1 ใฝ่เรียนรู้

26.2 อยู่อย่างพอเพียง

26.3 มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ

27. ชิ้นงาน /ภาระงาน

27.1 ทำแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

27.2 ให้นักเรียนบันทึกความคิดเห็นในใบงานที่ 3.1

27.3 สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ที่ 3 เรื่อง คลื่นนิ่ง พร้อมกับการทำใบงาน 3.2

27.4 สืบค้น และแก้ปัญหา ในใบงาน 3.3

27.5 ทำแบบฝึกทักษะ 3

27.6 รายงานผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการคลื่นนิ่งคลื่นจากใบความรู้ที่ 4

27.7 เขียน Concept mapping เกี่ยวกับคลื่นกล คลื่นผิวหน้าและการซ้อนทับของคลื่นในใบกิจกรรม 3

27.8 สรุปเนื้อหาสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

27.9 ให้นักเรียนถอดบทเรียนเรื่อง การคลื่นนิ่งโดยยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในแบบถอดบทเรียน

28. กระบวนการจัดการเรียนรู้

11. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 3.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไรเพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 3.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ คลื่นนิ่ง

12. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นนิ่ง จากใบความรู้ 3 พร้อมทั้งใบงาน 3.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

13. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นนิ่ง และการสั่นพ้อง เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

14. ขั้้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง คลื่นนิ่ง จากใบความรู้ 11

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 3.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 3

15. ขั้้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ คลื่นนิ่ง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ลงในใบกิจกรรม 3

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ คลื่นนิ่ง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 3 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

10. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 3.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 3	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 3.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 3.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 3	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมิน

11. การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 3.1 – 3.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 3 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 3	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 3	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

12.กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

13.กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

ก. 15 m/s ข. 30 m/s ค. 45 m/s ง. 60 m/s

10. คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที สั่นด้วยความถี่ 4 เฮิรตซ์ ถ้ากระทบกำแพงแล้วสะท้อนกลับจะเกิด Loop กี่ Loop และมีจำนวนปฏิกิริยาและจำนวนบัพเท่าใดตามลำดับ สมมุติกำแพงอยู่ห่างจากเครื่องสั่น 5 เมตร

ก. 5 , 4 , 4 ข. 4 , 5 , 4 ค. 4 , 4 , 5 ง. 4 , 5 , 6

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
--	--	------------------------------

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ง
3	ก
4	ข
5	ง
6	ก
7	ค
8	ง
9	ข
10	ค

รายวิชา	ฟิสิกส์เพิ่มเติม		ใบงาน 3.1	
รหัสวิชา	ว 30203			ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
ระดับชั้น	มัธยมศึกษาปีที่ 5		5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
			เรื่อง คลื่นนิ่ง	

ชื่อ.....

ชั้น.....

เลขที่.....

4. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร

5. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร

6. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า การสั่นของสายกีตาร์ พิณ มีลักษณะอย่างไร

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบงาน 3.2	
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง คลื่นนิ่ง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
1. คลื่น 2 ขบวน ที่มีแอมพลิจูด ความถี่ อัตราเร็ว และความยาวคลื่นเท่ากัน คลื่นที่สวนทางกัน เกิดการแทรกสอดอยู่กับที่ เรียกคลื่นนี้ว่า
.....
2. คลื่นนิ่งในน้ำ บริเวณที่กระทบฝั่ง ถือว่า จุดนี้เป็นอิสระ ดังนั้นการแทรกสอดกันของคลื่นน้ำบริเวณนี้ จะเกิดการแทรกสอดแบบใด
3. คลื่นนิ่ง ในเส้นเชือก ณ ตำแหน่งที่ปลายตรึง การแทรกสอดกันของคลื่นในเส้นเชือกบริเวณนี้ จะเกิดการแทรกสอดแบบใด
4. คลื่นนิ่ง ในเส้นเชือก ณ ตำแหน่งที่ปลายอิสระ การแทรกสอดกันของคลื่นในเส้นเชือกบริเวณนี้ จะเกิดการแทรกสอดแบบใด
5. ระยะระหว่าง บัพ ที่อยู่ติดกันของคลื่นนิ่ง มีค่าเท่ากับ
.....
6. ระยะระหว่าง บัพ และ ปฏิบัพ ที่อยู่ติดกันของคลื่นนิ่ง มีค่าเท่ากับ
.....
7. คลื่น 2 ขบวน มีความถี่เท่ากัน 8 เฮิรตซ์ เคลื่อนที่สวนกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่งที่มีความถี่ เฮิรตซ์
8. ถ้าเกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือก 8 Loops จะต้องมียุจุดปฏิบัพทั้งหมดจุด
9. ถ้าเกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือก 10 Loops จะต้องมียุจุดบัพทั้งหมดจุด

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 3.3	
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง คลื่นนิ่ง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1.คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ 8 cm ถ้าคลื่นมีความเร็ว 64 m/s จงหาความถี่ของคลื่น

วิธีทำ ระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ $\frac{\lambda}{4}$

ระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ cm

$$\frac{\lambda}{4} = \text{..... cm}$$

$$\lambda = \text{..... cm}$$

จาก $v = f\lambda$

$$f = \frac{\text{..... m/s}}{\text{..... x } 10^{-2} \text{ m}}$$

$$f = \text{..... Hz} \quad \text{ตอบ}$$

2.ลวดขึงตึงเส้นหนึ่งยาว 2.5 เมตร ถ้าทำให้เกิดคลื่นที่มีความยาวคลื่น 0.2 เมตร จงหาจำนวนปฏิตัพทั้งหมด

วิธีทำ ลวดขึงตึง จะมี ความสัมพันธ์ ระหว่างความยาวของเส้นลวด กับ ความยาวคลื่นในเส้นลวดดังนี้

$$L = \frac{n\lambda}{2}, \quad n \text{ คือ จำนวน Loop หรือ ปฏิตัพ}$$

$$n = \frac{2L}{\lambda}$$

$$n = \frac{2(\text{..... m})}{\text{..... m}} = \text{.....} \text{ ปฏิตัพ} \quad \text{ตอบ}$$

3. เมื่อดีดสายกีตาร์เส้นหนึ่งพบว่า มีอยู่ 2 จุดระหว่างปลายทั้งสองของสายกีตาร์ไม่มีการสั่นเลย ถ้าสายกีตาร์ยาว 80 cm จงหาความยาวคลื่นของคลื่นสายกีตาร์นี้

วิธีทำ ระยะห่างระหว่าง ปลายทั้งสองของสายกีตาร์ไม่มีการสั่นเลย เท่ากับ $\frac{\lambda}{2}$

ระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ cm

$$\frac{\lambda}{2} = \text{..... cm}$$

$$\lambda = \text{..... cm} \quad \text{ตอบ}$$

7. เชือกเส้นหนึ่งปลายข้างหนึ่งถูกตรึงแน่น ปลายอีกข้างหนึ่งติดกับตัวสั่นสะเทือน สั่นด้วยความถี่ 50 เฮิรตซ์
ปรากฏว่าเกิดคลื่นนิ่งพอดี 6 Loop ถ้าใช้เชือกยาว 1.2 เมตร จงหาอัตราเร็วคลื่นในเส้นเชือก

วิธีทำ เส้นเชือกตรึง จะมี ความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวของเส้นเชือก กับ ความยาวคลื่นในเส้นเชือกดังนี้

$$L = \frac{n\lambda}{2}, \quad n \text{ คือ จำนวน Loop หรือ ปฏิ}$$

บัพ

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

$$\lambda = \frac{2(\dots\dots\dots \text{ m})}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ เมตร}$$

จาก

$$v = f\lambda$$

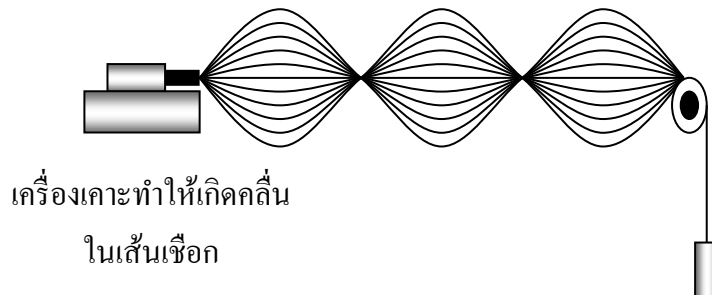
$$v = (\dots\dots\dots \text{ Hz})(\dots\dots\dots \text{ m})$$

$$v = \dots\dots\dots \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบความรู้ 3	
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง คลื่นนิ่ง		

คลื่นนิ่ง

คลื่นนิ่งในเส้นเชือกเกิดจากคลื่นตกกระทบแทรกสอดกับคลื่นสะท้อนได้ตำแหน่งที่คลื่นสั่นขึ้นลงมากที่สุด เรียกว่า ปฏิบัพ (Antinode , A) และคลื่นสั่นน้อยที่สุด หรือไม่สั่นเลยเรียก ตำแหน่งนั้นว่า บัพ (Node , N) ดังรูป 1.



รูป 1 คลื่นนิ่งในเส้นเชือก
 รูปร่างของคลื่นจากบัพหนึ่งถึงบัพที่ติดกันเรียกว่าเป็น 1 Loop จากรูป 1 คลื่นนิ่งที่เกิดขึ้นมี 3 Loops ความยาว 1 Loop ของคลื่นนิ่ง = $\frac{\lambda}{2}$

ถ้าให้ L เป็นความยาวของเชือกที่ทำให้เกิดคลื่นนิ่ง

เมื่อทำให้เกิดคลื่นนิ่ง 1 Loop จะได้ $L = \frac{\lambda}{2}$

$$1 \text{ Loop ; } \lambda = 2L = \frac{2L}{1} \Rightarrow$$

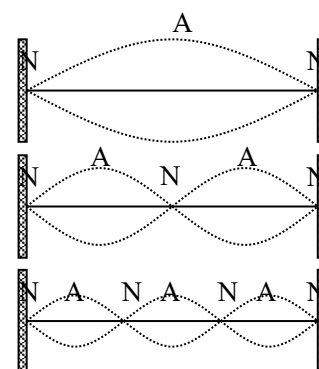
$$2 \text{ Loop ; } \lambda = \frac{2L}{2} \Rightarrow$$

$$3 \text{ Loop ; } \lambda = \frac{2L}{3} \Rightarrow$$

$$n \text{ Loop ; } \lambda = \frac{2L}{n}$$

จำนวนบัพบนคลื่นนิ่งจะเท่ากับ จำนวน Loop + 1

จำนวนปฏิบัพบนคลื่นนิ่งจะเท่ากับ จำนวน Loop



รูป 2 คลื่นนิ่งในเส้นเชือก
 จำนวน Loop ต่างๆ กัน

ตัวอย่าง คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที สั่นด้วยความถี่ 5 เฮิรตซ์ ถ้ากระทบกำแพงแล้วสะท้อนกลับจะเกิด Loop กี่ Loop และมีจำนวนปฏิบัพและจำนวนบัพเท่าใด สมมุติกำแพงอยู่ห่างจากเครื่องสั่น 4 เมตร

วิธีทำ จากสมการ

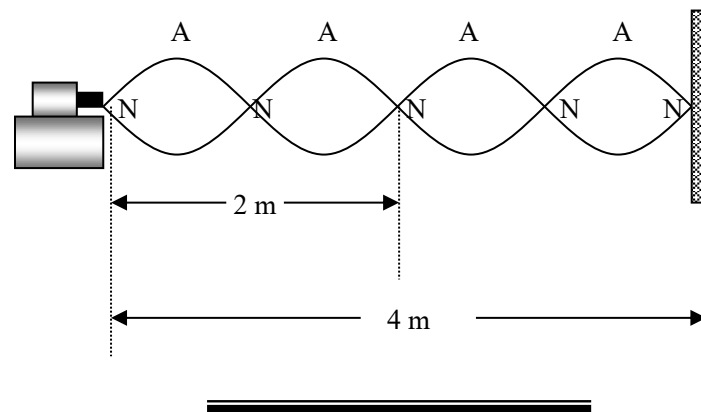
$$v = f\lambda$$

$$10 = 5 \times \lambda$$

$$\lambda = 2 \text{ m}$$

จำนวน Loop	n	Loop	จะได้	
	n	$= \frac{2L}{\lambda}$	$= \frac{2 \times 4}{2}$	$= 4$ Loop
จำนวนปฏีบท (A)		$=$	จำนวน Loop	$= 4$ ปฏีบท
จำนวนบัพ (N)		$=$	จำนวน Loop + 1	$= 5$ บัพ

แสดงให้เห็นได้ดังภาพ



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แบบฝึกทักษะ 3	
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เวลา 5 นาที

เรื่อง คลื่นนิ่ง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูก และกาเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

-1. คลื่นนิ่ง เป็นปรากฏการณ์หนึ่งของการสะท้อน
-2. คลื่นนิ่ง เป็นปรากฏการณ์หนึ่งของการหักเห
-3. คลื่นนิ่ง เป็นปรากฏการณ์หนึ่งของการแทรกสอด
-4. คลื่นนิ่ง เป็นปรากฏการณ์หนึ่งของการเลี้ยวเบน
-5. คลื่นนิ่ง 1 Loop จะมีความยาวคลื่น เท่ากับ 1λ
-6. ปรากฏการณ์ที่เกิดจากวัตถุถูกบังคับให้สั่นด้วยแรงภายนอกให้มีความถี่เท่ากันหรือจำนวนเต็มเท่าของความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การสั่นพ้อง
-7. การออกแรงผลักซิงช้า ขณะที่ซิงช้าแกว่งมาได้ไกลสุด ถือว่าเป็นการสั่นพ้องอย่างหนึ่ง
-8. การออกแรงผลักซิงช้า ขณะที่ซิงช้าแกว่งมาได้ยังไม่ไกลสุด ถือว่าเป็นการสั่นพ้องอย่างหนึ่ง
-9. การเกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือกปลายตรึง จำให้เกิดการเสริมกัน เรียกตำแหน่งนี้ว่า ตำแหน่งปฏิบัพ
-10. การเกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือกปลายตรึง จำให้เกิดการหักล้างกัน เรียกตำแหน่งนี้ว่า ตำแหน่งบัพ

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วเขียน O ล้อมรอบข้อนั้น

11. คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีระยะห่างระหว่าง Node และ Antinode เท่ากับ 12 cm ถ้าคลื่นมีความเร็ว 120 m/s จงหาความถี่ของคลื่น
- ก. 250 Hz ข. 300 Hz ค. 350 Hz ง. 400 Hz
12. ลวดขึงตรึงเส้นหนึ่งยาว 3 เมตร ถ้าทำให้เกิดคลื่นที่มีความยาวคลื่น 0.5 เมตร จงหาจำนวนปฏิบัพทั้งหมด
- ก. 5 ข. 7 ค. 10 ง. 12
13. เมื่อดีดสายกีตาร์เส้นหนึ่งพบว่า มีอยู่ 2 จุดระหว่างปลายทั้งสองของสายกีตาร์ไม่มีการสั่นเลย ถ้าสายกีตาร์ยาว 64 cm จงหาความยาวคลื่นของคลื่นสายกีตาร์นี้
- ก. 16 cm ข. 48 cm ค. 84 cm ง. 128 cm
14. เชือกเส้นหนึ่งปลายข้างหนึ่งถูกตรึงแน่น ปลายอีกข้างหนึ่งติดกับตัวสั่นสะเทือน สั่นด้วยความถี่ 40 เฮิรตซ์ ปรากฏว่าเกิดคลื่นนิ่งพอดี 4 Loop ถ้าใช้เชือกยาว 1.5 เมตร จงหาอัตราเร็วคลื่นในเส้นเชือก
- ก. 60 m/s ข. 45 m/s ค. 30 m/s ง. 15 m/s
15. คลื่นนิ่งในเส้นเชือกมีความเร็ว 60 เมตรต่อวินาที สั่นด้วยความถี่ 30 เฮิรตซ์ ถ้ากระทบกำแพงแล้วสะท้อนกลับจะเกิด Loop ที่ Loop และ มีจำนวนปฏิบัพและจำนวนบัพเท่าใดตามลำดับ สมมุติกำแพงอยู่ห่างจากเครื่องสั่น 6 เมตร

ก. 7 , 6 , 6 ข. 6 , 6 , 7 ค. 6 , 7 , 6 ง. 6 , 7 , 7



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	เฉลยแบบฝึกทักษะ 3	
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	คะแนน 5 คะแนน	เวลา 20 นาที
เรื่อง คลื่นนิ่ง		

ตอนที่ 1	
ข้อ	คำตอบ
1	X
2	X
3	/
4	X
5	X
6	/
7	/
8	X
9	X
10	/

ตอนที่ 2	
ข้อ	คำตอบ
1	ก
2	ง
3	ง
4	ค
5	ข

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบกิจกรรม 3	รหัสวิชา ว 30203
--------------------------	-------------	------------------

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 /..... เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนยกเหตุการณ์จากธรรมชาติ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับคลื่นนิ่ง และการสั่นพ้อง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลที่เป็นไปได้

เกี่ยวข้องกับ เรื่อง.....

ให้งาน วันที่.....

กำหนดส่ง วันที่.....

ส่งงาน วันที่.....ลงชื่อ.....ผู้ส่ง

ลงชื่อ.....ผู้รับ

(.....)

ครูประจำวิชา ว 30202

ลำดับ	รายการ	5	4	3	2	1	หมายเหตุ
1	ความเกี่ยวข้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ						
2	ความสัมพันธ์ ระหว่างภาพกับเหตุการณ์ หรือบทบาทสมมุติ						
3	เหตุผลที่อธิบายเหตุการณ์หรือบทบาทสมมุติ						
4	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์						
5	ความสะอาด เรียบร้อย						

5 = ดีมากที่สุด 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

ผู้ประเมิน ลงชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วันที่.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 4
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง แสง		
หัวข้อเรื่อง การแทรกสอดของแสง		

29. สารที่

สารที่ 5 พลังงาน

30. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

31. สารสำคัญ

แสงเป็นคลื่น เพราะมีสมบัติในการแทรกสอดได้ เช่นเดียวกับ คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นชนิดอื่นๆ โดยทำให้เกิดแถบสว่าง(แบบเสริมกัน) และแถบมืด(แบบหักล้าง)

32. จุดประสงค์การเรียนรู้

32.1 ด้านความรู้

- 5) บอกความหมายของการแทรกสอดของแสง
- 6) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการแทรกสอดของแสง

32.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 1) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาค่าการแทรกสอดของแสง

32.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรม

- 1) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และการแทรกสอดของแสง
- 2) 2) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

33. เนื้อหา การแทรกสอดของแสง

34. กระบวนการจัดการเรียนรู้

16. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “แสงสะท้อน แสงหักเห”
- 1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “แสงแทรกสอดได้หรือไม่ ถ้าได้จะเป็นอย่างไร” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

- 1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 5.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

- 1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

- 1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแสงแทรกสอดได้หรือไม่ ถ้าได้จะเป็นอย่างไรเพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 4.1

- 1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

- 1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การแทรกสอดของแสง

17. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแทรกสอดของแสง จากใบความรู้ 5 พร้อมกับใบงาน 5.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

18. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การแทรกสอดของแสง เพื่อให้ นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

19. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง การแทรกสอดของแสง จากใบความรู้ 5

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 4.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 4

20. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ การแทรกสอดของแสง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 4

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ การแทรกสอดของแสง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 5 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 4.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 4	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 4	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 4.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 4.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 4	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 4.1 – 4.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 4 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 4	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 5	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

-

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 4 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4
--	--	---

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ก
2	ง
3	ง
4	ก
5	ค
6	ค
7	ข
8	ข
9	ข
10	ข

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 4.1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 4
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง การแทรกสอดของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

8. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า ความร้อนถ่ายโอนพลังงาน ไปได้อย่างไร

.....

.....

.....

9. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า ความร้อนถ่ายโอนพลังงาน ไปได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

10. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า ความร้อนถ่ายโอนพลังงาน ไปได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 4.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 4
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง การแทรกสอดของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

- ตำแหน่ง ที่แสง มาแทรกสอดกัน แล้วทำให้ตำแหน่งนั้น สว่าง (เสริมกัน) เรียกว่า
- ตำแหน่ง ที่แสง มาแทรกสอดกัน แล้วทำให้ตำแหน่งนั้น มืด (หักล้างกัน) เรียกว่า
- ผลต่างจากระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงถึงจุดสังเกต ($S_2P - S_1P$) ที่ทำให้เกิดตำแหน่ง เสริมกัน จะมีค่าเท่ากับ
- ผลต่างจากระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงถึงจุดสังเกต ($S_2P - S_1P$) ที่ทำให้เกิดตำแหน่ง หักล้างกัน จะมีค่าเท่ากับ
- จากสมการ $d \sin \theta = n\lambda$ ใช้คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อ เกิดการแทรกสอด แบบใด
.....
- จากสมการ $d \sin \theta = (n - \frac{1}{2})\lambda$ ใช้คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อ เกิดการแทรกสอด แบบใด
.....
- จากสมการ $d \frac{x}{L} = n\lambda$ ใช้คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อ เกิดการแทรกสอด แบบใด
.....
- จากสมการ $d \frac{x}{L} = (n - \frac{1}{2})\lambda$ ใช้คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อ เกิดการแทรกสอด แบบใด
.....
- “d” เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทน
- “L” เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 4.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 4
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 20 นาที
เรื่อง การแทรกสอดของแสง		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 /เลขที่.....

1. จากการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยวางฉากรับรั้วการแทรกสอดไว้ห่างจาก สlitคู่เป็นระยะทาง 100 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างslitทั้งสองเป็น 0.02 มิลลิเมตร พบว่ามีแถบสว่าง – แถบมืดเกิดขึ้น บนฉากหลายแถบ ถ้าแสงนี้มีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตรแถบมืดที่ 1 กับแถบมืดที่ 3 ห่างกันกี่เซนติเมตร (ตอบ 5 เซนติเมตร)

วิธีทำ

2. จากการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยวางฉากรับรั้วการแทรกสอดไว้ห่างจาก สlitคู่เป็นระยะทาง 360 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างslitทั้งสองเป็น 0.09 มิลลิเมตร พบว่ามีแถบสว่าง – แถบมืดเกิดขึ้น บนฉากหลายแถบ แถบมืดที่ 3 กับแถบมืดที่ 5 ห่างกัน 4 เซนติเมตร แสงนี้มีความยาวคลื่นกี่ นาโนเมตร (ตอบ 500 นาโนเมตร)

วิธีทำ

3. จากการทดลองเกี่ยวกับการแทรกสอดของแสงสี 2 แสงสี โดยวางฉากรับรั้วการแทรกสอดไว้ห่างจากslitคู่และระยะห่างระหว่างslitทั้งสองเท่ากัน พบว่าแถบสว่างที่ ของแสงสีแรก เกิดขึ้นที่เดียวกับแถบมืดที่ 3 ของแสงสีที่สอง แสงสีที่สังเกตแถบสว่างมีความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร แสงสีที่สองจะมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร (ตอบ 540 นาโนเมตร)

วิธีทำ

4. จากการทดลองเกี่ยวกับการแทรกสอดของแสงสี 2 แสงสี โดยวางฉากรับร้วการแทรกสอดไว้ห่างจากสลิตคู่และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเท่ากัน พบว่าแถบสว่างที่ 4 ของแสงสีแรก เกิดขึ้นที่เดียวกับแถบสว่างที่ 7 ของแสงสีที่สอง แสงสีแรกมีความยาวคลื่น เป็นกี่เท่าของแสงสีที่ 2 (ตอบ $\frac{7}{4}$)

วิธีทำ

5. จากการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยวางฉากรับร้วการแทรกสอดไว้ห่างจาก สลิตคู่เป็นระยะทาง 150 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเป็น 0.03 มิลลิเมตร พบว่ามีแถบสว่าง – แถบมืดเกิดขึ้น บนฉากหลายแถบ แถบมืดที่ 2 กับแถบมืดที่ 5 ห่างกัน 9 เซนติเมตร แสงนี้มี ความถี่เท่าไรเมื่อ ความเร็วของแสงเป็น 3×10^8 m/s (ตอบ 1.8×10^{14} Hz)

วิธีทำ

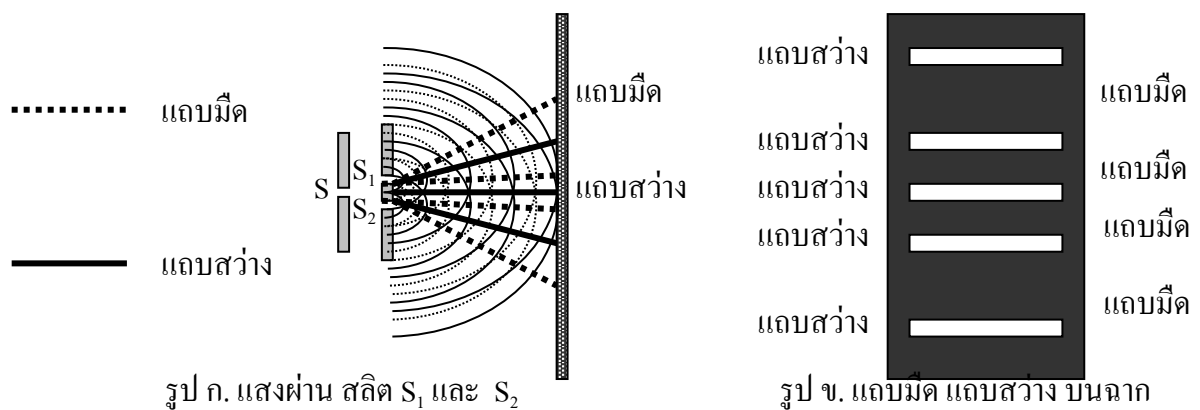
รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 4	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 4
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4
การแทรกสอดของแสง		

การแทรกสอดของแสง

เราทราบว่า เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีคุณสมบัติเป็นคลื่นได้ เมื่อมีการแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดตำแหน่งที่มีเสียงดังและเสียงค่อย ดังนั้นแสงจะมีการแทรกสอดกันหรือไม่

ในระหว่างปี พ.ศ.2344 โทมัส ยัง (Thomas Young พ.ศ. 2316 – 2372) ได้ทดลองพบว่า แสงเป็นคลื่น เพราะมีสมบัติในการแทรกสอดได้ เช่นเดียวกับ คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นชนิดอื่นๆ โดยทำให้เกิดแถบสว่าง (แบบเสริมกัน) และแถบมืด (แบบหักล้าง)

โทมัส ยัง ทดลองการแทรกสอดของแสง โดยให้แสงสีแดงผ่านช่องแคบ 1 ช่อง แล้วไปผ่านช่องแคบอีก 2 ช่อง คือ S_1 และ S_2 ซึ่งทำให้เกิดแถบมืด แถบสว่าง ปรากฏบนฉาก ดังรูป



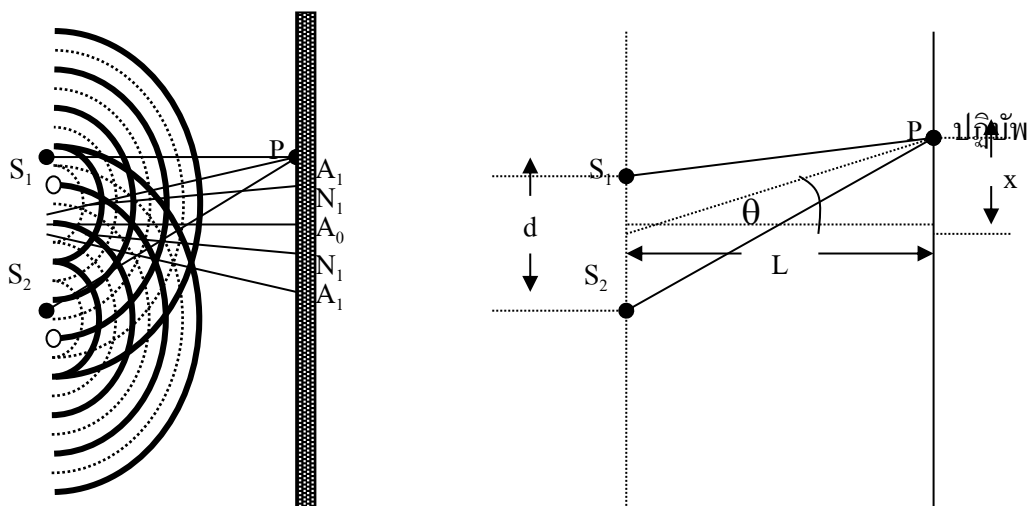
รูป ก. แสงผ่าน สลิต S_1 และ S_2

รูป ข. แถบมืด แถบสว่าง บนฉาก

รูป การทดลองของยัง ภาพการแทรกสอดของแสงแหล่งกำเนิดอาพันธ์

เมื่อแสงผ่านสลิตคู่ (ช่องแคบ S_1 และ S_2) จะมีการแทรกสอดของแสงบนฉากทำให้เกิดแถบมืดและแถบสว่าง การหาตำแหน่งแถบมืดและแถบสว่างเหล่านี้ อาจทำได้โดยพิจารณาว่าสลิตทั้งสองเป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่ง และใช้หลักการแทรกสอดของคลื่นน้ำมาอธิบายการแทรกสอดของคลื่นแสงดังนี้

ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นปฏิบัติ แสงจะแทรกสอดแบบเสริม บนฉากเกิดแถบสว่าง ณ ตำแหน่ง P ใดๆ แล้วผลต่างระยะทางระหว่างจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใดๆ (P) บนเส้นปฏิบัติจะเท่ากับจำนวนเต็มของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

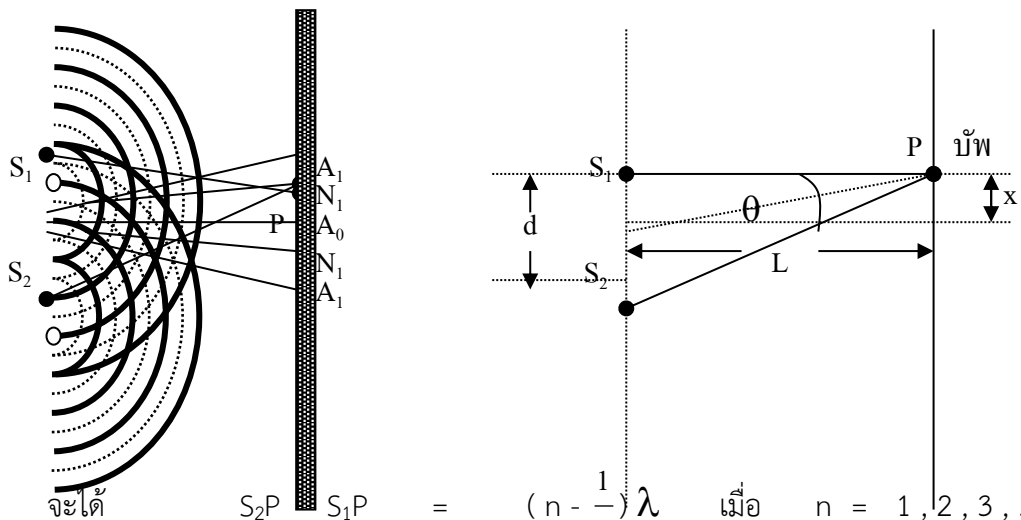


จะได้ $S_2P - S_1P = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
 หรือ $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
 เมื่อ n คือ ตำแหน่งปฏิบัพที่ n (แถบสว่าง) 0 คือ แถบสว่าง

กลาง

- d คือ ระยะห่างระหว่างสลิต S_1 และ S_2
 L คือ ระยะห่างจากสลิตถึงฉาก
 x คือ ระยะห่างจากตำแหน่งที่สังเกตกับตำแหน่งแนวกลาง

ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นแนวนบัพ แสงจะแทรกสอดแบบหักล้าง บนฉากเกิดแถบมืด ณ ตำแหน่ง P ใดๆ แล้วผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใดๆ (P) บนเส้นบัพจะเท่ากับจำนวนเต็มคลื่นลบกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป



จะได้ $S_2P - S_1P = (n - \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$
 หรือ $d \sin \theta = (n - \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

- เมื่อ n คือ ตำแหน่งบัพที่ n (แถบมืด)
 d คือ ระยะห่างระหว่างสลิต S_1 และ S_2
 L คือ ระยะห่างจากสลิตถึงฉาก
 x คือ ระยะห่างจากตำแหน่งที่สังเกตกับตำแหน่งแนวกลาง

ตัวอย่าง สลิตคู่มีช่องห่างกัน 500 ไมโครเมตร เมื่อให้แสงผ่านสลิตคู่ เกิดการแทรกสอดบนฉากซึ่งห่างสลิต 1.0 เมตร และแถบสว่างที่ 3 อยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางของแถบสว่างกลาง 2.82 มิลลิเมตร อยากทราบว่าแสงนี้มีความยาวคลื่นเท่าใด

วิธีทำ จะได้ $d \sin \theta = n\lambda$
 เนื่องจาก ฉากอยู่จากสลิตมาก $x \ll L$ มุม θ จึงมีค่าน้อยมาก

$$\text{จะได้ } \sin \theta = \tan \theta = \frac{x}{L}$$

$$\text{ดังนั้น } d \sin \theta = n\lambda$$

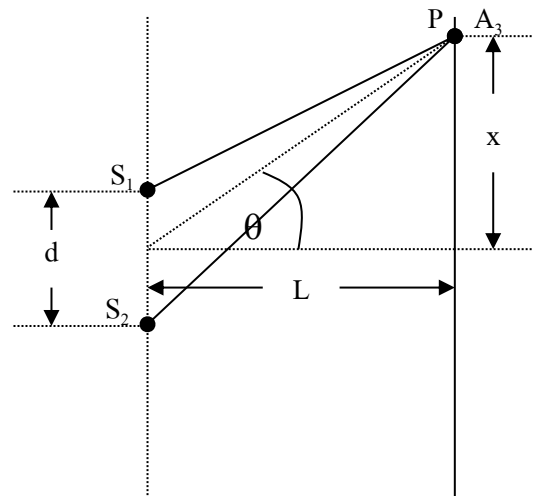
$$\text{เป็น } d \frac{x}{L} = n\lambda$$

$$\lambda = \left(\frac{d}{n} \right) \left(\frac{x}{L} \right)$$

$$\text{แทนค่า } \lambda = \left(\frac{500 \times 10^{-6} \text{ m}}{3} \right) \left(\frac{2.82 \times 10^{-3} \text{ m}}{1.0 \text{ m}} \right)$$

$$\lambda = 470 \times 10^{-9} \text{ m}$$

ตอบ แสงนี้มีความยาวคลื่น เท่ากับ 470 นาโนเมตร



ตัวอย่าง แสงสีแดงมีความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ส่องผ่านสลิตคู่ ซึ่งสลิตอยู่ห่างกัน 0.60 มิลลิเมตร จึ่งเกิดการแทรกสอดบนฉากที่อยู่ห่างจากสลิตคู่ 50 เซนติเมตร ถ้าระยะห่างระหว่างแถบมืดที่อยู่ติดกันเท่ากับ 0.60 มิลลิเมตร

วิธีทำ แสงสีแดงกัน ระยะห่างระหว่างแถบมืด 2 แถบ ที่อยู่ติดกัน จะมีค่าเท่ากันทุกคู่ ดังนั้นจะเลือกแถบมืดแถบใดก็ได้

สมมุติเลือกแถบมืดที่ 1 และ แถบมืดที่ 2

$$\text{จาก } d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2} \right) \lambda$$

เนื่องจาก ฉากอยู่จากสลิตมาก $x \ll L$ มุม θ จึงมีค่าน้อยมาก

$$\text{จะได้ } \sin \theta = \tan \theta = \frac{x}{L}$$

$$d \frac{x}{L} = \left(n - \frac{1}{2} \right) \lambda$$

แถบมืดที่ 1 คือ $n = 1$

$$d \frac{x}{L} = \left(1 - \frac{1}{2} \right) \lambda$$

$$d \frac{x_1}{L} = \frac{1}{2} \lambda$$

$$x_1 = \frac{L\lambda}{2d} \dots\dots\dots (1)$$

แถบมืดที่ 2 คือ $n = 2$

$$d \frac{x}{L} = (2 - \frac{1}{2}) \lambda$$

$$d \frac{x_2}{L} = \frac{3}{2} \lambda$$

$$x_2 = \frac{3L\lambda}{2d} \dots\dots\dots (1)$$

ระยะระหว่างแถบมืดที่อยู่ติดกัน คือ $x = x_2 - x_1$

$$(2) - (1), \quad x_2 - x_1 = \frac{3L\lambda}{2d} - \frac{L\lambda}{2d}$$

$$x = \frac{L\lambda}{d}$$

$$d = \frac{L\lambda}{x}$$

แทนค่า

$$d = \frac{(50 \times 10^{-2} \text{ m})(540 \times 10^{-9} \text{ m})}{0.60 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$d = 450 \times 10^{-6} \text{ m}$$

ตอบ แสงสีเดียวส่องผ่านสลิตคู่ ซึ่งสลิตอยู่ห่างกัน 450 ไมโครเมตร

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5	แบบฝึกทักษะ 4	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 4
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 20 นาที
เรื่อง การแทรกสอดของแสง		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 / เลขที่.....

1. จากการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยวางฉากรับรู้การแทรกสอดไว้ห่างจาก สลิตคู่เป็นระยะทาง 100 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเป็น 0.02 มิลลิเมตร พบว่ามีแถบสว่าง – แถบมืดเกิดขึ้น บนฉากหลายแถบ ถ้าแสงนี้มีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตรแถบมืดที่ 1 กับแถบมืดที่ 6 ห่างกันกี่เซนติเมตร (ตอบ 12.5 เซนติเมตร)

วิธีทำ

2. จากการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยวางฉากรับรู้การแทรกสอดไว้ห่างจาก สลิตคู่เป็นระยะทาง 320 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเป็น 0.08 มิลลิเมตร พบว่ามีแถบสว่าง – แถบมืดเกิดขึ้น บนฉากหลายแถบ แถบมืดที่ 3 กับแถบมืดที่ 5 ห่างกัน 4 เซนติเมตร แสงนี้มีความยาวคลื่นกี่ นาโนเมตร (ตอบ 500 นาโนเมตร)

วิธีทำ

3. จากการทดลองเกี่ยวกับการแทรกสอดของแสงสี 2 แสงสี โดยวางฉากรับรู้การแทรกสอดไว้ห่างจากสลิตคู่และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเท่ากัน พบว่าแถบสว่างที่ ของแสงสีแรก เกิดขึ้นที่เดียวกับแถบมืดที่ 3 ของแสงสีที่สอง แสงสีที่สังเกตแถบสว่างมีความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร แสงสีที่สองจะมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร (ตอบ 480 นาโนเมตร)

วิธีทำ

4. จากการทดลองเกี่ยวกับการแทรกสอดของแสงสี 2 แสงสี โดยวางฉากรับร้วการแทรกสอดไว้ห่างจากสลิตคู่และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเท่ากัน พบว่าแถบสว่างที่ 2 ของแสงสีแรก เกิดขึ้นที่เดียวกับแถบสว่างที่ 7 ของแสงสีที่สอง แสงสีแรกมีความยาวคลื่น เป็นกี่เท่าของแสงสีที่ 2 (ตอบ $\frac{7}{2}$)

วิธีทำ

5. จากการทดลองหาความยาวคลื่นของแสงสีหนึ่ง โดยวางฉากรับร้วการแทรกสอดไว้ห่างจาก สลิตคู่เป็นระยะทาง 150 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างสลิตทั้งสองเป็น 0.05 มิลลิเมตร พบว่ามีแถบสว่าง – แถบมืดเกิดขึ้น บนฉากหลายแถบ แถบมืดที่ 2 กับแถบมืดที่ 5 ห่างกัน 9 เซนติเมตร แสงนี้มีความถี่เท่าไรเมื่อ ความเร็วของแสงเป็น 3×10^8 m/s (ตอบ 3.0×10^{14} Hz)

วิธีทำ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง แสง		
หัวข้อเรื่อง การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง		

35. สารระเหย

สารระเหย 5 พลังงาน

36. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

37. สารสำคัญ

การเลี้ยวเบนของแสง เป็นปรากฏการณ์ที่แสงสามารถอ้อมผ่านสิ่งกีดขวางได้

เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หาความยาวคลื่นของแสง มีลักษณะเป็นแผ่น ซึ่งประกอบด้วยช่องขนาดเล็กจำนวนมากมาย ตั้งแต่ 1,000 ถึง 10,000 ในช่วงความยาว 1 เซนติเมตร

การกระเจิงของแสง เป็นปรากฏการณ์ที่แสงตกกระทบอนุภาคเหล่านี้ เช่น กระทบโมเลกุลของอากาศ แสงจะถูกโมเลกุลของอากาศกระจัดกระจายไปโดยรอบ

38. จุดประสงค์การเรียนรู้

38.1 ด้านความรู้

- 7) บอกความหมายของการเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง
- 8) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง

38.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 2) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาค่าการเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง

38.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรม

- 3) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง
- 4) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

39. เนื้อหา การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง

40. กระบวนการจัดการเรียนรู้

21. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “แสงบนท้องฟ้าที่เห็นในเวลาเช้าตรู่ เวลา กลางวัน และขณะที่พระอาทิตย์ตกดิน”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “สีของท้องฟ้าที่เราเห็นในเวลาเช้า กลางวัน เย็น ต่างกันอย่างไร” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 5.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทน ของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสีของท้องฟ้าที่เราเห็นในเวลาเช้า กลางวัน เย็น ต่างกันอย่างไร เพื่อดึงสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 5.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง

22. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสงจากใบความรู้ 5 พร้อมกับใบงาน 5.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

23. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสงเพื่อให้ นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

24. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสงจากใบความรู้ 5

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 5.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 5

25. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสงมาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 5

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 5 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

7. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 5.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 5	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 5	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 5.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 5.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 5	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

41. การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 5.1 – 5.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 5 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 5	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 6	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

42. กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 5 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 เวลา 15 นาที
--	---------------------------------------	---

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

- ใช้แสงมีความยาวคลื่น 400 nm ตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ $50\text{ }\mu\text{m}$ เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดแรกห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 6.0 mm. ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกันกี่เซนติเมตร
ก. 25 ซม. ข. 50 ซม. ค. 75 ซม. ง. 100 ซม.
- ใช้แสงมีความยาวคลื่น 600 nm ตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ $100\text{ }\mu\text{m}$ เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดที่สามห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 12.0 mm. ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกันกี่เซนติเมตร
ก. 33 ซม. ข. 53 ซม. ค. 67 ซม. ง. 87 ซม.
- ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกัน 80 เซนติเมตร ให้แสงตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ $80\text{ }\mu\text{m}$ เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดที่สองห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 8.0 mm. แสดงว่าใช้แสงมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร
ก. 300 ข. 400 ค. 500 ง. 600
- ให้แสงตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ $1\text{ }\mu\text{m}$ และเกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยจะพบแถบมืดจะเกิดบนฉากได้สูงสุดกี่แถบ ถ้าใช้แสงมีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร
ก. 3 ข. 4 ค. 5 ง. 6
- แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ฉายผ่านสลิตเดี่ยว แล้วปรากฏภาพบนฉากเป็นแถบสว่างหลายแถบ ที่ระยะห่าง 2.5 เมตร และ ระยะระหว่างจุดมืดของแถบสว่างที่กว้างที่สุดเป็น 1.2 ซม. อยากทราบว่าสลิตกว้างกี่ไมโครเมตร
ก. 250 ข. 350 ค. 450 ง. 550
- แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร ฉายผ่านสลิตเดี่ยว แล้วปรากฏภาพบนฉากเป็นแถบสว่างหลายแถบ ที่ระยะห่าง 4 เมตร และ ระยะระหว่างจุดมืดของแถบสว่างที่กว้างที่สุดเป็น 1.1 ซม. อยากทราบว่า สลิตกว้างกี่ไมโครเมตร
ก. 400 ข. 500 ค. 600 ง. 700

- _____

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 5 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
--	--	--

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ค
3	ข
4	ข
5	ก
6	ก
7	ง
8	ค
9	ง
10	ก

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 5.1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

11. ให้นักเรียนเลือกแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ สีของท้องฟ้าที่เราเห็นในเวลาเช้า กลางวัน เย็น ต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

12. ความคิดเห็นของกลุ่มเกี่ยวกับ สีของท้องฟ้าที่เราเห็นในเวลาเช้า กลางวัน เย็น ต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

13. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า สีของท้องฟ้าที่เราเห็นในเวลาเช้า กลางวัน เย็น ต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 5.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างต่อไปนี้
10. เกรตติง มีลักษณะอย่างไร
11. การเลี้ยวเบนของแสง เมื่อผ่านช่องแคบ (สlitเดี่ยว) จะมีการเลี้ยวเบนได้ดี เมื่อ
.....
12. ที่ตำแหน่งแนวกลางของช่องแคบ จะเกิดเป็นแถบสว่างกว้าง ตามหลักการของฮอยเกนส์ที่ว่า “ทุก ๆ จุดบนสลิต จะทำหน้าที่เสมือนแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ใหม่และคลื่นจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้เมื่อพบกันจะแทรกสอดกัน” แสดงว่า แถบกลาง เกิดการแทรกสอดแบบใด
13. ในเรื่อง การเลี้ยวเบน สมการ $d \sin \theta = n\lambda$ หรือ $d \frac{x}{L} = n\lambda$ ใช้คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อการเลี้ยวเบนนั้น เป็นผลให้เกิดการแทรกสอด แบบใด
14. “d” เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทน
15. “L” เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทน
16. “x” เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทน
17. ถ้า ต้องการ หาจำนวนแถบสว่างทั้งหมด ที่เกิดขึ้น จากการเลี้ยวเบนของแสง จากสมการ $d \sin \theta = n\lambda$ ค่าใดควร มีค่าเท่ากับ 1
18. เมื่อ หาค่า n เพื่อ หาจำนวนแถบสว่างทั้งหมด จากสมการ $d \sin \theta = n\lambda$ แล้ว คำตอบ ควรจะเป็น
19. ถ้า แสงขาวพุ่งผ่านเกรตติง พบว่าแสงที่เลี้ยวเบนไปตกกระทบบนฉากชั้นให้แถบสเปกตรัมถึง 3 ชุด ถ้ามว่าแถบสว่างตรงกลาง จะมีสีอะไร

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 5.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 20 นาที
เรื่อง การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 / เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

11. ใช้แสงมีความยาวคลื่น 400 nm ตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ $50\text{ }\mu\text{m}$ เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดแรกห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 8.0 mm. ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกันกี่เซนติเมตร (ตอบ 100 ซม)

วิธีทำ

12. ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกัน 80 เซนติเมตร ให้แสงตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ $80\text{ }\mu\text{m}$ เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดที่สองห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 10.0 mm. แสดงว่าใช้แสงมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร (ตอบ 500 นาโนเมตร)

วิธีทำ

13. แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร ฉายผ่านสลิตเดี่ยว แล้วปรากฏภาพบนฉากเป็นแถบสว่างหลายแถบ ที่ระยะห่าง 2.5 เมตร และ ระยะระหว่างจุดมืดของแถบสว่างที่กว้างที่สุดเป็น 1.4 ซม. อยากทราบว่า สลิตกว้างกี่ไมโครเมตร (ตอบ 250 ไมโครเมตร)

วิธีทำ

14. ให้แสงสีแดงความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร ผ่านเกรตติงที่มีจำนวนเส้น 5,000 เส้นต่อเซนติเมตร จงหาจำนวนแถบสว่างทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่จะปรากฏบนฉาก (ตอบ 11 แถบ)

วิธีทำ

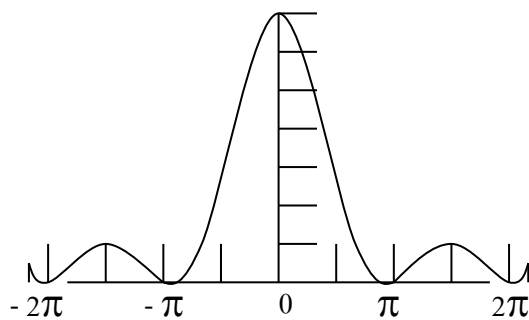
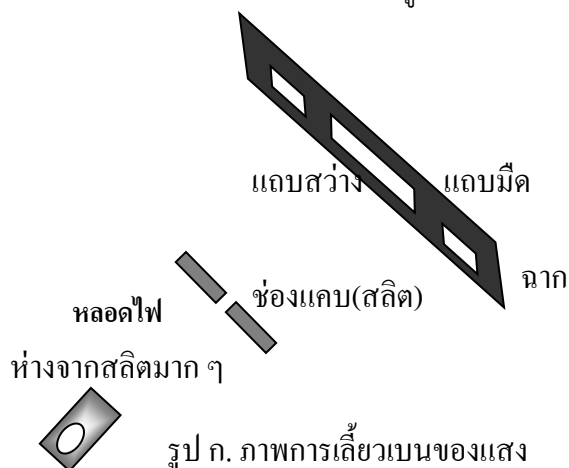
15. ให้แสงสีแดงส่องผ่านเกรตติงที่มีจำนวนช่อง 4,000 ช่องต่อตารางเซนติเมตร แล้วเกิดแถบสว่างปรากฏบนฉากจำนวนทั้ง 11 แถบ แสงนี้มีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร (ตอบ 500 นาโนเมตร)
วิธีทำ

16. แสงสีขาวที่ผ่านเกรตติงที่มีจำนวนช่อง 200 ช่องต่อความยาว 1 เซนติเมตร ถ้าต้องการให้แสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร เลี้ยวเบนห่างจากแถบสีขาว 0.6 เซนติเมตร จะต้องวางฉากให้ห่างจากเกรตติงอย่างน้อยเป็นระยะกี่เซนติเมตร (ตอบ 60 เซนติเมตร)
วิธีทำ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 5	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง		

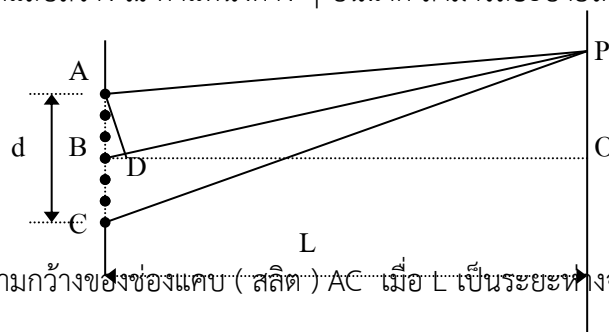
การเลี้ยวเบนของแสง

ในปี พ.ศ. 2203 กริมัลดี (Francesco Maria Grimaldi) เป็นคนแรกที่เห็นสมบัติการเลี้ยวเบนของแสง โดยทดลองให้แสงผ่านสลิตแคบ (คือความยาวมากกว่าความกว้างของสลิตมาก) จะเกิดปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนมีผลให้แถบสว่างกลางมีขนาดกว้างกว่าสลิต นอกจากนี้ถัดจากแถบสว่างกลางออกไปทั้งสองข้างยังมีแถบสว่างและแถบมืดสลับกันไป ดังรูป



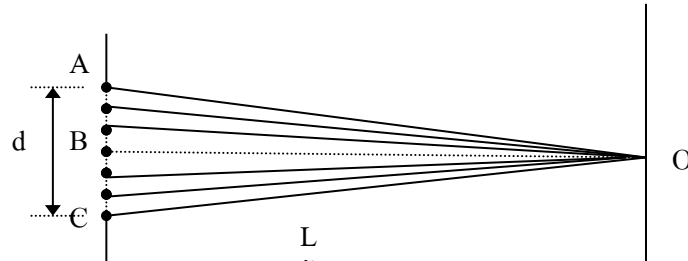
จากการทดลองที่ปรากฏว่า การเลี้ยวเบนของแสง สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อใช้แสงความยาวคลื่นเดียวจากหลอดไฟส่องผ่านสลิตเดี่ยว โดยให้หลอดไฟอยู่ห่างจากสลิตเป็นระยะทางที่ไกลมากเมื่อเทียบกับความกว้างของสลิต เราจึงอาจประมาณได้ว่า คลื่นแสงที่มาตกกระทบสลิตนั้นเป็นคลื่นระนาบ และโดยใช้หลักการของฮอยเกนส์ที่ถือว่าทุก ๆ จุดบนสลิตจะทำหน้าที่เสมือนแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ใหม่และคลื่นจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้เมื่อพบกันจะแทรกสอดแบบทำลาย (แถบมืด) หรือเสริม (แถบสว่าง) โดยแถบสว่างกลางจะกว้างและสว่างมากที่สุด อนึ่งถ้าความกว้างของสลิตเพิ่ม ความกว้างของแถบสว่างกลางจะแคบลง แต่ถ้าความกว้างของสลิตแคบลง ความกว้างของแถบกลางก็จะเพิ่มขึ้น

การเกิดแถบมืดแถบสว่าง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนฉาก สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

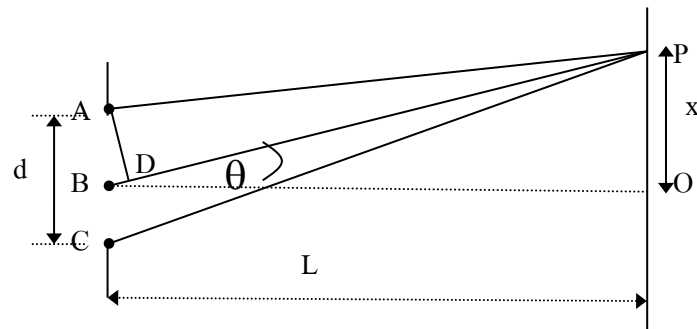


ให้ d เป็นความกว้างของช่องแคบ (สลิต) AC เมื่อ L เป็นระยะทางจาก สลิต d ถึง ฉาก และ $L \gg d$

จะได้ ตำแหน่ง O บนฉาก เป็นตำแหน่งกึ่งกลางที่เกิดแถบสว่างกลาง สามารถอธิบายได้ดังนี้ จากหลักของฮอยเกนส์ทุกจุดบนสลิตเดี่ยว AC จะทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีเฟสตรงกันและกระจายแสงออกโดยรอบ และ O จะห่างจากทุกจุดบน AB และ BC เท่ากัน ดังนั้นคลื่นแสงจากทั้งสองส่วน จึงแทรกสอดแบบเสริมกันตลอดเวลา จุด O จึงเป็นจุดกึ่งกลางของแถบสว่าง ดังรูป



ตำแหน่ง P เป็นตำแหน่ง ที่เกิดแถบมืดครั้งแรก (ที่ 1) ให้แบ่งสลิตเดี่ยว ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วพิจารณาคลื่นแต่ละคู่ที่มาหักล้างกันที่จุด P ให้จุด B เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างจุด A กับจุด C ถ้าระยะทางที่คลื่นจาก B และ A เคลื่อนที่ถึงฉากที่จุด P ต่างกันเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น ($\frac{\lambda}{2}$) คลื่นทั้งสองจะมีเฟสต่างกัน 180 องศา จึงทำให้เกิดการแทรกสอดแบบหักล้างกัน และถ้าพิจารณาคลื่นคู่อื่น ๆ ที่ออกจากแหล่งกำเนิด ซึ่งอยู่ถัดจาก A และ B ลงมาเป็นระยะเท่า ๆ กัน เมื่อคลื่นเหล่านั้นเคลื่อนที่มาถึงจุด P คลื่นแต่ละคู่จะมีเฟสต่างกัน 180 องศา ดังนั้น P จะเป็นตำแหน่งที่คลื่นทั้งหมดแทรกสอดแบบหักล้างกัน จุด P จึงเป็นจุดมืด ดังรูป



เมื่อลาก AD ตั้งฉากกับ BP ระยะ BD จะเท่ากับผลต่างของ BP กับ AP

$$BP - AP = BD$$

ถ้าให้มุม $\angle BPO = \theta$ และ P อยู่ไกลมาก ดังนั้นมุม $\angle BAD = \theta$ ด้วย

พิจารณารูปสามเหลี่ยม ABD

จะได้ $AB \sin \theta = BD$

และ $BP - AP = \frac{\lambda}{2}$ (BP และ AP มีเฟสต่างกัน 180 องศา)

นั่นคือ $AB \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$

แต่ $AB = \frac{d}{2}$

$$\frac{d}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$\frac{d}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$d \sin \theta = \lambda \quad \text{ในการหาความยาวคลื่นของแสง จากการทราบ}$$

ระยะห่างจากตำแหน่งของแถบมืดที่ 1 ถึงฉาก

ในการหาความยาวคลื่นของแสง จากการทราบระยะห่างจากตำแหน่งของแถบมืดที่ n ถึงฉาก

จะได้ $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

ถ้า ระยะ $x \ll L$ หรือ θ เป็น มุม เล็กมาก ๆ แล้ว $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \frac{x}{L}$

$$d \tan \theta = n\lambda$$

$$d \frac{x}{L} = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

ตัวอย่าง ขอบของแถบสว่างกลางอยู่เหนือแนวกลางเป็นค่ามุมไซน์เท่ากับ 0.0012 แสงที่ตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยวกว้าง 500 ไมโครเมตร จะมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร

วิธีทำ ขอบของแถบสว่างกลาง ก็คือ ตำแหน่งของแถบมืดที่ 1

$$\text{จาก } d \sin \theta = n\lambda$$

$$\text{แทนค่า } (500 \times 10^{-6} \text{ m})(0.0012) = (1) \lambda$$

$$\lambda = 6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 600 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 600 \text{ nm}$$

ตอบ ความยาวคลื่นของแสงนี้เท่ากับ 600 นาโนเมตร

ตัวอย่าง ระยะห่างระหว่างขอบสองข้างของแถบสว่างกลางบนฉากเท่ากับ 1.5×10^{-2} เมตร และอยู่ห่างจากจากสลิตออกไป 1.5 เมตร ซึ่งเกิดจากแสงที่มีความยาวคลื่นเท่าใด เมื่อตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยวที่มีความกว้าง 0.01 เซนติเมตร

วิธีทำ ระยะห่างระหว่างขอบสองข้างของแถบสว่างกลางบนฉากเท่ากับ 1.5×10^{-2} เมตร

ดังนั้น ระยะระหว่างขอบของแถบสว่างกลางถึงแนวกลาง คือ แถบมืดที่ 1 ถึงแนวกลาง (x)

$$\text{จะได้ } x = \frac{1.5 \times 10^{-2} \text{ m}}{2} = 0.75 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{จาก } d \frac{x}{L} = n\lambda$$

$$\text{แทนค่า } (0.01 \times 10^{-2} \text{ m}) \left(\frac{0.75 \times 10^{-2} \text{ m}}{1.5 \text{ m}} \right) = (1) \lambda$$

$$\lambda = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 500 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 500 \text{ nm}$$

ตอบ ความยาวคลื่นของแสงนี้เท่ากับ 500 นาโนเมตร

เกรตติง

สลิตคู่ ถือว่าเป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้หาความยาวคลื่นแสง ยังมีอุปกรณ์อีกอย่างหนึ่งที่ใช้หาความคลื่นของแสงได้ อุปกรณ์ที่ว่ำนี คือ **เกรตติง**

เกรตติง จะมีลักษณะเป็นแผ่น ซึ่งประกอบด้วยช่องขนาดเล็กจำนวนมากมาย ตั้งแต่ 1,000 ถึง 10,000 ในช่วงความยาว 1 เซนติเมตร

เมื่อแสงความยาวคลื่นเดียวตกกระทบเกรตติง แสงบางส่วนจะเบนออกจากแนวไปปรากฏบนฉาก เป็นแถบสว่างเล็ก ๆ แถบสว่างนั้นเกิดจากการแทรกสอดของแสงจากช่องอื่น ๆ ทุกช่อง ถ้าแสงขนานกตั้งฉากกับเกรตติง ช่องต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์ที่ให้คลื่นแสงทุกคลื่นที่มีเฟสตรงกัน การหาตำแหน่งของแถบสว่างใช้วิธีการเดียวกับการแทรกสอดผ่านสลิตคู่ โดย 2 ช่องที่อยู่ติดกัน คือ d เป็นระยะห่าง 1 ช่องในจำนวนช่องทั้งหมดของเกรตติง เมื่อแสงผ่านสลิตมาตกบนฉากจะมีเฟสตรงกัน ทำให้เกิดแถบสว่าง และผลต่างของระยะทางจะเท่ากับ จำนวนเท่าของความยาวคลื่น ($n\lambda$) สรุปเป็นเงื่อนไขได้ดังนี้

$$d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

จากการทดลองให้แสงขาว(เกิดจากการรวมกันของแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน) จากหลอดไฟฟ้าผ่านเกรตติงจะได้แถบสีเกิดขึ้นโดยที่แสงสีต่าง ๆ ในแถบสีนั้นมีความยาวคลื่นต่างกัน เช่น แสงสีม่วงมีความยาวคลื่นน้อยที่สุดและแสงสีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุด การเรียงแถบสีต่าง ๆ โดยแยกออกตามความยาวคลื่นของแสงเรียกว่า **สเปกตรัม** (spectrum) เช่น สเปกตรัมที่ได้จากการให้แสงอาทิตย์ผ่านปริซึมซึ่งจะแสดงว่าแสงอาทิตย์ประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ มารวมกัน ที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน ดังตาราง

ตาราง ความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ

แสงสี	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
ม่วง	360 – 450
น้ำเงิน	450 – 500
เขียว	500 – 570
เหลือง	570 – 590
แสด	590 – 610
แดง	610 – 760

ตัวอย่าง ฉายแสงความยาวคลื่น 634 นาโนเมตร ตกกระทบเกรตติงขนาด 5,000 ช่องต่อเซนติเมตร จะทำให้เกิดแถบสว่างที่ 1 ทำมุมกับแนวกลางเท่าใด

วิธีทำ จาก $d \sin \theta = n\lambda$

$$\left(\frac{1}{5,000} \times 10^{-2} \text{ m} \right) \sin \theta = (1) (634 \times 10^{-9} \text{ m})$$
$$\sin \theta = 0.317$$
$$\theta = \sin^{-1} (0.317)$$

ตอบ แถบสว่างที่ 1 ทำมุมกับแนวกลางเท่ากับ $\sin^{-1} (0.317)$ เรเดียน

ตัวอย่าง ฉายแสงสีขาวผ่านเกรตติงขนาด 120 ช่องต่อเซนติเมตร ถ้าต้องการให้แสงสีเขียวเลี้ยวเบนห่างจากแถบสีขาวแนวกลาง 0.6 เซนติเมตรต้องวางฉากห่างจากเกรตติงอย่างน้อย 100 เซนติเมตร แสงสีเขียวที่ได้นี้จะมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร

วิธีทำ จาก
$$d \frac{x}{L} = n\lambda$$

$$\left(\frac{1}{120} \times 10^{-2} \text{ m} \right) \left(\frac{0.6 \times 10^{-2} \text{ m}}{100 \times 10^{-2} \text{ m}} \right) = (1) \lambda$$

$$\lambda = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m} = 500 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 500 \text{ nm}$$

ตอบ แสงสีเขียวที่ได้นี้จะมีความยาวคลื่นเท่ากับ 500 นาโนเมตร
การกระเจิงของแสง

ตอนกลางวันในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส เราจะเห็นท้องฟ้าส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า แต่ขณะดวงอาทิตย์ขึ้นหรือตก เราจะเห็นท้องฟ้าบริเวณใกล้ ๆ ดวงอาทิตย์เป็นสีแดงเข้ม ปรากฏการณ์เช่นนี้อธิบายได้ว่าอย่างไร

โลกมีบรรยากาศห่อหุ้มอยู่และบรรยากาศประกอบด้วยฝุ่นและโมเลกุลต่าง ๆ หลายชนิดเมื่อแสงตกกระทบอนุภาคเหล่านี้ เช่น กระทบโมเลกุลของอากาศ แสงจะถูกโมเลกุลของอากาศกระจัดกระจายไปโดยรอบ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การกระเจิงของแสง** พบว่าแสงที่มีความยาวคลื่นน้อยเมื่อกระทบโมเลกุลของอากาศจะกระเจิงได้ดีมาก คือถ้าความยาวคลื่นยิ่งสั้น แสงก็จะยิ่งกระเจิงได้ดีมาก ในบรรดาแสงทั้งที่ตามองเห็น แสงสีม่วงซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นที่สุดกระเจิงได้ดีที่สุด ส่วนแสงสีน้ำเงินกระเจิงได้ดีรองจากแสงสีม่วง

เหตุใดในเวลากลางวันเราจึงเห็นท้องฟ้าเป็นสีน้ำเงิน ทั้ง ๆ ที่แสงสีน้ำเงินกระเจิงได้ดีน้อยกว่าแสงสีม่วง ทั้งนี้เป็นเพราะประสาทตาของเราับแสงสีน้ำเงินได้ดีกว่าแสงสีม่วงในตอนเช้าหรือตอนเย็น ขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังจะขึ้นหรือจวนจะตก ถ้าเรามองดูท้องฟ้าส่วนที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์จะเห็นเป็นสีแดง ทั้งนี้เนื่องจากขณะนั้นแสงอาทิตย์ต้องเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศเปรี๊ยะทางไกล จึงจะถึงตาเรา แสงสีน้ำเงินซึ่งกระเจิงได้ดี จึงกระจายหายไปทำให้มีเฉพาะแต่แสงย่านสีแดงเท่านั้นที่มาถึงตาเรา และเมื่อแสงสีแดงตกกระทบก้อนเมฆจะสะท้อนกลับมาสู่ตาเรา ทำให้ตาเห็นท้องฟ้าเป็นสีแดง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แบบฝึกทักษะ 5	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 5
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 20 นาที
เรื่อง การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 / เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

1. ใช้แสงมีความยาวคลื่น 500 nm ตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ $50\text{ }\mu\text{m}$ เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดแรกห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 8.0 mm. ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกันกี่เซนติเมตร (ตอบ 80 ซม)

วิธีทำ

2. ระยะห่างระหว่างสลิตเดี่ยวกับฉากห่างกัน 70 เซนติเมตร ให้แสงตกตั้งฉากผ่านสลิตเดี่ยว ที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ $70\text{ }\mu\text{m}$ เกิดการเลี้ยวเบนบนฉาก โดยแถบมืดที่ 3 ห่างจากกึ่งกลางแถบสว่าง 9.0 mm. แสดงว่าใช้แสงมีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร (ตอบ 300 นาโนเมตร)

วิธีทำ

3. แสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ฉายผ่านสลิตเดี่ยว แล้วปรากฏภาพบนฉากเป็นแถบสว่างหลายแถบ ที่ระยะห่าง 3.5 เมตร และ ระยะระหว่างจุดมืดของแถบสว่างที่กว้างที่สุดเป็น 1.0 ซม. อยากทราบว่า สลิตกว้างกี่ไมโครเมตร (ตอบ 350 ไมโครเมตร)

วิธีทำ

4. ให้แสงสีแดงความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร ผ่านเกรตติงที่มีจำนวนเส้น 8,000 เส้นต่อเซนติเมตร จงหาจำนวนแถบสว่างทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่จะปรากฏบนฉาก (ตอบ 11 แถบ)

วิธีทำ

5. ให้แสงสีเดี่ยวส่องผ่านเกรตติงที่มีจำนวนช่อง 2,500 ช่องต่อตารางเซนติเมตร แล้วเกิดแถบสว่างปรากฏบนฉากจำนวนทั้ง 17 แถบ แสงนี้มีความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร(ตอบ 500 นาโนเมตร)

วิธีทำ

6. แสงสีขาวที่ผ่านเกรตติงที่มีจำนวนช่อง 400 ช่องต่อความยาว 1 เซนติเมตร ถ้าต้องการให้แสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร เลี้ยวเบนห่างจากแถบสีขาว 1.2 เซนติเมตร จะต้องวางฉากให้ห่างจาก เกรตติงอย่างน้อยเป็นระยะกี่เซนติเมตร (ตอบ 60 เซนติเมตร)

วิธีทำ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง แสง และทัศนอุปกรณ์		
หัวข้อเรื่อง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง		

43. สารระที่

สารระที่ 5 พลังงาน

44. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

45. สารสำคัญ

แสงมีแนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แต่เมื่อแสงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางเรียกว่า รอยต่อระหว่างตัวกลาง จะมีผลให้แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยนไป ส่วนของแสงที่ไม่สามารถผ่านตัวกลางไปได้ จะเกิดการสะท้อนของแสง และ เป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง คือ 1) รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน 2) มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

46. จุดประสงค์การเรียนรู้

46.1 ด้านความรู้

- 9) บอกความหมายของการเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง
- 10) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง

46.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 3) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบรวจตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาการเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสงและการกระเจิงของแสง

46.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรม

- 5) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์การการเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง
- 6) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

47. เนื้อหา การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง

48. กระบวนการจัดการเรียนรู้

26. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “รูปภาพที่นักเรียนประทับใจที่สุด และต้องการดูให้ได้”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “การมองเห็นวัตถุต่าง ๆ เป็นผลมาจากอะไรบ้าง” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 6.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการมองเห็นวัตถุต่าง ๆ เป็นผลมาจากอะไรบ้าง เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 6.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง

27. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง จากใบความรู้ 6 พร้อมกับใบงาน 6.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

28. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

29. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง จากใบความรู้ 6

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 6.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 6

30. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 6

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 6 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

7. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 6.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 6	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 6	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 6.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 6.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 6	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

8. การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 6.1 – 6.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 6 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 6	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 6	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

9. กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 6 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6 เวลา 15 นาที
--	---------------------------------------	--

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. นายกร สูง 1.8 เมตร ยืนอยู่หน้ากระจกเงาราบ ถ้าต้องการให้เห็นเต็มตัว จะต้องใช้กระจกเงารายาวน้อยที่สุดเท่าใด
ก. 0.9 เมตร ข. 0.8 เมตร ค. 0.7 เมตร ง. 0.6 เมตร
2. นายเอกสูง 180 เซนติเมตร และตาเขาอยู่ต่ำจากส่วนสูงที่สุดในร่างกาย 12 เซนติเมตร มีกระจกราบแขวนอยู่ข้างฝาในแนวตั้ง ขอบบนของกระจกต้องอยู่สูงจากพื้นเท่าใด จึงจะทำให้เขามองเห็นเอว ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 102 เซนติเมตร
ก. 165 เซนติเมตร ข. 145 เซนติเมตร ค. 135 เซนติเมตร ง. 115 เซนติเมตร
3. ถ้าเลื่อนกระจกเงาราบเข้าหาวัตถุด้วยความเร็ว 15 m/s แล้วภาพในกระจกเงาราบ จะเลื่อนด้วยความเร็วเป็นเท่าไร
ก. 40 m/s ข. 30 m/s ค. 20 m/s ง. 15 m/s
4. ถ้าวัตถุเลื่อนเข้าหากระจกด้วยความเร็ว 12 m/s แล้วภาพในกระจกเงาราบ จะเลื่อนด้วยความเร็วเป็นเท่าไร
ก. 24 m/s ข. 18 m/s ค. 16 m/s ง. 12 m/s
5. ถ้าวางวัตถุที่มีความสูง 10 เซนติเมตร ไว้หน้ากระจกนูนซึ่งมีรัศมีความโค้ง 50 เซนติเมตร โดยวางให้ห่างจากหน้ากระจกเป็นระยะ 100 เซนติเมตร จงหาความสูงของภาพว่ามีขนาดกี่เซนติเมตร
ก. 1.5 เซนติเมตร ข. 2.0 เซนติเมตร ค. 2.5 เซนติเมตร ง. 3.0 เซนติเมตร
6. เมื่อเอาวัตถุมาวางไว้ที่หน้ากระจกโค้งอันหนึ่งมีระยะห่าง 10 เซนติเมตร พบว่าจะเกิดภาพซึ่งเอาฉากรับได้ที่ระยะ 10 เซนติเมตร จงหาชนิดของกระจกโค้งนี้ และมีความยาวโฟกัสกี่เซนติเมตร
ก. เว้า , 5 เซนติเมตร ข. นูน , 5 เซนติเมตร ค. เว้า , 10 เซนติเมตร ง. นูน , 10 เซนติเมตร
7. กระจกโค้งทรงกลมอันหนึ่ง เมื่อวางวัตถุไว้ห่างจากกระจก 60 เซนติเมตร ปรากฏว่าภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพหัวตั้งมีขนาดโต 1.5 เท่าของวัตถุ จงหาชนิดของกระจกโค้งนี้ และมีความยาวโฟกัสกี่เซนติเมตร
ก. เว้า , 90 เซนติเมตร ข. นูน , 90 เซนติเมตร ค. เว้า , 180 เซนติเมตร ง. นูน , 180 เซนติเมตร
8. กระจกนูน (M_1) บานหนึ่งวางตั้งฉากกับแกนमुखสำคัญของกระจกเว้า (M_2) ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 20 เซนติเมตร หันหน้าเข้าหากันดังรูป และอยู่ห่างกัน 35 เซนติเมตร วัตถุสูง 8 เซนติเมตร วางตั้งขนานอยู่

หน้ากระจกเงาและห่างจากกระจกเงา 5 เซนติเมตร จงหาชนิดของภาพสุดท้ายที่เกิดจากการสะท้อนสองครั้งโดยให้สะท้อนครั้งแรกที่กระจกเงา

ก. ภาพจริง , ห่างจากกระจกเงา 13.3 ซม.

ข. ภาพเสมือน , ห่างจากกระจกเงา

13.3 ซม

ค. ภาพจริง , ห่างจากกระจกเงา 16.7 ซม

ง. ภาพเสมือน , ห่างจากกระจกเงา 16.7

ซม

9. ทันตแพทย์ถือกระจกเว้ารัศมีความโค้ง 4 เซนติเมตร ห่างจากฟันที่ต้องการอุดเป็นระยะ 1 เซนติเมตร ทันตแพทย์จะเห็นฟันในกระจกขยายกี่เท่า

ก. 1.5 เท่า

ข. 2.0 เท่า

ค. 2.5 เท่า

ง. 3.0 เท่า

10. กระจกโค้งบานหนึ่งให้ภาพจริงขนาดเดียวกับวัตถุ เมื่อวางวัตถุไว้ที่ระยะ 20 เซนติเมตร จากกระจก ถ้าต้องการภาพเสมือนขนาดขยาย 2.5 เท่าของวัตถุ จะต้องวางวัตถุห่างจากครั้งแรกกี่เซนติเมตร

ก. 17.0

ข. 14.0

ค. 8.0

ง. 5.0



รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
--	--	---

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ก
2	ค
3	ข
4	ง
5	ข
6	ก
7	ค
8	ก
9	ข
10	ข

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 6.1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เวลา 10 นาที
เรื่อง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

14. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า การมองเห็นวัตถุต่าง ๆ เป็นผลมาจากอะไรบ้าง

.....

.....

.....

15. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า การมองเห็นวัตถุต่าง ๆ เป็นผลมาจากอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

16. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า การมองเห็นวัตถุต่าง ๆ เป็นผลมาจากอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 6.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เวลา 40 นาที
เรื่อง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะมีลักษณะอย่างไร
2. อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ มีค่าประมาณเท่าใด
3. รังสีของแสง ถูกแบ่งเป็น 3 แบบ คือ
4. ระยะภาพ และ ระยะวัตถุ จะสัมพันธ์กันอย่างไร สำหรับ กระจกเงาระนาบ
5. ส่วนประกอบที่สำคัญของกระจกโค้ง ที่ทำหน้าที่ รวมแสง เรียกว่า
31. แนวรังสีของแสงที่ลากผ่าน จุดศูนย์กลางความโค้ง จะเป็นอย่างไร ระหว่าง รังสีตกกระทบ และ รังสีสะท้อน คือ
7. กระจกโค้งทรงกลม มี 2 แบบ คือ
8. กระจกโค้งแบบใดที่ทำหน้าที่ รวมแสง
9. กระจกโค้งแบบใดที่ทำหน้าที่ กระจายแสง
10. กระจกโค้งแบบใด ที่ค่าของจุดโฟกัส เป็นลบ เสมอ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 6.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

11. นายกร สูง 1.60 เมตร ยืนอยู่หน้ากระจกเงาราบ ถ้าต้องการให้เห็นเต็มตัว จะต้องใช้กระจกเงาราบยาวน้อยที่สุดเท่าใด
(ตอบ 80 เซนติเมตร)
วิธีทำ

12. นายเอกสูง 180 เซนติเมตร และตาเขาอยู่ต่ำจากส่วนสูงที่สุดในร่างกาย 10 เซนติเมตร มีกระจกราบแขวนอยู่ข้างฝาในแนวตั้ง ขอบบนของกระจกต้องอยู่สูงจากพื้นเท่าใด จึงจะทำให้เขามองเห็นเอว ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 104 เซนติเมตร
(ตอบ 137 เซนติเมตร)
วิธีทำ

13. ถ้าเลื่อนกระจกเงาราบเข้าหาวัตถุด้วยความเร็ว 13 m/s แล้วภาพในกระจกเงาราบ จะเคลื่อนด้วยความเร็วเป็นเท่าไร
(ตอบ 26 เมตรต่อวินาที)
วิธีทำ

14. ถ้าวัตถุเลื่อนเข้าหากระจกด้วยความเร็ว 9 m/s แล้วภาพในกระจกเงาราบ จะเคลื่อนด้วยความเร็วเป็นเท่าไร
(ตอบ 9 เมตรต่อวินาที)
วิธีทำ

15. ถ้าวางวัตถุที่มีความสูง 9 เซนติเมตร ไว้หน้ากระจกนูนซึ่งมีรัศมีความโค้ง 50 เซนติเมตร โดยวางให้ห่างจากหน้ากระจกเป็นระยะ 100 เซนติเมตร จงหาความสูงของภาพว่ามีขนาดกี่เซนติเมตร (ตอบ 1.8 เซนติเมตร)
วิธีทำ

16. เมื่อเอาวัตถุมาวางไว้ที่หน้ากระจกโค้งอันหนึ่งมีระยะห่าง 9 เซนติเมตร พบว่าจะเกิดภาพซึ่งเอานาฬิกาจับได้ที่ระยะ 9 เซนติเมตร จงหาชนิดของกระจกโค้งนี้ และมีความยาวโฟกัสกี่เซนติเมตร (ตอบ เว้า , 4.5 ซม.)
วิธีทำ

17. กระจกโค้งทรงกลมอันหนึ่ง เมื่อวางวัตถุไว้ห่างจากกระจก 60 เซนติเมตร ปรากฏว่าภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพหัวตั้งมีขนาดโต 2.5 เท่าของวัตถุ จงหาชนิดของกระจกโค้งนี้ และมีความยาวโฟกัสกี่เซนติเมตร
วิธีทำ (ตอบ เว้า , 100 ซม.)

18. กระจกกระนาบ (M_1) บานหนึ่งวางตั้งฉากกับแกนमुखสำคัญของกระจกเว้า (M_2) ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 20 เซนติเมตร หันหน้าเข้าหากันดังรูป และอยู่ห่างกัน 40 เซนติเมตร วัตถุสูง 5 เซนติเมตร วางตั้งขนานอยู่หน้ากระจกกระนาบและห่างจากกระจกกระนาบ 10 เซนติเมตร จงหาชนิดของภาพสุดท้ายที่เกิดจากการสะท้อนสองครั้งโดยให้สะท้อนครั้งแรกที่กระจกกระนาบ (ตอบ ภาพจริง , ห่างจากกระจกเว้า 12.5 ซม.)
วิธีทำ

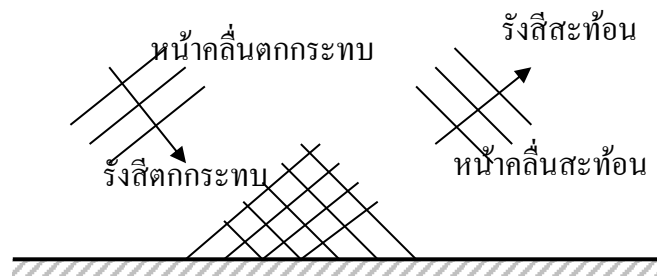
รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 6	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง		

การเคลื่อนที่ของแสงและอัตราเร็วของแสง

แสงจะเกี่ยวข้องกับชีวิตของเราตลอด รวมทั้งปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของแสง จากแหล่งกำเนิดหลากหลายชนิด แต่เราทราบหรือไม่ว่า ธรรมชาติของแสงเป็นอย่างไร แสงเคลื่อนที่อย่างไร และเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด

การศึกษาแสงที่ตามองเห็น มีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นเดียวกับ ไมโครเวฟ อนุตรวาโอโอเลต ฯลฯ ในสุญญากาศแสงจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยอัตราเร็วประมาณ 3.00×10^8 เมตรต่อวินาที เมื่อแสงเคลื่อนที่ได้เร็วมาก การเรียกระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ได้ในสุญญากาศในเวลา 1 ปี จะเรียกว่า ระยะทาง 1 ปีแสง สำหรับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางต่าง ๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน และทุกอัตราเร็วจะมีค่าน้อยกว่าอัตราเร็วแสงในสุญญากาศ

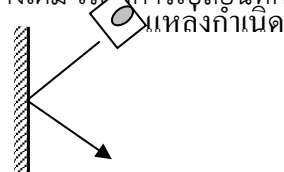
จากการศึกษาคลื่นแสงเกี่ยวกับการสะท้อน การเลี้ยวเบน การอธิบายปรากฏการณ์เหล่านี้พบว่า การเขียนเส้นตรงแสดงหน้าคลื่น และใช้รังสีแสดงทิศทางจะทำให้เข้าใจดี ดังรูป



การศึกษาสมบัติของแสงโดยอาศัยรังสีและวิชาเรขาคณิตในการวิเคราะห์ เรียกว่า ทศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต

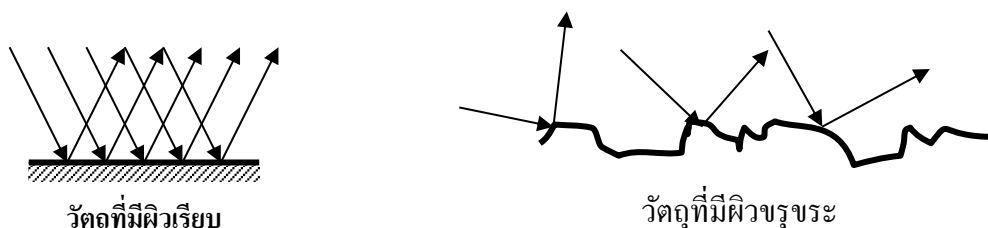
การสะท้อนของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ แสงจะเคลื่อนที่เป็นแนวตรง และถ้าแสงเคลื่อนที่ไปกระทบวัตถุต่างชนิดกันแล้วเป็นวัตถุทึบแสงที่มีผิวขรุขระ แสงจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งบนผิวที่แสงกระทบและเคลื่อนที่ย้อนกลับในตัวกลางเดิม เรียกว่าการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงนี้ว่า การสะท้อน

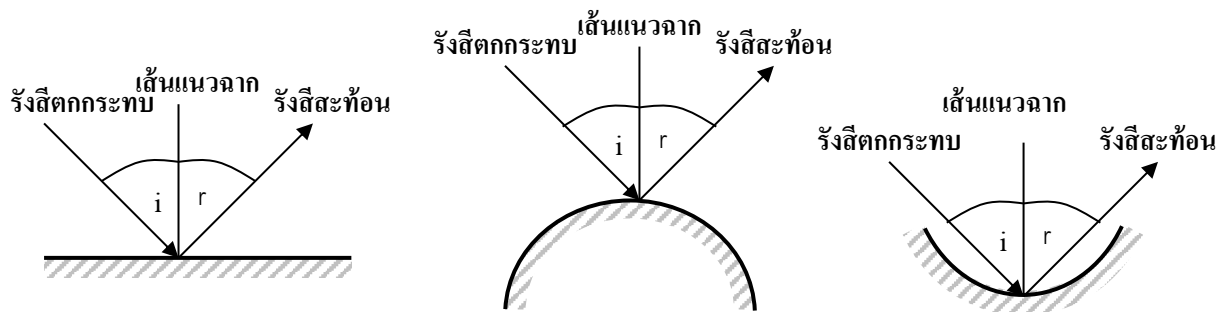


ตามปกติเมื่อแสงตกกระทบวัตถุใด วัตถุส่วนมากจะดูดกลืนแสงไว้ส่วนหนึ่ง และแสงส่วนที่เหลือจะสะท้อนที่ผิววัตถุ สำหรับวัตถุที่เป็นกระจกเงา แสงจะสะท้อนเกือบทั้งหมด

โดยทั่วไปลักษณะการสะท้อนของแสงขึ้นกับลักษณะผิวของวัตถุ ดังรูป



การสะท้อนของแสงที่เกิดขึ้นบนวัตถุในแต่ละผิวจะให้ผล เช่นเดียวกันคือ รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก จะอยู่บนระนาบเดียวกัน นอกจากนี้ มุมตกกระทบ i และมุมสะท้อน r ในแต่ละกรณีก็มีค่าเท่ากัน ดังรูป



จึงสรุปเป็น กฎการสะท้อนของแสง ที่ผิววัตถุใด ๆ ได้ดังนี้

รูป การสะท้อนของแสงที่ผิวเรียบแบบต่าง ๆ

1. ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก อยู่ในระนาบเดียวกัน

2. มุมตกกระทบ i เท่ากับ มุมสะท้อน r

ภาพในกระจกเงาราบ

ภาพของวัตถุในกระจกเงาราบ จะอยู่หลังกระจก ถ้าวัตถุนั้นมีลักษณะเป็นจุด ภาพก็เป็นจุด วัตถุที่มีขนาด ภาพก็มีขนาด โดยมีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุเสมอ และระยะภาพจะเท่ากับระยะวัตถุด้วยเมื่อวัดจากกระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ จึงเรียกว่า ภาพเสมือน เราสามารถแสดง ตำแหน่งและขนาดของภาพที่เกิดหลังกระจกได้ โดยใช้กฎการสะท้อนของแสง ดังต่อไปนี้

รูปต่อไปนี้ แสดงการหาระยะภาพ

การหาระยะภาพ ของวัตถุ P ที่เป็นจุด ถ้า PB เป็นรังสีจากวัตถุตกกระทบกระจกเงาราบ และ BQ เป็นรังสีสะท้อนต่อ QB ไปตัดส่วนต่อของ PA ที่จุด P' ดังรูป P' เป็นภาพของ P

พิจารณา $\triangle ABP$ จะได้

$$\tan \angle APB = \tan i = \frac{AB}{S}$$

พิจารณา $\triangle ABP'$ จะได้

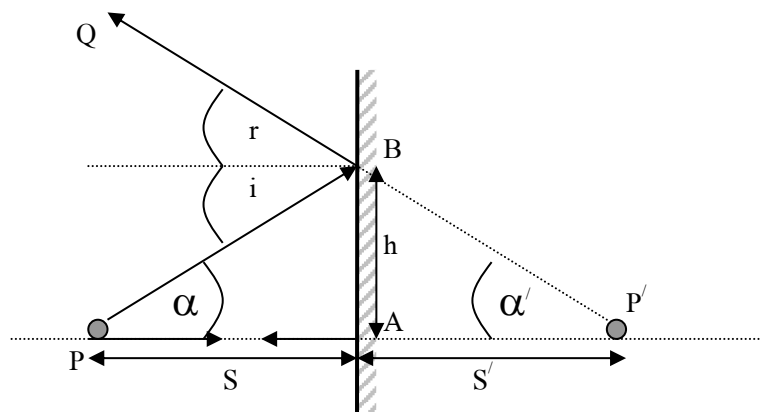
$$\tan \angle AP'B = \tan r = \frac{AB}{S'}$$

เพราะว่า $i = r$ จะได้

นั่นคือ

$$\frac{AB}{S} = \frac{AB}{S'} \Rightarrow S = S'$$

สรุปได้ว่า ระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพเสมอ



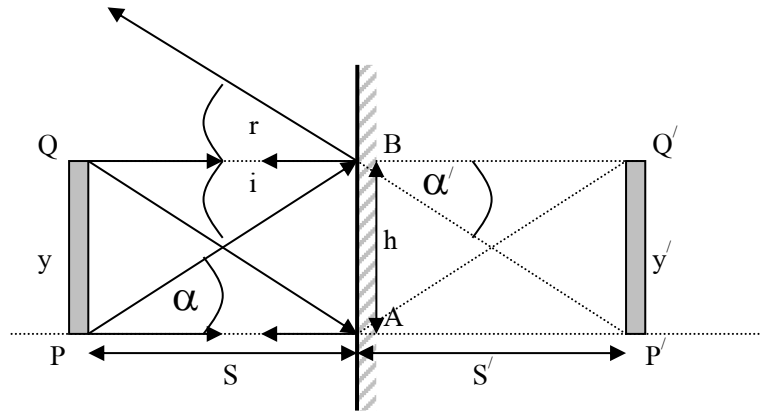
รูปต่อไปนี้จะแสดงการหาขนาดของภาพ

ถ้าวัตถุ PQ มีขนาด y จากรูปด้านข้าง
ภาพของวัตถุ PQ คือ $P'Q'$ มีขนาด y'
เพราะ $PA = AP'$ และ $QB = BQ'$ จาก
เรขาคณิตจะได้ว่า

$$PQ = P'Q'$$

$$\text{หรือ } y = y'$$

จะเห็นว่าสำหรับกระจกเงาราบ ขนาด
ของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุเสมอ



สรุปเกี่ยวกับวัตถุที่อยู่หน้าผิวสะท้อนราบได้ว่า

1. ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ
2. ขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุ

ตัวอย่าง ถ้าชายคนหนึ่งสูง 170 เซนติเมตร และตาของเขายู่ต่ำจากส่วนที่สูงที่สุดในร่างกายเป็นระยะ 10 เซนติเมตร มีกระจกเงาราบตั้งอยู่บนพื้นในแนวตั้ง ขอบบนของกระจกต้องอยู่สูงจากพื้นเท่าใด จึงจะทำให้เขา มองเห็นเอวซึ่งอยู่สูงจากพื้น 100 เซนติเมตร

วิธีทำ เขียนทางเดินของแสง และกำหนดจุดตามที่โจทย์กำหนด จะได้ดังรูป

จากรูป AE คือ ความสูงของชายคนนี้
เท่ากับ 170 ซม.

DE คือ ระยะจากตาถึงส่วนที่สูงที่สุด
เท่ากับ 10 ซม.

AB คือ ความสูงจากพื้นถึงเอว
เท่ากับ 100 ซม.

AC คือ ระยะขอบบนของกระจกถึงพื้น

จากกฎการสะท้อนของแสงจะได้ $BC = CD = X$

จะได้ $AE = AB + BC + CD + DE$

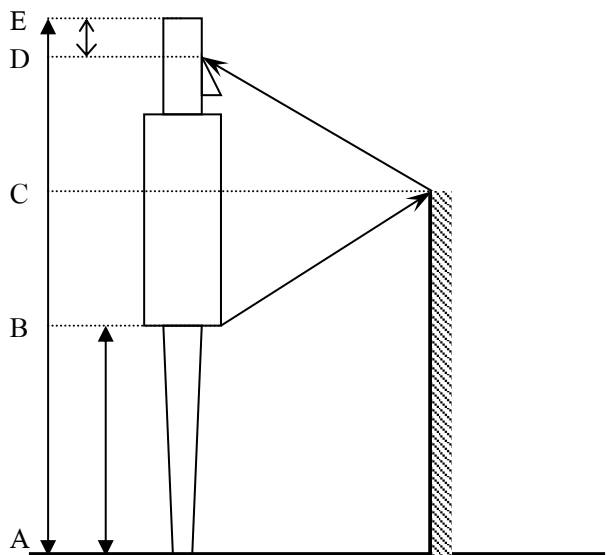
$$170 = 100 + X + X + 10$$

$$2X = 170 - 110 = 60$$

$$X = \frac{60}{2} = 30 \text{ จะได้ } BC = 30$$

แต่ $AC = AB + BC = 100 + 30 = 130$ เซนติเมตร

$\therefore$ ขอบบนของกระจกสูงจากพื้น เท่ากับ 130 เซนติเมตร **ตอบ**



ภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงบนกระจกผิวโค้งทรงกลม

ภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงบนกระจกผิวโค้งทรงกลม จะเกิดภาพที่อยู่ได้ทั้งด้านหน้ากระจก และหลังกระจก ในลักษณะทั้งหัวตั้งและหัวกลับ ระยะภาพอยู่ใกล้หรือไกลจากกระจกเมื่อเทียบกับระยะวัตถุ และขนาดของภาพเล็กกว่าหรือใหญ่กว่าวัตถุ ภาพที่ได้เป็นเช่นนี้เนื่องจากการสะท้อนของแสง และลักษณะ ความโค้งของกระจก ทำให้เห็นภาพลักษณะต่าง ๆ กันออกไป ดังนั้นการอธิบายภาพที่เกิดขึ้นจึงต้องเข้าใจส่วน ต่าง ๆ ของกระจกเงาโค้ง และชนิดของกระจกเงาโค้ง

กระจกเงาโค้งทรงกลม จะมี 2 ชนิด คือ 1. กระจกเว้า 2. กระจกนูน

ส่วนต่าง ๆ ของกระจกที่ควรทราบ

C คือ ศูนย์กลางความโค้งของกระจก

R คือ รัศมีความโค้งของกระจก เป็นเส้นตรงที่ลากจุดยอดถึงศูนย์กลางความโค้งของกระจก

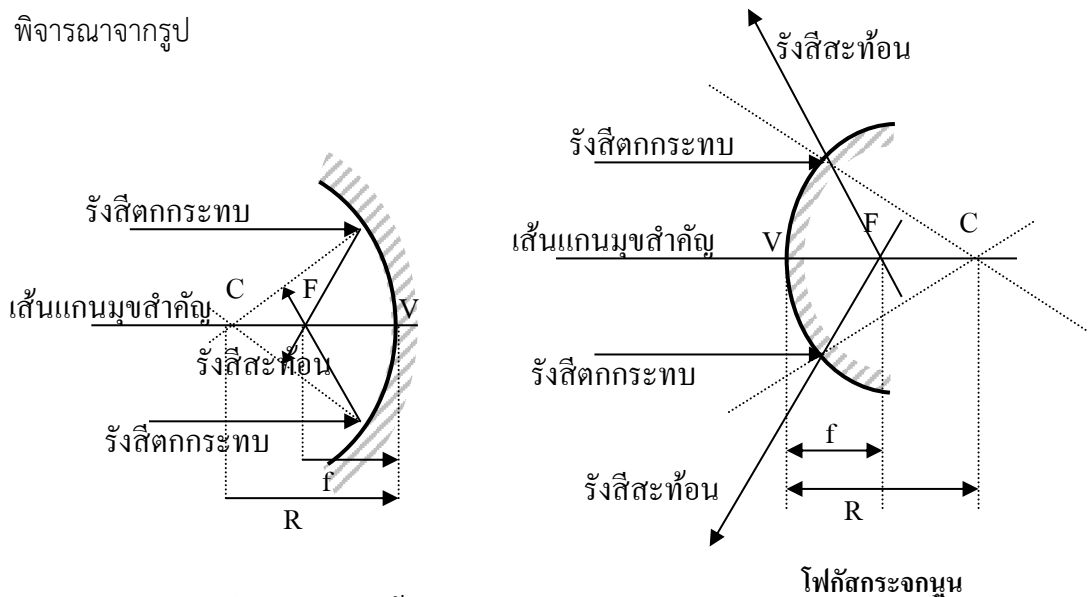
V คือ จุดยอดของกระจกโค้ง

เส้นแกนमुखสำคัญ เป็นเส้นตรงที่ลากผ่านจุดยอด V และจุดศูนย์กลางความโค้ง C

F คือ จุดโฟกัส เป็นจุดรวมของรังสีสะท้อน ที่สะท้อนมารวมกันที่จุดโฟกัสทั้งหมดที่ขนานกับ เส้นแกนमुखสำคัญ

f คือ ความยาวโฟกัส เป็นระยะจากจุดยอดของกระจกถึงจุดโฟกัส

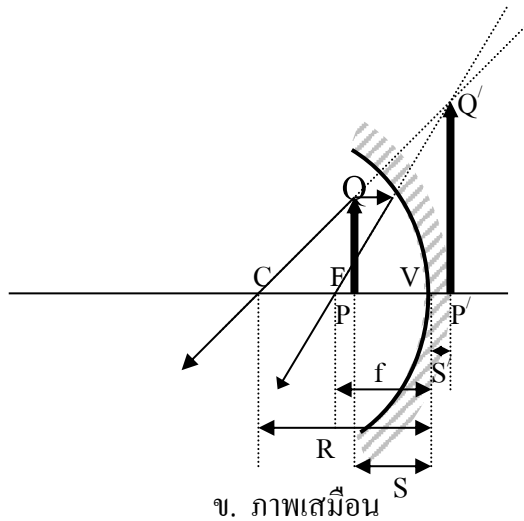
พิจารณาจากรูป



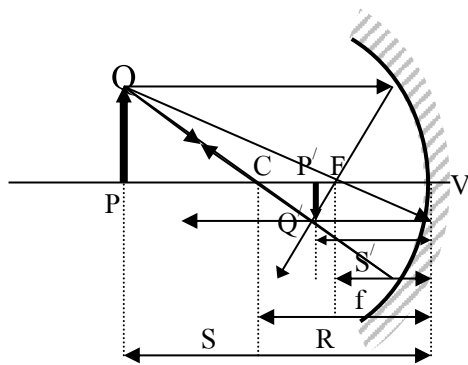
จะได้ ความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวโฟกัส และรัศมีความโค้งของกระจก คือ $f = \frac{R}{2}$

การหาตำแหน่งภาพของวัตถุมีขนาดที่อยู่หน้ากระจกเว้า สรุปเป็นหลักที่ใช้ในการเขียนรูปแสดงการเกิดภาพ ดังนี้

1. เขียนรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุถึงผิวกระจกในแนวซึ่งมีขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญจะได้รังสีสะท้อนจากผิวกระจกผ่านโฟกัส
2. เขียนรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุผ่านโฟกัสถึงผิวกระจก จะได้รังสีสะท้อนจากผิวกระจกขนานกับแกนमुखสำคัญ
3. เขียนรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุผ่านศูนย์กลางความโค้งถึงผิวกระจก จะได้รังสีสะท้อนจากผิวกระจกย้อนกลับทางเดิม



ข. ภาพเสมือน



ก. ภาพจริง

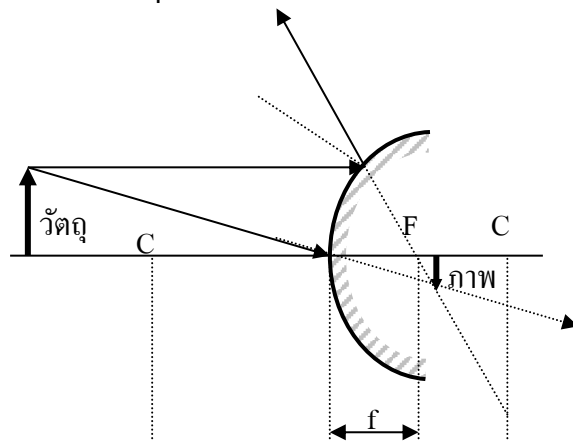
จากรูป ข้างบน แสดงการเขียนภาพของวัตถุ QP โดยเขียนรังสีตกกระทบจากจุดปลายวัตถุ Q ตามหลักการเขียนรูป แสดงการเกิดภาพดังกล่าวข้างต้น ได้รังสีสะท้อนทั้งสามรวมกันที่ Q' ส่วนรังสีอื่น ๆ จาก Q เมื่อสะท้อนจากกระจกก็จะผ่านจุด Q' ด้วย ดังนั้น Q' เป็นภาพของจุดปลาย Q อาจแสดงลักษณะเดียวกันได้ว่า ภาพของจุดวัตถุทั้งหลายที่อยู่ต่ำลงมาในช่วง QP ก็จะอยู่ในช่วง Q'P' ดังนั้น Q'P' คือภาพของ QP

จากรูป ก. รังสีสะท้อนทั้งหลายตัดกันจริงหน้ากระจกเงา ภาพที่เกิดเป็น **ภาพจริง** ที่สามารถใช้ฉากรับภาพได้ พบว่า ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากกระจกเงาไกลกว่าความยาวโฟกัส f จะเกิดภาพจริงทุกครั้งไป แต่ถ้าวัตถุอยู่ระหว่างจุดโฟกัสกับขั้วกระจก การเขียนรังสีของแสงสะท้อน พบว่า รังสีสะท้อนเสมือนตัดกันหลังกระจกเงา ภาพที่เกิดหลังกระจกจึงเป็น ภาพเสมือน ดังรูป ข.

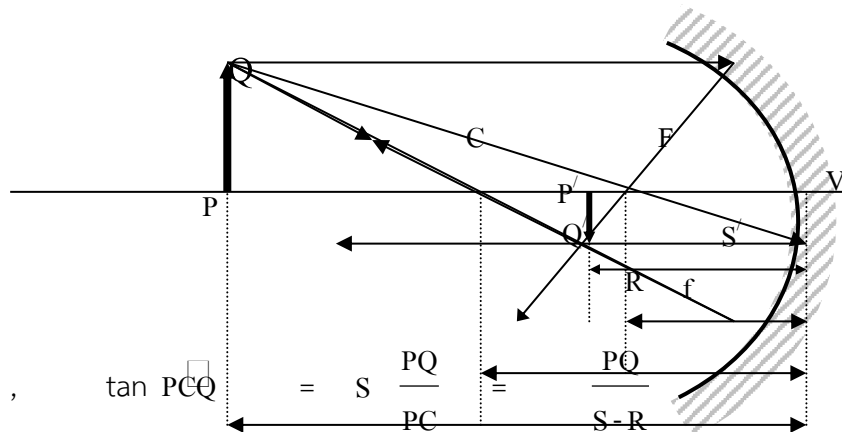
สำหรับขนาดของภาพมีทั้งใหญ่กว่า เท่า และเล็กกว่าวัตถุ เรียกการเปรียบเทียบขนาดของภาพกับขนาดของวัตถุว่า **การขยาย** ให้ M แทนการขยาย จะได้

$$M = \frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}}$$

สำหรับการเกิดภาพของกระจกนูน อาจแสดงได้ในทำนองเดียวกัน ดังรูป ข้างล่างนี้ พบว่าภาพจากกระจกนูนเป็น ภาพเสมือนที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุทั้งสิ้น

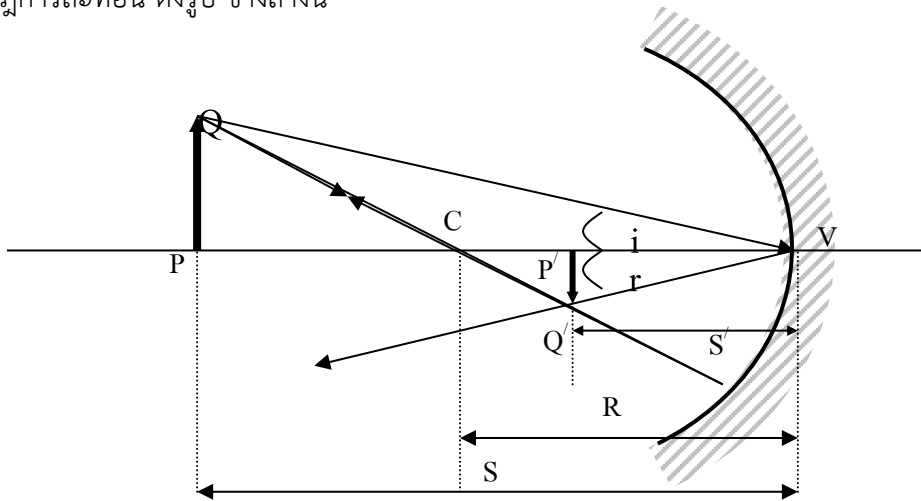


การหาดำแหน่งภาพ นอกจากจะใช้วิธีเขียนรังสีของแสงตกกระทบและรังสีของแสงสะท้อนแล้ว ยังสามารถใช้วิชาคณิตศาสตร์คำนวณหาดำแหน่งภาพได้ พิจารณารูปข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างสำหรับกระจกเว้า



$$\begin{aligned}
 &\text{ใน } \triangle CPQ, \quad \tan \angle PCQ = \frac{PQ}{PC} = \frac{PQ}{S-R} \\
 &\text{ใน } \triangle CP'Q', \quad \tan \angle P'CQ' = \frac{P'Q'}{P'C} = \frac{P'Q'}{R-S'} \\
 &\quad \angle PCQ = \angle P'CQ' \\
 &\quad \frac{PQ}{S-R} = \frac{P'Q'}{R-S'} \\
 &\quad \frac{P'Q'}{PQ} = \frac{R-S'}{S-R} \quad \dots\dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

ถ้าเขียนรังสีจาก Q อีกเส้นหนึ่งไปตกกระทบบนกระจกเว้าที่ชี้สู่กระจก V แสงสะท้อนผ่าน Q' เช่นกันซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน ดังรูป ข้างล่างนี้



ใน $\triangle PQV$, $\tan \angle PVQ = \frac{PQ}{S}$

ใน $\triangle P'Q'V$, $\tan \angle P'VQ' = \frac{P'Q'}{S'}$

เนื่องจาก $\angle PVQ = \angle P'VQ'$ (มุมตกกระทบ i = มุมสะท้อน r)

ดังนั้น $\frac{PQ}{S} = \frac{P'Q'}{S'}$

$$\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{S'}{S} \quad \dots\dots\dots (2)$$

(1) = (2) จะได้ $\frac{S'}{S} = \frac{R-S'}{S-R}$

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{2}{R}$$

แต่ $f = \frac{R}{2}$

จะได้ $\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}$

$$\text{เมื่อใช้สมการ } M = \frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}} \text{ วิเคราะห์จะได้ } \frac{P'Q'}{PQ} = \frac{S'}{S} \text{ นั่นคือ การขยาย}$$

เท่ากับอัตราส่วนระหว่างระยะภาพกับระยะวัตถุ

$$\text{นั่นคือ} \quad M = \frac{S'}{S}$$

หลักที่ใช้ในการเขียนรูปแสดงการเกิดภาพ หรือการคำนวณหาตำแหน่งภาพ หรือการหาการขยาย สำหรับกระจกนูนก็เป็นเช่นเดียวกับกระจกเว้า

$$\text{การใช้สมการ } \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f} \text{ หรือสมการกระจกเงา หาตำแหน่งของภาพ หรือการ}$$

ขยายจะต้องกำหนดเครื่องหมาย + หรือ - สำหรับ S, S' และ f ดังนี้

1. ให้ระยะวัตถุและระยะภาพมีเครื่องหมาย + เมื่อวัตถุระยะจากขั้วกระจกไปยังวัตถุและภาพที่อยู่หน้ากระจกเงา
2. สำหรับภาพที่เกิดหลังกระจกเงาระยะภาพมีเครื่องหมาย -
3. ความยาวโฟกัสของจุดโฟกัสที่อยู่ด้านหน้ากระจกเงามีเครื่องหมาย + แต่ถ้าจุดโฟกัสอยู่ด้านหลังกระจกเงา ความยาวโฟกัสมีเครื่องหมาย -

ตัวอย่าง 1 เทียนไขสูง 20 เซนติเมตร ตั้งอยู่บนแกนमुखสำคัญของกระจกเว้าที่มีความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ทำให้เกิดภาพหน้ากระจกเว้า ณ ที่ห่างจากกระจกเว้า 15 cm จงหาว่าเทียนไขอยู่ห่างจากกระจกเว้ากี่เซนติเมตร และเกิดภาพสูงกี่เซนติเมตร

วิธีทำ ภาพเทียนไขที่ได้เป็นภาพจริง เพราะอยู่หน้ากระจก และกระจกเว้า โฟกัสจะอยู่หน้ากระจก

$$\text{จะได้ } S' = +15 \text{ cm}, f = +10 \text{ cm}$$

$$\text{หาระยะวัตถุ } S = ?$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} &= \frac{1}{f} \\ \frac{1}{S} + \frac{1}{15} &= \frac{1}{10} \\ \frac{1}{S} &= \frac{1}{10} - \frac{1}{15} \end{aligned}$$

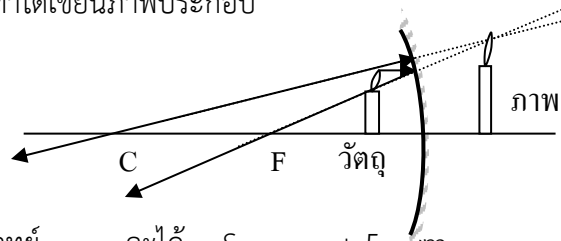
$$S = +30 \text{ cm}$$

หาขนาดภาพ

$$\begin{aligned} \text{จาก } M &= \frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}} = \frac{\text{ระยะภาพ}}{\text{ระยะวัตถุ}} \\ &= \frac{15 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} \\ \text{ขนาดภาพ} &= 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

ตอบ เทียนไขอยู่หน้ากระจกเว้า 30 เซนติเมตร และ ภาพเทียนไขสูง 10 เซนติเมตร

ตัวอย่าง 2 จากตัวอย่าง 1 ถ้าวางเทียนไขห่างกระจกเว้า 5 เซนติเมตร ภาพเทียนไขเป็นภาพชนิดใด และอยู่ห่างกระจกเว้าเท่าใดเขียนภาพประกอบ



วิธีทำ จากโจทย์ จะได้ $S = +5 \text{ cm}$, $f = +10 \text{ cm}$
หาระยะภาพ จาก

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

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{S'} = \frac{1}{10} - \frac{1}{5}$$

$$S' = -10 \text{ cm}$$

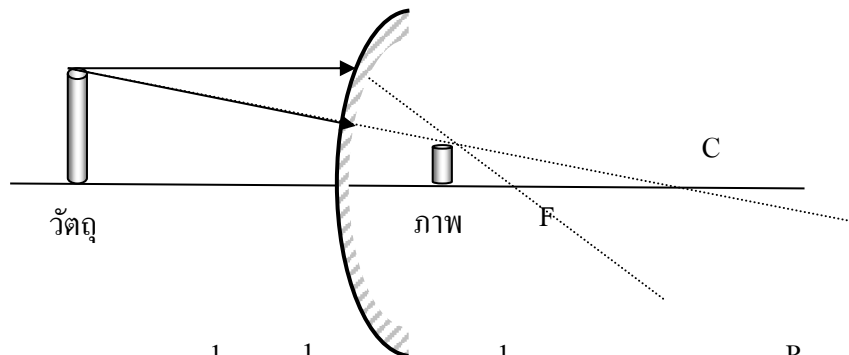
ตอบ ภาพเทียนไขเป็นภาพเสมือน และอยู่หลังกระจกกระจกเว้าห่างเท่ากับ 10 เซนติเมตร

ตัวอย่าง 3 วางวัตถุไว้หน้ากระจกนูนที่มีรัศมีความโค้ง 24 เซนติเมตร ให้ห่างกระจก 20 เซนติเมตร

ก) ภาพเกิดขึ้นที่ใด และเป็นภาพชนิดใด

ข) การขยายของภาพเป็นเท่าใด

ก) จากการเขียนภาพ จะได้ ภาพเกิดหลังกระจก และเป็นภาพเสมือน



จาก $\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}$ จาก $f = \frac{R}{2} = \frac{24}{2} = -12 \text{ cm}$

$$\frac{1}{20} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{-12}$$

$$\frac{1}{S'} = \frac{1}{-12} - \frac{1}{20}$$

$$S' = -7.5 \text{ cm}$$

ตอบ ภาพเกิดหลังกระจกห่างกระจก 7.5 เซนติเมตร และเป็นภาพเสมือน

ข) หาการขยายของภาพ

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad M &= \frac{\text{ระยะภาพ}}{\text{ระยะวัตถุ}} \\ M &= \frac{7.5}{20} = 0.38 \end{aligned}$$

ตอบ การขยายของภาพเท่ากับ 0.38 (ภาพเล็กกว่าวัตถุ)

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แบบฝึกทักษะ 6	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 6
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 6
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 20 นาที
เรื่อง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 / เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

1. นายกร สูง 1.75 เมตร ยืนอยู่หน้ากระจกเงาราบ ถ้าต้องการให้เห็นเต็มตัว จะต้องใช้กระจกเงาราบ ยาวน้อยที่สุดเท่าใด (ตอบ 87.5 เซนติเมตร)

วิธีทำ

2. นายเอกสูง 180 เซนติเมตร และตาเขาอยู่ต่ำจากส่วนสูงที่สุดในร่างกาย 11 เซนติเมตร มีกระจกราบ แขนงอยู่ข้างฝาในแนวตั้ง ขอบบนของกระจกต้องอยู่สูงจากพื้นเท่าใด จึงจะทำให้เขามองเห็นเอว ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 103 เซนติเมตร (ตอบ 136 เซนติเมตร)

วิธีทำ

3. ถ้าเลื่อนกระจกเงาราบเข้าหาวัตถุด้วยความเร็ว 12.5 m/s แล้วภาพในกระจกเงาราบ จะเลื่อนด้วยความเร็วเป็นเท่าไร (ตอบ 25 เมตรต่อวินาที)

วิธีทำ

4. ถ้าวัตถุเลื่อนเข้าหากระจกด้วยความเร็ว 8 m/s แล้วภาพในกระจกเงาราบ จะเลื่อนด้วยความเร็วเป็นเท่าไร

วิธีทำ

(ตอบ 8 เมตรต่อวินาที)

5. ถ้าวางวัตถุที่มีความสูง 8 เซนติเมตร ไว้หน้ากระจกนูนซึ่งมีรัศมีความโค้ง 50 เซนติเมตร โดยวางให้ห่างจากหน้ากระจกเป็นระยะ 100 เซนติเมตร จงหาความสูงของภาพว่ามีขนาดกี่เซนติเมตร (ตอบ 1.6 เซนติเมตร)

วิธีทำ

6. เมื่อเอาวัตถุมาวางไว้ที่หน้ากระจกโค้งอันหนึ่งมีระยะห่าง 8 เซนติเมตร พบว่าจะเกิดภาพซึ่งเอานาฬิกาจับได้ที่ระยะ 8 เซนติเมตร จงหาชนิดของกระจกโค้งนี้ และมีความยาวโฟกัสกี่เซนติเมตร (ตอบ เว้า , 4 ซม.)

วิธีทำ

7. กระจกโค้งทรงกลมอันหนึ่ง เมื่อวางวัตถุไว้ห่างจากกระจก 60 เซนติเมตร ปรากฏว่าภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพหัวตั้งมีขนาดโต 2 เท่าของวัตถุ จงหาชนิดของกระจกโค้งนี้ และมีความยาวโฟกัสกี่เซนติเมตร (ตอบ เว้า , 120 ซม.)

วิธีทำ

8. กระจกกระนาบ (M_1) บานหนึ่งวางตั้งฉากกับแกนमुखสำคัญของกระจกเว้า (M_2) ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 15 เซนติเมตร หันหน้าเข้าหากันดังรูป และอยู่ห่างกัน 40 เซนติเมตร วัตถุสูง 5 เซนติเมตร วางตั้งขนานอยู่หน้ากระจกกระนาบและห่างจากกระจกกระนาบ 5 เซนติเมตร จงหาชนิดของภาพสุดท้ายที่เกิดจากการสะท้อนสองครั้งโดยให้สะท้อนครั้งแรกที่กระจกกระนาบ (ตอบ ภาพจริง ห่างจากกระจกเว้า 9 ซม.)

วิธีทำ

9. ทันตแพทย์ถือกระจกเว้ารัศมีความโค้ง 5 เซนติเมตร ห่างจากฟันที่ต้องการอุดเป็นระยะ 1 เซนติเมตร
ทันตแพทย์จะเห็นฟันในกระจกขยายกี่เท่า (ตอบ $\frac{5}{3}$ เท่า)

วิธีทำ

10. กระจกโค้งบานหนึ่งให้ภาพจริงขนาดเดียวกับวัตถุ เมื่อวางวัตถุไว้ที่ระยะ 20 เซนติเมตร จากกระจก
ถ้าต้องการภาพเสมือนขนาดขยาย 2 เท่าของวัตถุ จะต้องวางวัตถุห่างจากครั้งแรกกี่เซนติเมตร
วิธีทำ (ตอบ 15 เซนติเมตร)

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง แสง และทัศนอุปกรณ์		
หัวข้อเรื่อง การหักเหของแสง		

49. สารระเหย

สารระเหย 5 พลังงาน

50. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

51. สารสำคัญ

เมื่อแสงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางที่มีดรรชนีหักเหต่างกัน แล้วสามารถผ่านสิ่งกีดขวางไปได้ จะมีผลทำให้แนวการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยนไปจากเดิม เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การหักเหของแสง และเป็นไปตามกฎการหักเหของแสง ดังนี้ 1) รังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกันกับรังสีตกกระทบ และเส้นแนวฉาก ณ จุดกระทบ 2) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่หนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในตัวกลางที่สอง จะมีค่าคงตัวเสมอ และค่าคงตัว คือ ค่าดรรชนีหักเห

52. จุดประสงค์การเรียนรู้

52.1 ด้านความรู้

- 11) บอกความหมายของการหักเหของแสง
- 12) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องการหักเหของแสง

52.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 1) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ เก็บข้อมูล การหักเหของแสง

52.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรม

- 7) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์การหักเหของแสง
- 8) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

53. เนื้อหา การหักเหของแสง

54. กระบวนการจัดการเรียนรู้

32. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “การจัดตู้ปลาสวยงาม”
- 1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในตู้ปลาที่เรามองเห็น จะมีขนาดตำแหน่ง เดิม หรือ ไม่ อย่างไร” (ings ช่วงให้นักเรียนคิด)
- 1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 7.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)
- 1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)
- 1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในตู้ปลาที่เรามองเห็น จะมีขนาดตำแหน่ง เดิม หรือ ไม่ อย่างไร เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 7.1

- 1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ
- 1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การหักเหของแสง

33. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การหักเหของแสง จากใบความรู้ 7 พร้อมกับใบงาน 7.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

34. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การหักเหของแสง เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

35. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง การหักเหของแสง จากใบความรู้ 8

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 7.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 7

36. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ การหักเหของแสง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 7

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ การหักเหของแสง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 7 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

7. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 7.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 7	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 7	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 7.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 7.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 7	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

8. การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 7.1 – 7.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 7 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 7	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 7	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

9. กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7 เวลา 15 นาที
--	---------------------------------------	---

1. แสงเดินทางจากวัตถุ A ที่มีดัชนีหักเห 1.4 ไปยังอากาศ ด้วยมุมตกกระทบ 30 องศา มุมหักเห ในอากาศมีค่าเท่าใด กำหนดให้ดัชนีหักเหของอากาศเป็น 1.0

- ก. $\sin^{-1}(0.7)$ ข. $\sin^{-1}(0.5)$ ค. $\sin^{-1}(0.3)$ ง. $\sin^{-1}(0.1)$

2. ในการวัดความยาวของเส้นใยนำแสง (optical fiber) ด้วยวิธีทางแสง โดยเปิดแสงให้เข้าไปในเส้นใยนำแสงเป็นเวลาชั่วครู่แล้วปิดแสง วัดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเปิดแสงจนกระทั่งรับแสงสะท้อนได้ที่ตำแหน่งต้นทางเป็นเวลา 18×10^{-6} วินาที จงหาว่า เส้นใยนำแสงยาวเท่าใด กำหนดให้ค่าดัชนีหักเหแสงของเส้นใยนำแสงเป็น 1.8 และอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศคือ 3×10^8 เมตรต่อวินาที

- ก. 1,000 เมตร ข. 2,000 เมตร ค. 3,000 เมตร ง. 4,000 เมตร

3. แสงความยาวคลื่นในสุญญากาศ 600 นาโนเมตร เมื่อเคลื่อนที่ผ่านไปในแก้วที่มีดัชนีหักเห 1.5 ความยาวคลื่นแสงในแก้วจะเป็นกี่นาโนเมตร

- ก. 500 ข. 400 ค. 300 ง. 200

4. มุมวิกฤต (θ_c) ของแสงที่เดินทางจากแก้วซึ่งมีค่าดัชนีหักเห 1.5 ไปยังน้ำซึ่งมีค่าดัชนีหักเห 1.2 มีค่าเท่าใด

- ก. $\sin^{-1}(0.6)$ ข. $\sin^{-1}(0.7)$ ค. $\sin^{-1}(0.8)$ ง. $\sin^{-1}(0.9)$

5. มุมวิกฤต (θ_c) ของแสงในของเหลวชนิดหนึ่งเป็น 45 องศา ความยาวคลื่นของแสงนั้นในของเหลวจะเป็นกี่เท่าของความยาวคลื่นในอากาศ

- ก. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ข. $\frac{\sqrt{2}}{3}$ ค. $\frac{\sqrt{3}}{4}$ ง. $\frac{\sqrt{3}}{5}$

6. มุมวิกฤต (θ_c) สำหรับสารโปร่งใสชนิดหนึ่งในอากาศมีค่าเท่ากับ 60 องศา ความเร็วแสงในสารโปร่งใสนี้มีค่าเท่าใด

- ก. $\sqrt{3} \times 10^8$ m/s ข. $1.5\sqrt{3} \times 10^8$ m/s ค. $2\sqrt{3} \times 10^8$ m/s ง. $2.5\sqrt{3} \times 10^8$ m/s

7. ปลาเสื้อตัวหนึ่งอยู่ในน้ำ กำลังมองแมลงปอที่บินอยู่ในอากาศในแนวตรง ห่างจากผิวน้ำ 36 เซนติเมตร จะเห็นแมลงปอห่างจากผิวน้ำเท่าใด ถ้าดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $4/3$

- ก. 66 เซนติเมตร ข. 60 เซนติเมตร ค. 54 เซนติเมตร ง. 48 เซนติเมตร

8. แท่งแก้วรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 12 เซนติเมตร มีฟองอากาศเล็กๆ อยู่ภายในเมื่อมองทางด้านหนึ่งจะเห็นฟองอากาศที่ระยะ 7 เซนติเมตร เมื่อมองทางด้านตรงข้าม จะเห็นอยู่ที่ระยะ 3 เซนติเมตร จงหาว่า จริงๆ แล้วฟองอากาศอยู่ที่ไหนจากผิวแรกที่ยังมอง

ก. 10.0 เซนติเมตร ข. 9.4 เซนติเมตร ค. 9.0 เซนติเมตร ง. 8.4 เซนติเมตร

9. มีเลนส์นูนความยาวโฟกัส 12 ซม. อยู่ 1 อัน ถ้าต้องการภาพขยายเป็น 3 เท่าของวัตถุจะต้องวางวัตถุห่างจากเลนส์เท่าใด

ก. 12 cm , 12 cm ข. 18 cm , 6 cm ค. 16 cm , 8 cm ง. 14 cm , 10 cm

10. มีเลนส์นูน 2 อัน โดยเลนส์แรกมีความยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร และเลนส์ที่สองมีทางยาวโฟกัส 15 เซนติเมตร เลนส์ที่สองนี้วางห่างจากเลนส์แรกไปทางขวาเป็นระยะ 70 เซนติเมตร ถ้าวางวัตถุ A ไว้ด้านหน้าเลนส์แรกห่างจากเลนส์แรกไปทางซ้ายเป็นระยะ 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างภาพสุดท้ายที่เกิดเนื่องจากการหักเหผ่านเลนส์ทั้งสองกับวัตถุ A นี้เป็นกี่เซนติเมตร

ก. 70 เซนติเมตร ข. 60 เซนติเมตร ค. 50 เซนติเมตร ง. 40 เซนติเมตร



รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7
--	--	---

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ก
2	ค
3	ข
4	ค
5	ก
6	ข
7	ง
8	ง
9	ค
10	ก

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 7.1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เวลา 10 นาที
เรื่อง การหักเหของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

17. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในตู้ปลาที่เรามองเห็น จะมีขนาด ตำแหน่ง เดิม หรือ ไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

18. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่าสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในตู้ปลาที่เรามองเห็น จะมีขนาด ตำแหน่ง เดิม หรือ ไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

19. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในตู้ปลาที่เรามองเห็น จะมีขนาด ตำแหน่ง เดิม หรือ ไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 7.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง การหักเหของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
20. ตัวกลางโปร่งแสง ที่สามารถรวมแสงหรือกระจายแสง ได้ โดยอาศัยการหักเห เรียกว่า.....
21. ตัวกลางที่กล่าวมาในข้อ 1 มีอยู่ 2 ชนิด คือ
22. จากข้อ 1 ตัวกลางโปร่งแสง ที่ทำหน้าที่รวมแสง คือ
23. จากข้อ 1 ตัวกลางโปร่งแสง ที่ทำหน้าที่กระจายแสง คือ
24. ด้านหน้าเลนส์ คือ
25. ด้านหลังเลนส์ คือ
26. ภาพหัวตั้ง เป็นภาพจริง หรือ ภาพเสมือน
27. ภาพที่ฉากสามารถรับได้ เป็นภาพจริง หรือ ภาพเสมือน
28. เลนส์ใด ที่ไม่สามารถเกิดจุดโฟกัสได้จากการรวมแสงได้จริง
29. เลนส์ใดจุดโฟกัสจะมีค่าติดลบ (-)เสมอ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบงาน 7.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง การหักเหของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. แสงเดินทางจากวัตถุ A ที่มีดัชนีหักเห 1.2 ไปยังอากาศ ด้วยมุมตกกระทบ 30 องศา มุมหักเห ในอากาศมีค่าเท่าใด กำหนดให้ดัชนีหักเหของอากาศเป็น 1.0 (ตอบ $\sin^{-1}(0.6)$)
วิธีทำ

2. ในการวัดความยาวของเส้นใยนำแสง (optical fiber) ด้วยวิธีทางแสง โดยเปิดแสงให้เข้าไปในเส้นใยนำแสงเป็นเวลาชั่วคราวแล้วปิดแสง วัดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเปิดแสงจนกระทั่งรับแสงสะท้อนได้ที่ตำแหน่งต้นทางเป็นเวลา 15×10^{-6} วินาที จงหาว่า เส้นใยนำแสงยาวเท่าใด กำหนดให้ค่าดัชนีหักเหแสงของเส้นใยนำแสงเป็น 1.5 และอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศคือ 3×10^8 เมตรต่อวินาที (ตอบ 1,500 เมตร)
วิธีทำ

3. แสงความยาวคลื่นในสุญญากาศ 525 นาโนเมตร เมื่อเคลื่อนที่ผ่านไปในแก้วที่มีดัชนีหักเห 1.5 ความยาวคลื่นแสงในแก้วจะเป็นกี่นาโนเมตร (ตอบ 350 นาโนเมตร)
วิธีทำ

4. มุมวิกฤต (θ_c) ของแสงที่เดินทางจากแก้วซึ่งมีค่าดัชนีหักเห 1.5 ไปยังน้ำซึ่งมีค่าดัชนีหักเห 1.3 มีค่าเท่าใด
วิธีทำ (ตอบ $\sin^{-1}(0.87)$)

5. มุมวิกฤต (θ_c) ของแสงในของเหลวชนิดหนึ่งเป็น 60 องศา ความยาวคลื่นของแสงนั้นในของเหลวจะเป็นกี่เท่าของความยาวคลื่นในอากาศ

วิธีทำ

$$\left(\text{ตอบ } \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

6. มุมวิกฤต (θ_c) สำหรับสารโปร่งใสชนิดหนึ่งในอากาศมีค่าเท่ากับ 45 องศา ความเร็วแสงในสารโปร่งใสนี้มีค่าเท่าใด

$$\left(\text{ตอบ } \frac{3}{\sqrt{2}} \times 10^8 \text{ m/s} \right)$$

วิธีทำ

7. ปลาเสื้อตัวหนึ่งอยู่ในน้ำ กำลังมองแมลงปอที่บินอยู่ในอากาศในแนวตรง ห่างจากผิวน้ำ 30 เซนติเมตร จะเห็นแมลงปอห่างจากผิวน้ำเท่าใด ถ้าดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $4/3$

(ตอบ 40

เซนติเมตร)

วิธีทำ

8. แท่งแก้วรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 15 เซนติเมตร มีฟองอากาศเล็กๆ อยู่ภายในเมื่อมองทางด้านหนึ่งจะเห็นฟองอากาศที่ระยะ 6 เซนติเมตร เมื่อมองทางด้านตรงข้าม จะเห็นอยู่ที่ระยะ 4 เซนติเมตร จงหาว่า จริงๆ แล้วฟองอากาศอยู่ที่ไหนจากผิวแรกที่ยมอง

(ตอบ 9 เซนติเมตร)

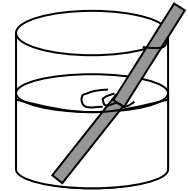
วิธีทำ

9. มีเลนส์นูนความยาวโฟกัส 10 ซม. อยู่ 1 อัน ถ้าต้องการภาพขยายเป็น 2 เท่าของวัตถุจะต้องวางวัตถุห่างจากเลนส์เท่าใด (ตอบ 15 cm , 5 cm)
วิธีทำ

10. มีเลนส์นูน 2 อัน โดยเลนส์แรกมีความยาวโฟกัส 15 เซนติเมตร และเลนส์ที่สองมีทางยาวโฟกัส 12.5 เซนติเมตร เลนส์ที่สองนี้วางห่างจากเลนส์แรกไปทางขวาเป็นระยะ 40 เซนติเมตร ถ้าวางวัตถุ A ไว้ด้านหน้าเลนส์แรกห่างจากเลนส์แรกไปทางซ้ายเป็นระยะ 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างภาพสุดท้ายที่เกิดเนื่องจากการหักเหผ่านเลนส์ที่สองกับวัตถุ A นี้เป็นกี่เซนติเมตร (ตอบ 20 เซนติเมตร)
วิธีทำ

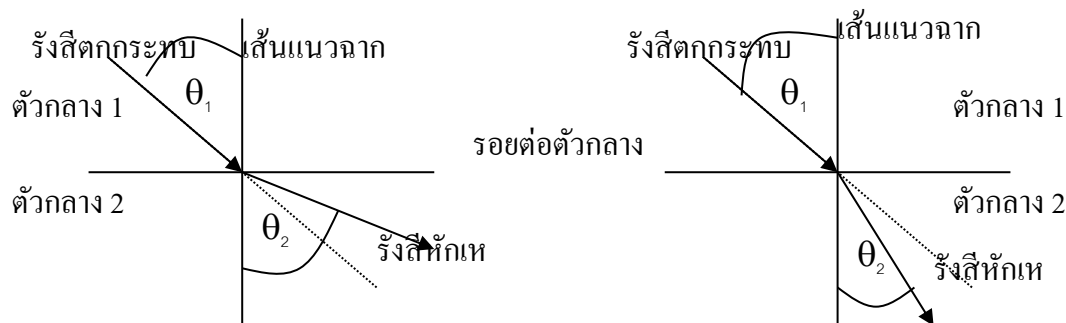
รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 7	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 7
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 7
หัวข้อเรื่อง การหักเหของแสง		

เมื่อมองแท่งไม้ที่จุ่มอยู่ในน้ำ ดังรูป 1 จะเห็นแท่งไม้ จะไม่เป็นแท่งตรง และเห็นแท่งไม้ส่วนที่อยู่ในน้ำอยู่ที่ตำแหน่งสูงกว่าเป็นจริง แสดงว่า แสงจากแท่งไม้เดินทางเข้าสู่ตาผิดไปจากแนวเดิม



ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่า การหักเหของแสง

เราอาจ จะให้คำจำกัดความ การหักเหของแสงได้ว่า เป็นการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง ซึ่งเป็นผลจากการเคลื่อนที่ของแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง ดังรูป 2



รูป 2 การหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางต่างกัน

กฎการหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง แสงจะเกิดการหักเห และเป็นไปตามกฎการหักเหของแสง ดังต่อไปนี้

1. รังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกันกับรังสีตกกระทบ และเส้นแนวฉาก ณ จุดกระทบ
2. สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบ ($\sin \theta_1$) กับ ไซน์ของมุมหักเห ($\sin \theta_2$) มีค่าคงตัวเสมอ ความสัมพันธ์นี้เรียกว่า **กฎของสเนลล์**

ความสัมพันธ์นี้ เขียนได้ดังนี้
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \text{ค่าคงตัว}$$

ถ้าแสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v_1 และ v_2 ในตัวกลาง 1 และตัวกลาง 2 ตามลำดับ จากความรู้เรื่องการหักเหของคลื่น (แสงจะแสดงคุณสมบัติของคลื่นด้วย) จะได้

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

ถ้าตัวกลาง 1 เป็นสุญญากาศ และตัวกลาง 2 เป็นตัวกลางใด ๆ

ให้ c เป็นอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ

v เป็นอัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ

จะได้
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{c}{v}$$

เมื่อ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบ ($\sin \theta_1$) กับ ไซน์ของมุมหักเห ($\sin \theta_2$) มีค่าคงตัวเสมอ ดังนั้น แสดงว่า จะต้องเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของตัวกลางคู่ นั้น ซึ่งคุณสมบัตินี้เรียกว่า ดรรชนีหักเหของตัวกลาง หรือ อาจกล่าวได้ว่า **ดรรชนีหักเหของตัวกลาง คือ อัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศกับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้น**

ถ้าให้ n แทน ดรรชนีหักเหของตัวกลาง

จะได้

$$n = \frac{c}{v}$$

ให้ n_1 เป็น ดรรชนีหักเหของตัวกลาง 1

จะได้

$$n_1 = \frac{c}{v_1}$$

$$v_1 = \frac{c}{n_1}$$

ให้ n_2 เป็น ดรรชนีหักเหของตัวกลาง 2

จะได้

$$n_2 = \frac{c}{v_2}$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2}$$

แทนค่า v_1 และ v_2 ในสมการ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$

จะได้

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

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

สมการนี้ ถือ เป็น รูปหนึ่งกฎของสเนลล์

ตัวอย่าง แสงเดินทางออกจากแก้วครวน์สู่อากาศ ทำมุมตกกระทบ 30° ที่ผิวรอยต่อระหว่างแก้วครวน์กับอากาศ มุมหักเหเป็นเท่าใด กำหนดดัชนีหักเหของอากาศ เท่ากับ 1.00 และดัชนีหักเหของแก้วครวน์ เท่ากับ 1.52

วิธีทำ ใช้กฎของสเนลล์หามุมหักเห

$$\begin{aligned} \text{จาก } n_1 \sin \theta_1 &= n_2 \sin \theta_2 \\ n_1 = 1.52, \theta_1 = 30^\circ, n_2 = 1.00, \theta_2 &= ? \\ \text{แทนค่า } 1.52 \sin 30^\circ &= 1.00 \sin \theta_2 \\ \sin \theta_2 &= \frac{1.52 \times 0.5}{1.00} = 0.760 \\ \theta_2 &= 49.5^\circ \end{aligned}$$

ตอบ แสงที่ออกจากแก้วครวน์จะหักเหที่ผิวรอยต่อระหว่างแก้วครวน์กับอากาศโดยมีมุมหักเห เท่ากับ 49.5 องศา

ตัวอย่าง แสงความยาวคลื่น 589 nm. เดินทางจากสุญญากาศเข้าสู่ซิลิกาด้วยอัตราเร็ว 2.06×10^8 m/s ดรรชนีหักเหของซิลิกาเป็นเท่าใด กำหนดอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศเท่ากับ 3.00×10^8 m/s

วิธีทำ การหาค่าดรรชนีหักเหของซิลิกา หาได้จาก

$$\begin{aligned} n &= \frac{c}{v} \\ c \text{ เป็นอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ} &= 3.00 \times 10^8 \text{ m/s} \\ v \text{ เป็นอัตราเร็วของแสงในซิลิกา} &= 2.06 \times 10^8 \text{ m/s} \\ \text{แทนค่า } n &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.06 \times 10^8 \text{ m/s}} \\ \text{จะได้ } n &= 1.46 \end{aligned}$$

ตอบ ดรรชนีหักเหของซิลิกาเท่ากับ 1.46

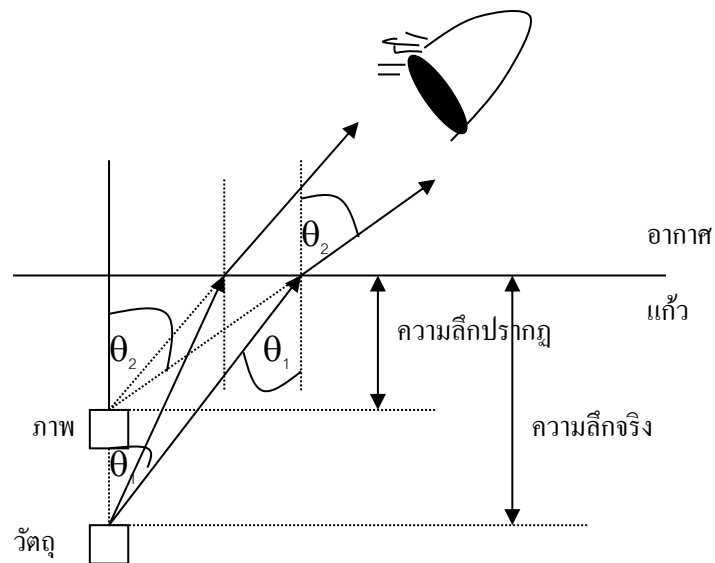
ความลึกจริง-ความลึกปรากฏ

นำแท่งพลาสติกใสผิวระนาบวางทับตัวหนังสือ ดังรูป เมื่อมองดูตัวหนังสือใต้แท่งพลาสติก จะมองเห็นตัวหนังสือที่ตำแหน่งที่ไม่ใช่ตำแหน่งจริง เป็นตำแหน่งที่ไม่ใช่ตำแหน่งจริง เป็นตำแหน่งที่สูงขึ้นกว่าตำแหน่งเดิม การเห็นวัตถุในลักษณะนี้ เนื่องจากอากาศมีดรรชนีหักเหต่ำกว่าแก้ว ดังนั้นมุมหักเหในอากาศจึงมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบในแก้ว ภาพที่มองเห็น จึงเรียกว่า ความลึกปรากฏ ส่วนตำแหน่งของวัตถุจริง จึงเรียกว่า ความลึกจริง ดังแสดงได้จาก รูปต่อไปนี้

ได้พัฒนาความวิ
เป็นเหตุเป็นผล ค
คิดวิเคราะห์ วิจ



รูป การเห็นตัวหนังสือปรากฏตื้นกว่าตำแหน่งจริง จากการหักเหของแสง



รูป ความลึกของวัตถุที่ปรากฏต่อสายตา และความลึกจริงของวัตถุ

เราสามารถหาดำแหน่งภาพ หรือความลึกปรากฏของวัตถุ ทำได้ดังนี้

จากสมการ

$$\frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

ตัวอย่าง ปลาอยู่ในน้ำที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 2 เมตร ความลึกปรากฏของปลาเป็นเท่าใด เมื่อผู้สังเกตมองปลาในแนวตั้งตรงตัวปลา กำหนดดัชนีหักเหของอากาศ = 1.00 และดัชนีหักเหของน้ำ = $\frac{4}{3}$

วิธีทำ จากโจทย์ $n_2 = 1$, $n_1 = \frac{4}{3}$

จาก

$$\frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{2 \text{ m}}{\text{ความลึกปรากฏ}} = \frac{4/3}{1}$$

$$\text{ความลึกปรากฏ} = 1.5 \text{ เมตร}$$

ตอบ ระยะลึกของปลาที่ปรากฏต่อสายตา เท่ากับ 1.5 เมตร

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 8	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง แสง และทัศนอุปกรณ์		
หัวข้อเรื่อง เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง		

55. สารระที่

สารระที่ 5 พลังงาน

56. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

57. สารสำคัญ

เลนส์ เป็นตัวกลางโปร่งใส ทำด้วยแก้วหรือพลาสติก มีผิวหน้าโค้งสองข้างไม่ขนานกัน มี 2 ชนิด คือ 1) เลนส์เว้า มีคุณสมบัติ กระจายแสง 2) เลนส์นูน มีคุณสมบัติ รวมแสง การกระจายของแสงผ่านปริซึม การสะท้อนกลับหมดของแสงที่กั้นอ่างโดยมีหลอดไฟเล็ก ๆ ดวงหนึ่งเปิดสว่างอยู่ แล้วเห็นพื้นที่ผิวมากที่สุดของของเหลวเพียงส่วนหนึ่งที่แสงผ่านได้ สเปกตรัมของแสงจากรุ้งกินน้ำ การเกิดมิราจจากภาพของต้นไม้กลับหัว และต้นไม้จริง หรือ ภาพเหมือนน้ำมีเงาของบนถนนที่ร้อนจัด

58. จุดประสงค์การเรียนรู้

58.1 ด้านความรู้

- 13) บอกความหมายของ เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง
- 14) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับเลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง

58.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 4) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ เก็บข้อมูล เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง

58.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรม

- 9) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์การเล่นเลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง
- 10) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

59. เนื้อหา เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง

60. กระบวนการจัดการเรียนรู้

37. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “การดูลายมือ ”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “ภาพที่เห็น จากกระจก เลนส์นูน และเลนส์เว้า เป็นอย่างไร” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) (ครูต้องการให้นักเรียนใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ว่าภาพที่เกิดจากกระจก เลนส์นูน เลนส์เว้า เป็นอย่างไร ซึ่งให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่อธิบาย ร่วมกันไปสู่เรื่องที่เรียนได้)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 8.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) (การที่ครูให้นักเรียน แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย และแสดงความคิดเห็นในใบงานที่ 8.1 เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันและใช้หลักความพอประมาณให้ครู)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับภาพที่เห็น จากกระจก เลนส์นูน และเลนส์เว้า เป็นอย่างไร เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 8.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ (เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันของครู เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียน)

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง

38. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง จากใบความรู้ 8 พร้อมกับใบงาน 8.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล (การที่ให้ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ก่อน เป็นเงื่อนไขความรู้ ซึ่งมีนักเรียนจะต้องมีความรู้เพียงพอในการที่จะช่วยกันวางแผนและแก้ปัญหา ในใบงานที่ 9.2 รวมถึงการแบ่งบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม เป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นผู้นำและผู้ตามได้เกิดมิติด้านสังคม และนักเรียนได้แบ่งหน้าที่กันเองตามศักยภาพของแต่ละบุคคลเป็นความประมาณความสามารถนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้แต่ละกลุ่มต้องวางแผนการทำงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด ซึ่งต้องสร้างภูมิคุ้มกันโดยวางแผนการสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้เพื่อจับประเด็นสำคัญ นำมาใช้เป็นข้อมูลในการสรุปและนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนให้ทันตามเวลาที่กำหนด)

39. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก (การนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้นข้อมูล มาอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป เป็นการสร้างภูมิคุ้มกัน ความพอประมาณ และความมีเหตุผลของครู เพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้)

40. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง จากใบความรู้ 8

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 8.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 8

(การที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับตัวอย่าง จากใบความรู้ เป็นการสร้างภูมิคุ้มกัน และเกิดมิติด้านสิ่งแวดล้อมคือนำความรู้ที่ได้ไปฝึกทักษะคำนวณ และนำไปแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ ตามแบบฝึกทักษะ 12 ตลอดจนการรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น และวางแผนแก้ปัญหการทำงานในใบงาน ให้เสร็จทันตามกำหนดเวลาเป็นหลักความพอประมาณ)

41. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมติ) เกี่ยวกับ เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 8

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับเลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 8 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันของนักเรียน)

7. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 8.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 8	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 8	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 8.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 8.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 8	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมิน

8. การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 8.1 – 8.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 8 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 8	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 8	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

9. กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 8 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8 เวลา 15 นาที
--	---------------------------------------	--

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

2. ข้อความใดถูกต้อง

- 1) โฟกัสของเลนส์เว้า เป็นจุดที่เกิดภาพได้
- 2) แกนमुखสำคัญ เป็นเส้นตรงที่ลากผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ และจุดโฟกัสของเลนส์
- 3) รังสีของแสงจากวัตถุหลังจากผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์แล้ว จะไม่เกิดหักเห

ข้อความใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 , 2 และ 3 ข. ข้อ 1 , 3 ค. ข้อ 2 , 3 ง. ข้อ 1, 2

11. ข้อความใดถูกต้อง

- 1) ภาพจริง คือภาพที่เกิดจากแสงตัดกันจริง ฉากรับได้
- 2) ภาพเสมือน มองเห็นได้เมื่อใช้ฉากรับ
- 3) ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า เป็นภาพเสมือนเพียงอย่างเดียว

- ก. ข้อ 1 , 2 และ 3 ข. ข้อ 1 , 3 ค. ข้อ 2 , 3 ง. ข้อ 1, 2

12. ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- 1) ภาพที่เห็นบนจอภาพยนตร์ เป็นภาพจริง หักกลับ
- 2) เลนส์ เว้า ใช้ทำแว่นตาสำหรับสายตาสั้น
- 3) เลนส์นูน ใช้ทำแว่นขยาย

- ก. ข้อ 1 , 2 และ 3 ข. ข้อ 1 , 3 ค. ข้อ 2 , 3 ง. ข้อ 1, 2

13. ถ้านำกระดาษทึบแสงมาปิดช่วงครึ่งขวาของเลนส์ที่ทำให้เกิดภาพของวัตถุบนฉาก ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

- ก. ภาพของวัตถุจะหายไป ข. ภาพของวัตถุจะครบทุกส่วน
ค. ภาพซีกซ้ายของวัตถุจะหายไป ง. ภาพซีกขวาของวัตถุจะหายไป

14. ถ้าต้องการส่องดูวัตถุ ด้วยแว่นขยายให้เห็นวัตถุใหญ่กว่าวัตถุ จะต้องวางวัตถุให้ห่างจากแว่นขยายเท่าใด และแว่นขยายทำด้วยเลนส์นูนความยาวโฟกัส 12 เซนติเมตร

- ก. 18 ซม. ข. 15 ซม. ค. 12 ซม. ง. 9 ซม.

15. เลนส์นูนบางความยาวโฟกัส 15 เซนติเมตร วางวัตถุไว้หน้าเลนส์ทำให้เกิดภาพเสมือนขนาด 5 เท่าของวัตถุ วัตถุและภาพอยู่ห่างกันเท่าใดกี่เซนติเมตร

- ก. 48 ข. 32 ค. 14 ง. 8

16. ข้อใดแสดงลำดับขั้นตอนการเกิดรุ้งปฐมภูมิได้ถูกต้อง

- ก. สะท้อน → หักเห → หักเห ข. หักเห → หักเห → สะท้อน

ค. หักเห $\rightarrow$ สะท้อน $\rightarrow$ หักเห

ง. หักเห $\rightarrow$ สะท้อน $\rightarrow$ สะท้อน

17. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การเกิดรุ้ง เป็นผลมาจากการสะท้อนและการเลี้ยวเบนของแสง
- 2) แสงขาวส่องผ่านปริซึมเกิดสเปกตรัมของแสงขาวซึ่งประกอบด้วยแถบสี 7 สี
- 3) รุ้งปฐมภูมิแสงสะท้อนภายในหนึ่งครั้ง ส่วนรุ้งทุติยภูมิสะท้อนภายในหยดน้ำสองครั้ง

ก. ข้อ 1), 3) ข. ข้อ 2), 3) ค. ข้อ 1), 2) ง. ข้อ 1), 2), 3)

18. มีเลนส์เว้าความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร อยู่ 1 อัน ถ้าต้องการภาพขนาดเป็น 0.8 เท่าของวัตถุ จะต้องวางวัตถุห่างจากเลนส์กี่เซนติเมตร

ก. 2.50 ข. 7.50 ค. 1.50 ง. 2.25

19. เลนส์นูน 2 อัน ความยาวโฟกัส 4 และ 16 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยวางห่างกัน 20 เซนติเมตร แล้ววางวัตถุ A ห่างจากเลนส์อันแรก 6 เซนติเมตร (ไม่ใช่อยู่ระหว่างเลนส์ทั้งสอง) จงหาระยะห่างระหว่างภาพสุดท้ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากเลนส์ทั้งสองกับวัตถุ A เป็นกี่เซนติเมตร

ก. 26 ข. 14 ค. 10 ง. 6

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 8 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8
--	--	--

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ข
3	ก
4	ข
5	ง
6	ก
7	ค
8	ข
9	ก
10	ค

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 8.1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า ภาพที่เห็น จากกระจก เลนส์นูน และเลนส์เว้า เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า ภาพที่เห็น จากกระจก เลนส์นูน และเลนส์เว้า เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า ภาพที่เห็น จากกระจก เลนส์นูน และเลนส์เว้า เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 8.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง		

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด

1. เล่นส์
2. การกระจายของแสง
3. การสะท้อนกลับหมด
4. รุ้ง
5. มิวราจ

2. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ นั้นจะไม่มีสี แต่เมื่อนำฉากรสีขาวมารับแสงอาทิตย์ ก็ยังเห็นฉากรสีขาวเหมือนเดิม จึงเรียกแสงจากดวงอาทิตย์นี้ว่า
2. เมื่อให้แสงจากดวงอาทิตย์ ผ่านแท่งปริซึม แสงนั้นจะกระจายออกเป็นสีต่าง ๆ ดังนี้คือ
.....
3. ถ้าให้แสงจากดวงอาทิตย์ผ่านปริซึมที่ประกบกัน แสงที่ผ่านออกมาจะเป็นอย่างไร
4. การกระจายของแสงผ่านปริซึม จะเกิดการหักเหกี่ครั้งจึงได้สีต่าง ๆ ออกมา
5. การสะท้อนกลับหมด คือ
6. มุมวิกฤต คือ
7. การส่งสัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณแสง ส่งไปตามเส้นใยนำแสง ใช้ความรู้เรื่องใด
8. การเกิดรุ้ง มีอยู่ 2 ชนิด คือ
9. การเกิดอาทิตย์ทรงกลด หรือดวงจันทร์ทรงกลด เกี่ยวข้องกลับปรากฏการณ์ใดของแสง
.....
10. ภาพลวงตา ที่เกิดตามทะเลทราย หรือ ตามผิวถนนที่ได้รับความร้อน จากดวงอาทิตย์มาก ๆ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 8.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เวลา 10 นาที
เรื่อง เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

20. เลนส์นูนบางความยาวโฟกัส 15 เซนติเมตร วางวัตถุไว้หน้าเลนส์ทำให้เกิดภาพเสมือนขนาด 3 เท่าของวัตถุ วัตถุและภาพอยู่ห่างกันเท่าใดกี่เซนติเมตร (ตอบ 20 เซนติเมตร)

วิธีทำ

21. มีเลนส์เว้าความยาวโฟกัส 16 เซนติเมตร อยู่ 1 อัน ถ้าต้องการภาพขนาดเป็น 0.8 เท่าของวัตถุ จะต้องวางวัตถุห่างจากเลนส์กี่เซนติเมตร (ตอบ 4 เซนติเมตร)

วิธีทำ

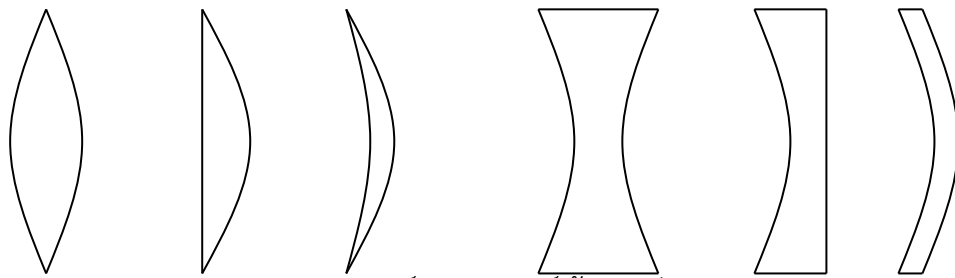
22. เลนส์นูน 2 อัน ความยาวโฟกัส 6 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยวางห่างกัน 20 เซนติเมตร แล้ววางวัตถุ A ห่างจากเลนส์อันแรก 10 เซนติเมตร (ไม่ใช่อยู่ระหว่างเลนส์ทั้งสอง) จงหาระยะห่างระหว่างภาพสุดท้ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากเลนส์ทั้งสองกับวัตถุ A เป็นกี่เซนติเมตร (ตอบ 20 เซนติเมตร)

วิธีทำ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 8	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 8
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 8
เรื่อง เลนส์บาง และปรากฏการณ์ของแสง		

เลนส์บาง

กล้องจุลทรรศน์ กล้องดูดาว และกล้องถ่ายรูป ล้วนเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เลนส์ช่วยในการทำให้เกิดภาพ โดยใช้หลักการหักเหของแสง เลนส์ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกที่มีผิวโค้งทรงกลมสองข้างไม่ขนานกัน เลนส์มี 2 ชนิด คือ เลนส์นูนและเลนส์เว้า ดังรูป 1



รูป 1 เลนส์นูนและเลนส์เว้าแบบต่างๆ

ส่วนสำคัญของเลนส์มีอะไรบ้าง เมื่อรังสีต่าง ๆ ผ่านเลนส์ การหักเหของรังสีจะเป็นอย่างไร เมื่อเลนส์ทำให้เกิดภาพ ภาพจะมีลักษณะอย่างไร

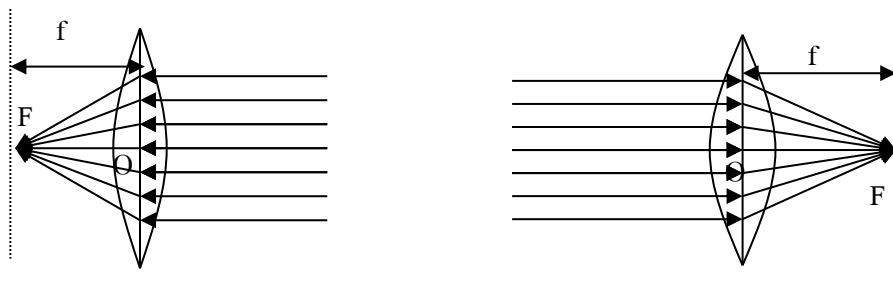
ส่วนสำคัญของเลนส์มีดังนี้

1. แกนमुखสำคัญ คือ เส้นที่ลากผ่าน ศูนย์กลางเลนส์ และศูนย์กลางความโค้งของผิวทั้งสอง
2. ศูนย์กลางเลนส์ O เป็นจุดบนเส้นแกนमुखสำคัญ ที่ห่างจากผิวทั้งสองของเลนส์เท่ากัน
3. ศูนย์กลางความโค้ง C_1 และ C_2 เป็นจุดศูนย์กลางความโค้งของผิวเลนส์ทั้งสอง

พิจารณาได้จากรูป 2



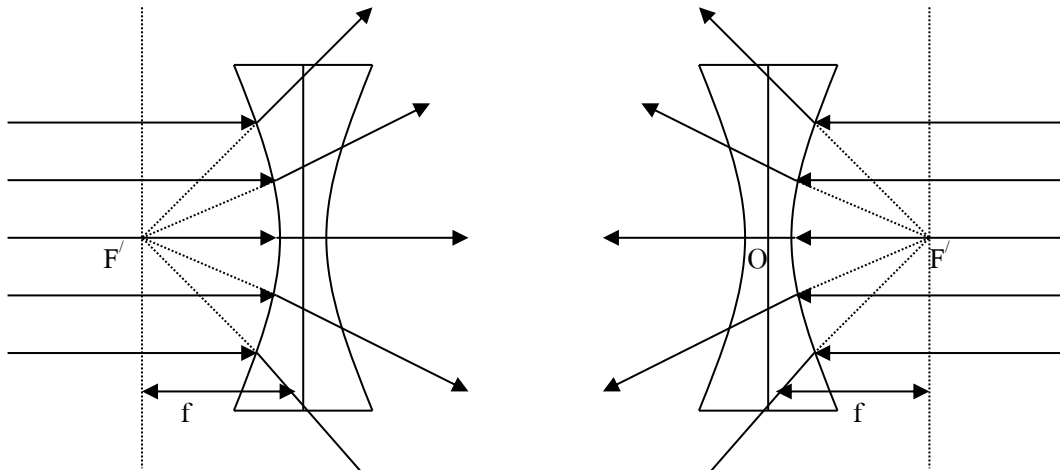
รูป 2 ส่วนสำคัญของเลนส์



รูป 3 แสงขนานกับแกนमुखสำคัญ ผ่านเลนส์นูน ทำให้แสงรวมกันที่จุดโฟกัส

จากรูป 3 ถ้ามีรังสีขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบเลนส์นูน และถ้ารังสีเหล่านี้อยู่ใกล้แกนमुखสำคัญ เมื่อผ่านเลนส์นูนจะหักเหไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่งบนแกนमुखสำคัญของเลนส์นูน จุดนี้เรียกว่า **จุดโฟกัส** ระยะ f คือ ความยาวโฟกัส

ในกรณีของเลนส์เว้า รังสีทั้งหลายที่ขนานกับแกนमुखสำคัญ เมื่อผ่านเลนส์เว้าแล้ว รังสีจะเบนหรือกระจายออก ถ้ารังสีเหล่านี้ถูกต่อย้อนกลับไปที่ก็จะพบกันที่จุด F' ดังรูป 4 จุดนี้จะเป็นจุดโฟกัสเสมือนของเลนส์เว้า และระยะ f ก็จะเป็น ความยาวโฟกัสของเลนส์เว้านั้น

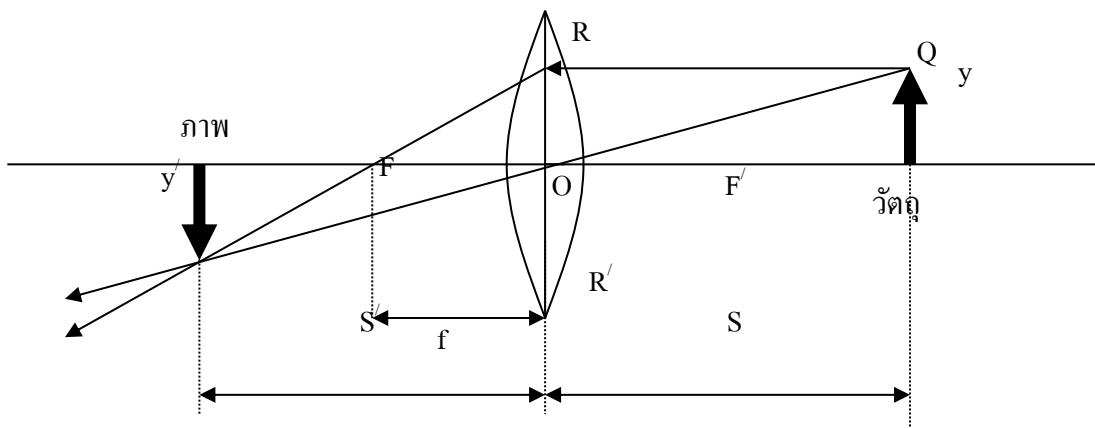


รูป 4 แสงขนานกับแกนमुखสำคัญ ผ่านเลนส์เว้า ทำให้แสงกระจาย

ภาพของวัตถุที่เกิดจากเลนส์นูน หรือ เลนส์เว้า จะมีลักษณะของภาพที่แตกต่างกัน โดยภาพที่เกิดขึ้นจะมีขนาดใหญ่ หรือเล็กกว่าวัตถุ ขึ้นอยู่กับ การวางวัตถุนั้นไว้ที่ตำแหน่งใด เราสามารถแสดงให้เห็นได้ว่า ภาพจะมีลักษณะใดโดยใช้รังสีจากวัตถุเพียง 2 รังสีเท่านั้น ในการเขียนแผนภาพตามกฎการหักเหของแสง ดังรูป 5 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน และ รูป 6 ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า ดังต่อไปนี้

เลนส์นูน

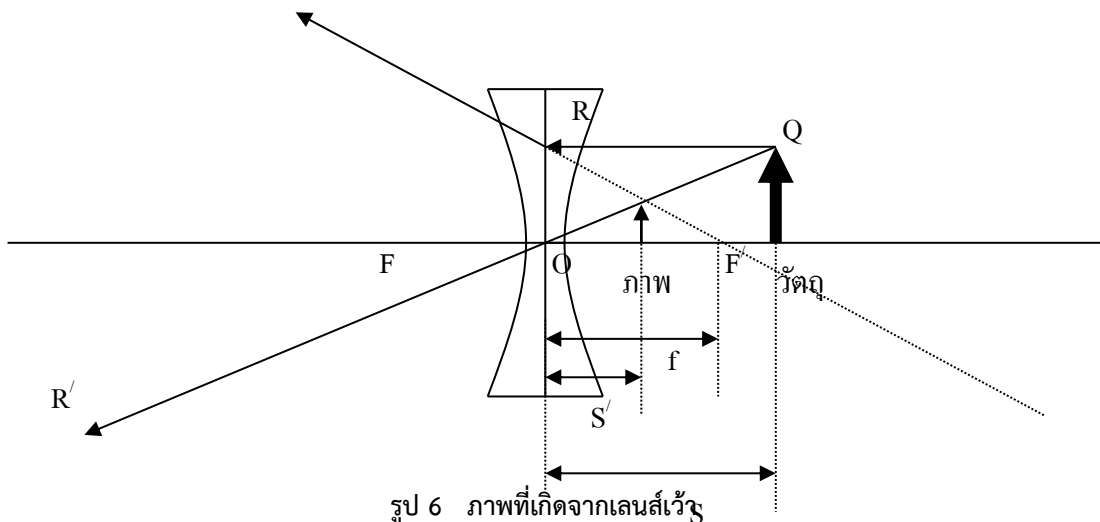
1. เขียนรังสีตกกระทบ QR ขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ รังสีหักเหจะผ่านโฟกัส
2. เขียนรังสีตกกระทบ QO ผ่านศูนย์กลางเลนส์ O รังสีหักเหจะผ่านเลนส์ออกไปในแนวเดิม



รูป 5 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

เลนส์เว้า

1. เขียนรังสีตกกระทบ QR ขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญ รังสีหักเหกระจายออก ถ้าต่อย้อนกลับจะผ่านจุดโฟกัสเสมือน
2. เขียนรังสีตกกระทบ QO ผ่านศูนย์กลางเลนส์ O รังสีหักเหจะผ่านเลนส์ออกไปในแนวเดิม



รูป 6 ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า

เราสามารถหาตำแหน่งภาพ และชนิดของภาพ ได้จากสมการต่อไปนี้

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

โดยสมการนี้ จะใช้ได้ทั้งกรณีเลนส์นูนและเลนส์เว้า แต่การหาตำแหน่งภาพและชนิดของภาพ จะต้องมีการกำหนดเครื่องหมาย + และ - สำหรับปริมาณต่าง ๆ ในสมการดังนี้

1. S มีเครื่องหมาย + ถ้าวัตถุอยู่หน้าเลนส์ และ S มีเครื่องหมาย - ถ้าวัตถุอยู่หลังเลนส์
2. S' มีเครื่องหมาย + ถ้าภาพอยู่หลังเลนส์ และ S' มีเครื่องหมาย - ถ้าภาพอยู่หน้าเลนส์
3. f ของเลนส์นูนมีเครื่องหมาย + และ f ของเลนส์เว้ามีเครื่องหมาย -

จากการทดลองพบว่า กราฟระหว่าง $\frac{1}{S}$ กับ $\frac{1}{S'}$ เป็นเส้นตรงที่ตัดแกนทั้งสองโดยมี

ความชันเป็น -1 นอกจากนี้จุดตัดบนแกน y และบนแกน x มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{f}$

นั่นคือ
$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}$$

จากรูป 5 ขนาดภาพ y' และขนาดวัตถุ y มีความสัมพันธ์ กับ ระยะภาพ S' และระยะวัตถุ S ดังสมการดังนี้

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

ตัวอย่าง 1 เลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร เมื่อวางวัตถุอยู่ห่างเลนส์นูน 30 เซนติเมตร ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพชนิดใด และอยู่ที่ใด และถ้าวัตถุอยู่ห่างเลนส์นูน 6 เซนติเมตร ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพชนิดใด

วิธีทำ เมื่อวัตถุอยู่ห่างเลนส์นูน 30 เซนติเมตร

$$\begin{array}{lcl} \text{จาก} & \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = & \frac{1}{f} \\ & \frac{1}{30} + \frac{1}{S'} = & \frac{1}{10} \\ & S' = & 15 \text{ cm} \end{array}$$

S' มีเครื่องหมาย + แสดงว่า ภาพที่ได้เป็นภาพจริง

ตอบ ได้ภาพจริงที่อยู่ห่างเลนส์นูน 15 เซนติเมตร

เมื่อวัตถุอยู่ห่างเลนส์นูน 6 เซนติเมตร

$$\begin{array}{lcl} \text{จาก} & \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = & \frac{1}{f} \\ & \frac{1}{6} + \frac{1}{S'} = & \frac{1}{10} \\ & S' = & -15 \text{ cm} \end{array}$$

S' มีเครื่องหมาย - แสดงว่า ภาพเสมือน จะได้ภาพหัวตั้ง

ตอบ ได้ภาพเสมือนหัวตั้งอยู่ห่างเลนส์นูน 15 เซนติเมตร

ตัวอย่าง 2 วางวัตถุที่ยาว 1.4 เซนติเมตร ในแนวตั้งฉากกับแกนमुखสำคัญหน้าเลนส์เว้าที่มีความยาวโฟกัส 20 เซนติเมตร โดยอยู่ห่างเลนส์เว้า 15 เซนติเมตร ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพชนิดใด และอยู่ห่างเลนส์เว้าเท่าใด และภาพมีขนาดเท่าใด

$$\begin{array}{lcl} \text{วิธีทำ} & \text{จาก} & \frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} \\ & f = & -20 \text{ cm.} \quad S = 15 \text{ cm.} \\ & \text{แทนค่า} & \frac{1}{-20} = \frac{1}{15} + \frac{1}{S'} \\ & S' = & \frac{-60}{7} = -8.57 \text{ cm.} \end{array}$$

แสดงว่า ภาพเป็นภาพเสมือน เพราะ S' มีเครื่องหมาย - และเป็นภาพหัวตั้งหาขนาดของ

ภาพ

$$\begin{array}{lcl} \text{จาก} & \frac{y'}{y} = & \frac{S'}{S} \\ & \frac{y'}{1.4 \text{ cm}} = & \frac{60 \text{ cm}}{7} \times \frac{1}{20 \text{ cm}} \\ & y' = & 0.6 \text{ cm} \end{array}$$

ตอบ เกิดภาพเสมือนหัวตั้งหน้าเลนส์เว้าที่ระยะ 8.57 เซนติเมตร และภาพมีขนาดยาว 0.6 เซนติเมตร

ตัวอย่าง 3 เลนส์นูน L_1 และ L_2 ซึ่งมีความยาวโฟกัส 15 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ อยู่ห่างกัน 20 เซนติเมตร วางวัตถุไว้หน้าเลนส์ L_1 ห่างจากเลนส์ 20 เซนติเมตร จงหาตำแหน่งของภาพสุดท้าย

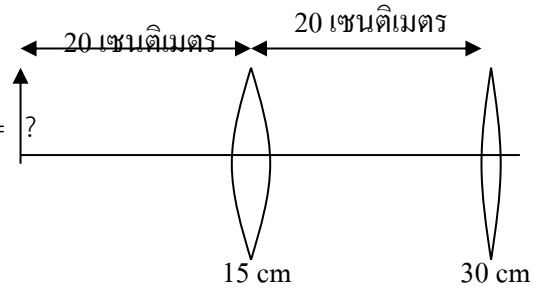
วิธีทำ หาภาพของวัตถุที่เกิดจากเลนส์ L_1 ซึ่งมีความยาวโฟกัส $f = 15$ cm

$$\text{จาก } \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}$$

$$S = +20 \text{ cm.} \quad f = +15 \text{ cm.} \quad S' = ?$$

$$\text{แทนค่า } \frac{1}{+20} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{+15}$$

$$S' = 60 \text{ cm.}$$



เพราะ L_2 อยู่ห่างจาก L_1 เพียง 20 cm ดังนั้นภาพเกิดทางขวามือของเลนส์ L_2 และภาพนี้ จะทำให้เป็นวัตถุของเลนส์ L_2 และเป็นวัตถุที่อยู่หลังเลนส์

$$\text{ดังนั้น ระยะวัตถุ } S = -(60 - 20) = -40 \text{ cm.}$$

หาภาพเนื่องจากเลนส์อันที่ L_2

$$\text{จาก } \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}$$

$$S = -40 \text{ cm.} \quad f = +30 \text{ cm.} \quad S' = ?$$

$$\text{แทนค่า } \frac{1}{-40} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{+30}$$

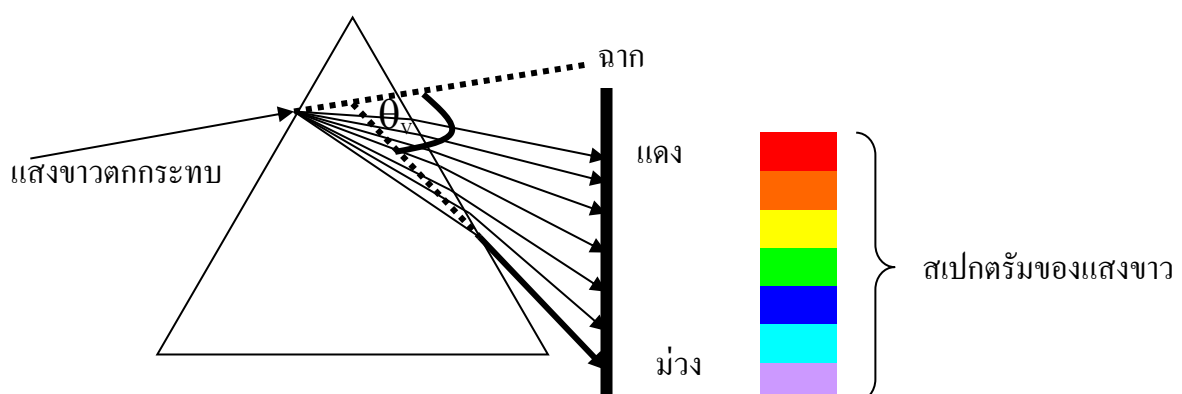
$$S' = 17.14 \text{ cm.}$$

คำตอบ จะได้ภาพสุดท้ายเกิดขึ้นทางขวาของเลนส์ L_2 และห่างจากเลนส์ 17.14 เซนติเมตร และเป็นภาพจริง

ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง

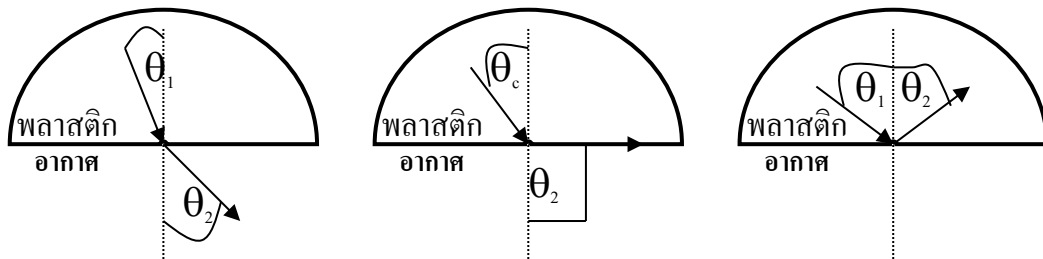
การกระจายของแสง

1) การกระจายแสงผ่านปริซึม เมื่อให้แสงขาวซึ่งประกอบด้วยแสงหลายสีผ่านปริซึม สามเหลี่ยม พบว่าแสงที่หักเหออกมาจากปริซึมจะไม่เป็นแสงขาว แต่จะมีสีต่าง ๆ กัน แสงแต่ละสีที่หักเห ออกมาจะทำมุมหักเหต่าง ๆ กัน แสงแต่ละสีจึงปรากฏบนฉาก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ กัน ดังรูป 6 ปรากฏการณ์ นี้เรียกว่า การกระจายของแสง



มุมที่หักเหออกจากปริซึมเท่ากับรังสีตกกระทบบที่ผิวแรกของปริซึม เรียกว่า **มุมเบี่ยงเบน** จากรูป 6 θ_v คือ มุมเบี่ยงเบนของแสงสีม่วงซึ่งมีค่ามากที่สุด เพราะ มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด ส่วนมุมเบี่ยงเบนของแสงสีแดง θ_r นั้นมีค่าน้อยที่สุด เพราะมีความยาวคลื่นยาวที่สุด ถ้าให้ปริซึมนี้รับแสงอาทิตย์ แถบสีที่ได้ก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกับที่ใช้รับแสงจากกล่องแสง เรียกแถบนี้ว่า **สเปกตรัมของแสงขาว**

2) การสะท้อนกลับหมด เมื่อแสงจากตัวกลางหนึ่งผ่านเข้าไปในตัวกลางหนึ่ง ซึ่งมีดรรชนีหักเหมีค่าน้อยกว่าพบว่ามีมุมหักเห θ_2 ในตัวกลางที่ดรรชนีหักเหมีค่ามากกว่าจะใหญ่กว่ามุมตกกระทบบ θ_1 เช่น เมื่อแสงจากแท่งพลาสติกผ่านเข้าไปในตัวกลางที่ดรรชนีหักเหมีค่าน้อยกว่า เช่น จากพลาสติกไปยังอากาศ มุมหักเห θ_2 จะมีค่ามากกว่า มุมตกกระทบบ θ_1 และมุมหักเหจะสามารถมีค่าได้เท่ากับ 90 องศา เมื่อได้มุมตกกระทบบที่ระดับหนึ่ง เรียกมุมตกกระทบบ ที่ทำให้เกิดมุมหักเหเท่ากับ 90 องศาว่า มุมวิกฤต (θ_c) และปรากฏการณ์นี้เรียกว่า **การสะท้อนกลับหมด** ดังรูป 7



รูป 7 การสะท้อนกลับหมด

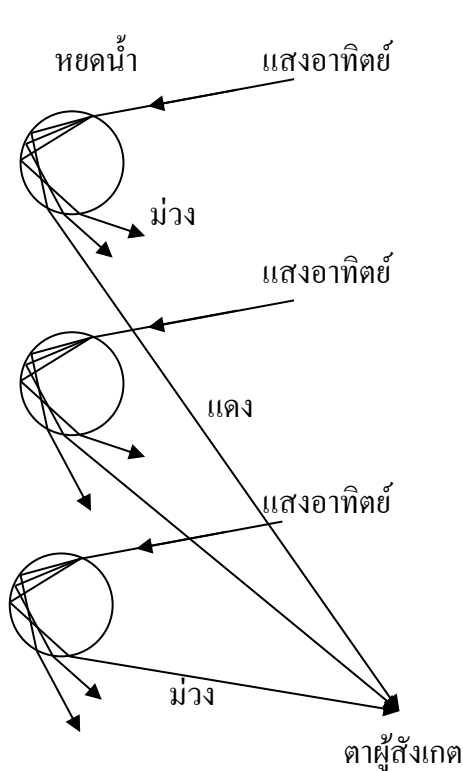
ตัวอย่าง จงหามุมวิกฤตของแท่งพลาสติก ดรรชนีหักเหมีค่าประมาณ 1.5

วิธีทำ เพราะพลาสติกมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ ดังนั้น แสงเกิดปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมด จะต้องคิดว่าแสงเดินทางแท่งพลาสติกไปยังอากาศ แท่งพลาสติกจึงเป็นตัวกลางที่ 1 และอากาศเป็นตัวกลางที่ 2

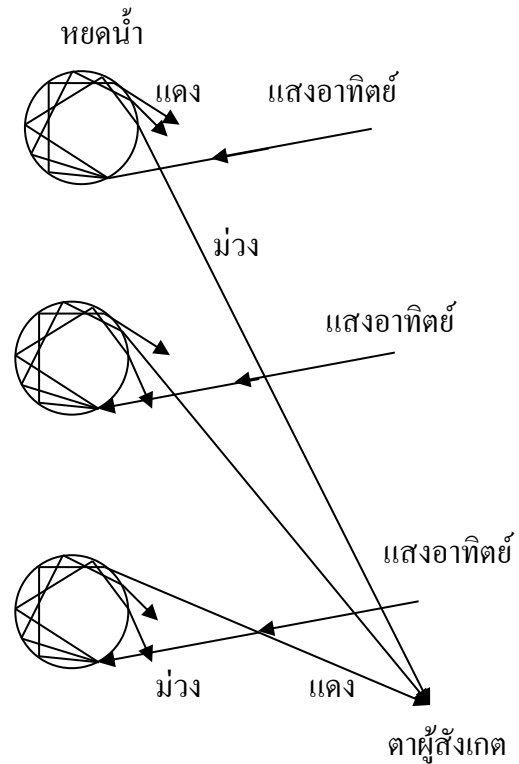
$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad n_1 \sin \theta_1 &= n_2 \sin \theta_2 \\ n_1 \text{ คือ ดรรชนีหักเหของแท่งพลาสติก เท่ากับ } 1.5 \\ n_2 \text{ คือ ดรรชนีหักเหของแท่งอากาศ เท่ากับ } 1 \\ \theta_1 \text{ คือ มุมตกกระทบบ ซึ่งในที่นี้เท่ากับ มุมวิกฤต } \theta_c \\ \theta_2 \text{ คือ มุมหักเหเท่ากับ } 90 \text{ องศา} \\ \text{แทนค่า} \quad 1.5 \sin \theta_c &= 1 \sin 90^\circ \\ \sin \theta_c &= 0.667 \\ \theta_c &= 42^\circ \end{aligned}$$

คำตอบ นั่นคือ มุมวิกฤตของแท่งพลาสติก มีค่าประมาณ 42 องศา

3) รุ้ง เป็นผลมาจากการกระจายของแสง การสะท้อนกลับหมด และการหักเหของแสง ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากการที่แสงแดดส่องผ่านละอองน้ำที่มีอยู่มาก ก่อนหรือหลังฝนตก แล้วเกิดการกระจายของแสง เกิดการสะท้อนกลับหมด ทำให้ได้สเปกตรัมของแสงขาว แล้วหักเหออกสู่อากาศเข้าสู่ตาของผู้สังเกต รุ้งที่เกิดขึ้นมีได้ 2 แบบ คือ รุ้งปฐมภูมิ และรุ้งทุติยภูมิ ดังรูป 8



รูป 8 ก รุ้งปฐมภูมิ

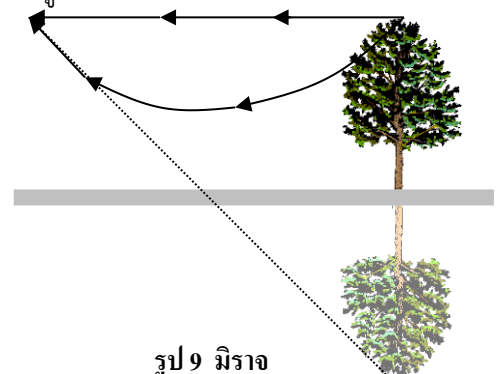


รูป 8 ข รุ้งทุติยภูมิ

3.1 รุ้งปฐมภูมิ เกิดจากแสงแดดตกกระทบเข้ามาทางด้านบนของละอองน้ำ แล้วเกิดการกระจายของแสงในละอองน้ำ และการสะท้อนกลับหมดภายในละอองน้ำหนึ่งครั้ง จึงหักเหออกจากละอองน้ำสู่อากาศ ดังรูป 8 ก. ดังนั้นรุ้งปฐมภูมิเกิดการหักเห 2 ครั้ง สะท้อน 1 ครั้ง (หักเห → สะท้อน → หักเห) รุ้งปฐมภูมิมีสีแดงอยู่ด้านบน และสีม่วงอยู่ด้านล่าง

3.2 รุ้งทุติยภูมิ เกิดจากแสงแดดตกกระทบเข้ามาทางด้านล่างของละอองน้ำ แล้วเกิดการกระจายของแสงภายในละอองน้ำ จากนั้นก็เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในละอองน้ำ 2 ครั้ง จึงหักเหออกจากละอองน้ำสู่อากาศ ดังรูป 8 ข. ดังนั้น รุ้งทุติยภูมิเกิดการหักเห 2 ครั้ง และสะท้อน 2 ครั้ง (หักเห → สะท้อน → สะท้อน → หักเห) รุ้งทุติยภูมิมีสีแดงอยู่ด้านล่าง และสีม่วงอยู่ด้านบน

4) มิราจ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติชนิดหนึ่งที่เกิดจากการหักเหของแสงในบรรยากาศในชั้นต่าง ๆ เพราะความหนาแน่นของอากาศในชั้นต่าง ๆ ไม่เท่ากัน มีผลทำให้เรามองเห็นภาพ 2 ภาพพร้อม ๆ กัน เช่น คนในทะเลทรายอาจเห็นต้นไม้ต้นหนึ่งเป็นสองต้นพร้อม ๆ กัน โดยเห็นต้นเดิมกับภาพ ที่มียอดต้นไม้ปรากฏอยู่ใต้พื้นทราย ดังรูป 9 ซึ่งมักเกิดในบริเวณที่อากาศมีความหนาแน่นแตกต่างกันมาก เช่น ทะเลทรายหรือถนน ซึ่งถูกแดดจัด เพราะบริเวณนี้ อุณหภูมิของอากาศเหนือผิวถนนจะสูงมาก และจะลดลงอย่างรวดเร็วตามความสูง ทำให้ดัชนีหักเหของอากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตามความสูง ตัวอย่างของมิราจนอกจากที่กล่าวมาได้แก่ การเห็นน้ำปรากฏบนผิวน้ำที่ร้อน ทั้ง ๆ ที่ถนนแห้ง การเห็นเรือลอยคว่ำอยู่ในอากาศเหนือท้องทะเล เป็นต้น



รูป 9 มิราจ

15. เลนส์นูน 2 อัน ความยาวโฟกัส 4 และ 16 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยวางห่างกัน 20 เซนติเมตร แล้ววางวัตถุ A ห่างจากเลนส์อันแรก 8 เซนติเมตร (ไม่ใช่อยู่ระหว่างเลนส์ทั้งสอง) จงหาระยะห่างระหว่างภาพสุดท้ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากเลนส์ทั้งสองกับวัตถุ A เป็นกี่เซนติเมตร

ก. 24

ข. 20

ค. 16

ง. 12



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 9	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง แสง และทัศนอุปกรณ์		
หัวข้อเรื่อง ทัศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา		

61. สารระที่

สารระที่ 5 พลังงาน

62. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

63. สารสำคัญ

ทัศนอุปกรณ์ เป็นสิ่งที่ช่วยในการดูภาพ ให้มีลักษณะตามต้องการ เช่น เครื่องฉายภาพนิ่ง กล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ และกล้องส่องทางไกล เป็นต้น สิ่งที่มีผลต่อการมองเห็นวัตถุอีกสิ่งหนึ่ง คือ ความสว่าง ซึ่งเป็นผลจากพลังงานแสงที่ตกบนพื้นในหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รับแสง มีหน่วยเป็น ลักซ์ แล้วไปมีผลต่อตาของเรา การมองวัตถุต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับขนาด ระยะ และความสว่าง จึงมีผลต่อตา การถนอมสายตาจึงเป็นส่วนที่สำคัญ เพื่อการรักษาตาให้สามารถมองเห็นวัตถุมีคุณภาพ

64. จุดประสงค์การเรียนรู้

64.1 ด้านความรู้

15) บอกความหมายของทัศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา

16) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับทัศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา

64.2 ด้านทักษะกระบวนการ

11) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบค้นตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาทัศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา

64.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรม

1) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และการเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง

2) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

65. เนื้อหา ทัศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา

66. กระบวนการจัดการเรียนรู้

42. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “วัตถุบนท้องฟ้า ใช้หัวदनก และโรคเอ็ดส์”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “ถ้าเราต้องการสังเกตดวงจันทร์ และเชื้อไวรัสจากใช้หัวदनก เราต้องใช้อุปกรณ์ใด และอุปกรณ์นี้มีคุณสมบัติต่างกันอย่างไร ” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 9.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเคลื่อนที่มาพบกันของคลื่น เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 10.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจกให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ ทิศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา

43. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทิศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา จากใบความรู้ 9 พร้อมกับใบงาน 9.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

44. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับทิศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา เพื่อให้ นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

45. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง ทิศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา จากใบความรู้ 9

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 9.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 9

46. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ ทิศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 9

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ ทิศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 9 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

7.สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 9.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 9	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 9	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 9.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 9.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 9	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

8.การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 9.1 – 9.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 9 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 9	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 10	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

9.กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอธิบายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 9 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 9 เวลา 15 นาที
--	---------------------------------------	---

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

2. ทัศนอุปกรณ์มีเลนส์นูนเป็นองค์ประกอบ เวลาใช้จะต้องเลื่อนให้ระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ เพื่อให้ได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย อุปกรณ์ชนิดนี้ มีชื่อเรียกว่าอะไร
 ก. แว่นขยาย ข. เครื่องฉายภาพนิ่ง ค. กล้องโทรทรรศน์ ง. กล้องส่องทางไกล

6. เครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นทัศนอุปกรณ์ที่มีเลนส์นูนเป็นส่วนประกอบ ในการใส่แผ่นสไลด์เข้าไปในเครื่องฉายภาพนิ่ง จะต้องใส่อย่างไร
 1) ใส่หัวตั้ง 2) ใส่กลับหัว 3) ใส่ให้อยู่ระหว่าง f และ $2f$ ของเลนส์ฉายภาพ
 คำตอบที่ถูกต้องคือ
 ก. ข้อ 1) , 2) ข. ข้อ 2) , 3) ค. ข้อ 1) , 3) ง. ถูกทุกข้อ

7. ภาพที่เกิดจากเครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นภาพชนิดใด
 ก. ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเท่าวัตถุ ข. ภาพจริง หัวกลับ ขนาดขยาย
 ค. ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย ง. ภาพจริง หัวกลับ ขนาดเท่าวัตถุ

8. ในการถ่ายรูปวัตถุใด ๆ จะต้องจัดให้วัตถุนั้นอยู่ที่ตำแหน่งใดของเลนส์หน้ากล้อง
 ก. มากกว่าสองเท่าของความยาวโฟกัส ข. น้อยกว่าความยาวโฟกัส
 ค. เท่ากับสองเท่าของความยาวโฟกัส ง. เท่ากับความยาวโฟกัส

9. ภาพที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพชนิดใด
 ก. ภาพเสมือน หัวกลับ ขนาดเท่าวัตถุ ข. ภาพจริง หัวตั้ง ขนาดเท่าวัตถุ
 ค. ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย ง. ภาพจริง หัวตั้ง ขนาดขยาย

9. ส่วนประกอบใดของตาที่ทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรมของกล้องถ่ายรูป
 ก. เลนส์ตา ข. กล้ามเนื้อตา ค. ม่านตา ง. เรตินา

10. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้
 1) เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ ภาพแรกที่เกิดจากเลนส์วัตถุอยู่ระหว่างเลนส์วัตถุกับเลนส์ตา
 2) เกี่ยวกับกล้องโทรทรรศน์ เลนส์ใกล้วัตถุมีความยาวโฟกัสมากกว่าเลนส์ใกล้ตา
 3) กล้องส่องทางไกลให้ปริซึมช่วย ลดความยาวของกล้องให้สั้นลง
 ก. ข้อ 1) , 3) ข. ข้อ 2) , 3) ค. ข้อ 1) , 2) ง. ข้อ 1) , 2) , 3)

11. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) ความรู้เรื่องความสว่าง ช่วยในการเลือกหลอดไฟที่ประหยัดพลังงาน
- 2) เราเห็นสีแดงของดอกไม้ เพราะดอกไม้สะท้อนสีแดงอย่างเดียว แสงสีอื่นดูดกลืนหมด
- 3) ถ้ามองแสงสีน้ำเงินที่มีความสว่างมากเป็นเวลานาน ๆ แล้วมองแสงขาวทันที เห็นเป็นสีน้ำเงินเขียว

ก. ข้อ 1), 2), 3) ข. ข้อ 2), 3) ค. ข้อ 1), 2) ง. ข้อ 1), 3)

10. หลอดฟลูออเรสเซนต์หลอดหนึ่งสามารถให้พลังงานในอัตรา 2,500 ลูเมน จะต้องใช้หลอดชนิดนี้จำนวนกี่หลอดไปติดในห้องทำงานขนาด $3 \times 3 \times 3$ เมตร เพื่อให้เกิดความสว่างเฉลี่ย 500 ลักซ์

ก. 12 ข. 9 ค. 6 ง. 3

11. ข้อใดถูก

- 1) แผ่นกรองแสงสีดูดกลืนแสงบางสี และยอมให้แสงบางสีผ่าน
- 2) ถ้านำสารสีปฐมภูมิมาผสมกันด้วยสัดส่วนต่าง ๆ กัน จะเกิดเป็นสารผสมได้หลายสี ยกเว้นสารสีขาว
- 3) แสงสีน้ำเงินกับเหลืองที่มีความเข้มเท่ากัน นำมาผสมกันบนฉากสีขาวแล้วทำให้ได้แสงสีเดียวกับฉาก

ก. ข้อ 1), 2), 3) ข. ข้อ 2), 3) ค. ข้อ 1), 2) ง. ข้อ 1), 3)



รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 (ว 30203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 9 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 9
--	--	--

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ก
2	ข
3	ข
4	ก
5	ค
6	ค
7	ง
8	ง
9	ข
10	ก

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 9.1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 9
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ทิศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า ถ้าเราต้องการสังเกตดวงจันทร์ และเชื้อไวรัสจากไข้หวัดนก เราต้องใช้อุปกรณ์ใด และอุปกรณ์นี้มีคุณสมบัติต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า ถ้าเราต้องการสังเกตดวงจันทร์ และเชื้อไวรัสจากไข้หวัดนก เราต้องใช้
อุปกรณ์ใด และอุปกรณ์นี้มีคุณสมบัติต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า ถ้าเราต้องการสังเกตดวงจันทร์ และเชื้อไวรัส
จากไข้หวัดนก เราต้องใช้อุปกรณ์ใด และอุปกรณ์นี้มีคุณสมบัติต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 9.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 9
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เวลา 40 นาที
เรื่อง ทศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด

1. ทศนอุปกรณ์
2. ความสว่าง
3. ตา
4. สี
5. การถนอมสายตา

2. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

11. ใช้ส่องดูวัตถุ ให้ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยาย ต้องเลื่อนให้วัตถุ อยู่ในระยะน้อยกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ ทศนอุปกรณ์นี้ คือ
12. ใส่แผ่นภาพต้องใส่หัวกลับ และแผ่นภาพต้องอยู่ระหว่าง f กับ $2f$ ของเลนส์ฉายภาพ ทศนอุปกรณ์นี้ คือ
13. ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้าสู่เครื่อง ทำหน้าที่เช่นเดียวกับม่านตา ทศนอุปกรณ์นี้ คือ
14. ใช้สำหรับดูวัตถุ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ทศนอุปกรณ์นี้ คือ
15. มี ปริซึม ช่วยลดความยาวของเครื่อง และดูสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ไกล ทศนอุปกรณ์นี้ คือ
16. เซลล์ที่ไวต่อแสง จะอยู่ที่ใดของตามนุษย์
17. เซลล์ในข้อ 6. มีอยู่ 2 ชนิด คือ
18. แสงสีปฐมภูมิ มี 3 สี คือ
19. สารสีปฐมภูมิ มี 3 สี คือ
20. การมองดูวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมาก จะมีผลทำให้ส่วนใดของตาถูกทำลายอย่างถาวรได้

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 9.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 9
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ทศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา		

1. ทัศนอุปกรณ์มีเลนส์นูนเป็นองค์ประกอบ เวลาใช้จะต้องเลื่อนให้ระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ เพื่อให้ได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย อุปกรณ์ชนิดนี้ มีชื่อเรียกว่าอะไร
ก. เครื่องฉายภาพนิ่ง ข. แว่นขยาย ค. กล้องส่องทางไกล ง. กล้องโทรทรรศน์
2. เครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นทัศนอุปกรณ์ที่มีเลนส์นูนเป็นส่วนประกอบ ในการใส่แผ่นสไลด์เข้าไปในเครื่องฉายภาพนิ่ง จะต้องใส่อย่างไร
1) ใส่กลับหัว 2) ใส่หัวตั้ง 3) ใส่ให้อยู่ระหว่าง f และ $2f$ ของเลนส์ฉายภาพ

คำตอบที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1) , 2) ข. ข้อ 2) , 3) ค. ข้อ 1) , 3) ง. ถูกทุกข้อ
3. ภาพที่เกิดจากเครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นภาพชนิดใด
ก. ภาพจริง หัวกลับ ขนาดขยาย ข. ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเท่าวัตถุ
ค. ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย ง. ภาพจริง หัวกลับ ขนาดเท่าวัตถุ
 4. ในการถ่ายรูปวัตถุใด ๆ จะต้องจัดให้วัตถุนั้นอยู่ที่ตำแหน่งใดของเลนส์หน้ากล้อง
ก. น้อยกว่าความยาวโฟกัส ข. เท่ากับความยาวโฟกัส
ค. เท่ากับสองเท่าของความยาวโฟกัส ง. มากกว่าสองเท่าของความยาวโฟกัส
 5. ภาพที่มองเห็นในกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพชนิดใด
ก. ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย ข. ภาพจริง หัวตั้ง ขนาดเท่าวัตถุ
ค. ภาพเสมือน หัวกลับ ขนาดเท่าวัตถุ ง. ภาพจริง หัวตั้ง ขนาดขยาย
 6. ส่วนประกอบใดของตาที่ทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรมของกล้องถ่ายรูป
ก. ม่านตา ข. กล้ามเนื้อตา ค. เลนส์ตา ง. เรตินา
 7. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้
1) เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ ภาพแรกที่เกิดจากเลนส์วัตถุอยู่ระหว่างเลนส์ตากับตา
2) เกี่ยวกับกล้องโทรทรรศน์ เลนส์ใกล้วัตถุมีความยาวโฟกัสมากกว่าเลนส์ใกล้ตา
3) กล้องส่องทางไกลให้ปริซึมช่วย ลดความยาวของกล้องให้สั้นลง
ก. ข้อ 1) , 3) ข. ข้อ 2) , 3) ค. ข้อ 1) , 2) ง. ข้อ 1) , 2) , 3)

8. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) เราเห็นสีแดงของดอกไม้ เพราะดอกไม้สะท้อนสีแดงอย่างเดียว แสงสีอื่นดูดกลืนหมด
 - 2) ความรู้เรื่องความสว่าง ช่วยในการเลือกหลอดไฟที่ประหยัดพลังงาน
 - 3) ถ้ามองแสงสีน้ำเงินที่มีความสว่างมากเป็นเวลานาน ๆ แล้วมองแสงขาวทันที เห็นเป็นสีน้ำเงินเขียว
- ก. ข้อ 1) , 2) , 3) ข. ข้อ 2) , 3) ค. ข้อ 1) , 2) ง. ข้อ 1) , 3)

9.หลอดฟลูออเรสเซนต์หลอดหนึ่งสามารถให้พลังงานในอัตรา 2,500 ลูเมน จะต้องใช้หลอดชนิดนี้จำนวนกี่หลอดไปติดในห้องทำงานขนาด $3 \times 3 \times 3$ เมตร เพื่อให้เกิดความสว่างเฉลี่ย 500 ลักซ์

- ก. 3 ข. 6 ค. 9 ง. 12

10.ข้อใดถูก

- 1) แผ่นกรองแสงสีดูดกลืนแสงบางสี และยอมให้แสงบางสีผ่าน
 - 2) ถ้านำสารสีปฐมภูมิมารวมกันด้วยสัดส่วนต่าง ๆ กัน จะเกิดเป็นสารผสมได้หลายสี ยกเว้นสารสีขาว
 - 3) แสงสีน้ำเงินกับเหลืองที่มีความเข้มเท่ากัน นำมาผสมกันบนฉากสีขาวแล้วทำให้ได้แสงสีเดียวกับฉาก
- ก. ข้อ 1), 3) ข. ข้อ 2), 3) ค. ข้อ 1), 2) ง. ข้อ 1), 2), 3)



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	เฉลยใบงาน 9.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 9
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ทศนุอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา		

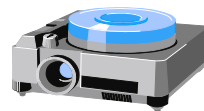
เฉลยใบงาน 10.3	
ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ค
3	ก
4	ง
5	ก
6	ก
7	ข
8	ข
9	ค
10	ง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 9	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น ม. 5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 9
เรื่อง ทศนอุปกรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา		

ทศนอุปกรณ์

เราสามารถนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์ มาสร้างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น เครื่องฉายภาพนิ่ง กล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ และกล้องส่องทางไกล เป็นต้น หลักการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้เป็นอย่างไร

1) **เครื่องฉายภาพนิ่ง** เป็นพื้นฐาน ของเครื่องฉายภาพยนตร์และเครื่องฉายข้ามศีรษะ โดยใช้หลักให้แสงผ่านวัตถุ (แผ่นสไลด์ แผ่นฟิล์ม แผ่นใส) เมื่อแสงจากวัตถุหักเหผ่านเลนส์ฉายภาพ จะทำให้เกิดภาพจริงขนาดขยาย



รูป 1 เครื่องฉายภาพนิ่ง



รูป 2 เครื่องฉายข้ามศีรษะ



รูป 3 กล้องถ่ายรูป

2) กล้องถ่ายรูป

มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. **ตัวกล้อง** ทำหน้าที่เป็นห้องมืด ภายในทาสีดำเพื่อป้องกันแสงจากภายนอก และช่วยลดการสะท้อนแสงภายในกล้อง
2. **เลนส์นูน** ทำหน้าที่รับแสงจากวัตถุที่อยู่ไกลเกินระยะ $2f$ เพื่อให้เกิดภาพจริงขนาดย่อบนฟิล์ม
3. **วงแหวนปรับความชัด** เป็นตัวที่ใช้เลื่อนเลนส์นูนให้ออกห่างหรือเข้าใกล้ฟิล์ม เพื่อให้ได้ภาพชัดตามต้องการ
4. **ไดอะแฟรม** เป็นช่องกลม ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้ากล้อง
5. **ชัตเตอร์** เป็นแผ่นทึบแสง ทำหน้าที่ ปิด เปิด ให้แสงเข้ามาในกล้อง ซึ่งสามารถตั้งช่วงเวลาการปิด – เปิด โดยการปรับ ความเร็วชัตเตอร์ ถ้าวัตถุมีความสว่างมากต้องลดขนาดช่องของไดอะแฟรมหรือเพิ่มความเร็วชัตเตอร์ แต่ถ้าวัตถุมีความสว่างน้อย เราต้องเพิ่มขนาดของไดอะแฟรมหรือลดความเร็วชัตเตอร์
6. **ฟิล์ม** ทำหน้าที่เป็นฉากรับภาพ เมื่อแสงตกบนฟิล์มจะเกิดปฏิกิริยาเคมี และเมื่อนำฟิล์มไปล้างตามขั้นตอน ก็จะได้ภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุบนฟิล์ม

3) กล้องจุลทรรศน์ เป็นกล้องที่ใช้ส่องดูวัตถุเล็ก ๆ เช่น เชื้อโรค ให้มีขนาดขยายใหญ่ขึ้นมาก ๆ จนมองเห็นได้ชัดเจน กล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อัน คือ

1. เลนส์ใกล้วัตถุ เป็นเลนส์ที่อยู่ใกล้วัตถุ มีความยาวโฟกัสสั้นมาก และเป็นเลนส์หนา เพื่อให้มีกำลังขยายสูง ถ้าปรับเลนส์ใกล้วัตถุให้ห่างจากวัตถุมากกว่าความยาวโฟกัส จะได้ภาพจริง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ภาพนี้จะเกิดระหว่างเลนส์ทั้งสอง

2. เลนส์ใกล้ตา เป็นเลนส์ที่อยู่ใกล้ตา มีความยาวโฟกัสมากกว่าเลนส์วัตถุ ทำหน้าที่รับแสงจากภาพ ที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุ เพื่อทำให้เกิดภาพเสมือนขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นภาพที่ตามองเห็น



รูป 4 กล้องจุลทรรศน์

4) กล้องโทรทรรศน์ เป็นกล้องที่ใช้สำหรับส่องดูวัตถุที่อยู่ไกล ๆ เพื่อให้เห็นใกล้เข้ามา และมีขนาดใหญ่ขึ้น กล้องโทรทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อัน คือ

1. เลนส์ใกล้วัตถุ เป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสมาก ทำหน้าที่รับแสงขนานจากวัตถุที่อยู่ไกล ๆ แล้วทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับ

2. เลนส์ใกล้ตา เป็นเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น ทำหน้าที่ขยายภาพ จากเลนส์ใกล้วัตถุ ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และเหมาะที่จะใช้งานทางดาราศาสตร์

ความสว่าง

เป็นที่ทราบกันดีว่าแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถทำให้พื้นที่ที่แสงตกกระทบสว่าง ปริมาณพลังงานแสงที่เปล่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux) มีหน่วยวัดเป็น ลูเมน หลอดไฟฟ้าซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่นิยมใช้กันตามบ้านเรือนมี 2 ชนิด คือหลอดไฟฟ้าแบบไส้ และหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ตาราง 1 แสดงฟลักซ์ส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบฟลักซ์ส่องสว่างของหลอดไฟสองชนิด

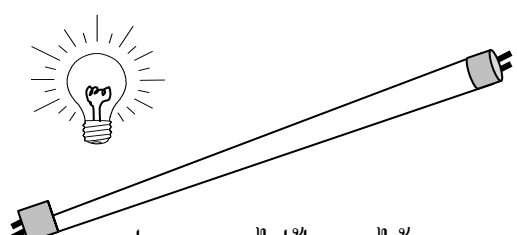
กำลังไฟฟ้า ของหลอด (วัตต์)	ฟลักซ์ส่องสว่าง (ลูเมน)	
	หลอดไฟฟ้าแบบไส้ (หลอดใส)	หลอดฟลูออเรสเซนต์
15	120	750
40	500	2,700

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่าฟลักซ์ส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์มากกว่าแบบไส้ประมาณ 6 เท่า ดังนั้นเมื่อหลอดทั้งสองใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากันประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงสูงกว่าแบบไส้

ถ้าพิจารณาพื้นที่รับแสง ความสว่างบนพื้นที่หาได้จาก

$$E = \frac{\text{ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกตั้งฉากกับพื้นที่รับแสง}}{\text{พื้นที่รับแสง}}$$

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



รูป 5 หลอดไฟฟ้าแบบไส้ และหลอดฟลูออเรสเซนต์

เมื่อ F เป็น ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบพื้น มีหน่วยเป็นลูเมน

A เป็น พื้นที่รับแสง มีหน่วยเป็นตารางเมตร

E เป็น ความสว่าง มีหน่วยเป็นลักซ์

ดังนั้น 1 ลักซ์ = 1 ลูเมนต่อตารางเมตร

ตัวอย่าง ติดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ 3 หลอด โดยมีตัวสะท้อนแสงให้พลังงานแสงทั้งหมดตกบนพื้นโต๊ะที่มีพื้นที่ 10 ตารางเมตร ให้หาความสว่างบนพื้นโต๊ะนี้

วิธีทำ เนื่องจากมีตัวสะท้อนแสงจึงอาจถือว่าพลังงานแสงทั้งหมดตกบนพื้นโต๊ะ เพราะฉะนั้น

ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกบนพื้นโต๊ะ = ฟลักซ์ส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า

ความสว่างบนโต๊ะ =
$$\frac{\text{ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกตั้งฉากกับพื้นโต๊ะ}}{\text{พื้นที่ของ โต๊ะ}}$$

$$= \frac{2,700 \times 3}{10} \quad \text{ลูเมนต่อตารางเมตร}$$

$$= 810 \quad \text{ลูเมนต่อตารางเมตร}$$

ตอบ ความสว่างบนพื้นโต๊ะเท่ากับ 810 ลักซ์

ตัวอย่าง ติดหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ ที่มีฟลักซ์ส่องสว่าง 2,700 ลูเมน ในห้องสี่เหลี่ยมที่มีขนาด $3 \times 2 \times 2$ เมตร ความสว่างของห้องนี้โดยเฉลี่ยมีค่าเท่าไร ให้ฟลักซ์ส่องสว่างที่สูญเสียไปเนื่องจากตัวสะท้อนแสงเท่ากับ 500 ลูเมน และแสงกระทบเพดานห้องน้อยมาก

วิธีทำ พื้นที่ของห้องนี้ = พื้นที่ของห้อง + พื้นที่ของผนังทั้งสี่

$$= (2 \times 3) + \{ (3 \times 2) + (2 \times 2) + (3 \times 2) + (2 \times 2) \}$$

$$= 6 + (6 + 4 + 6 + 4) = 26 \quad \text{ตารางเมตร}$$

ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นทั้งหมด = 2,700 – 500 ลูเมน

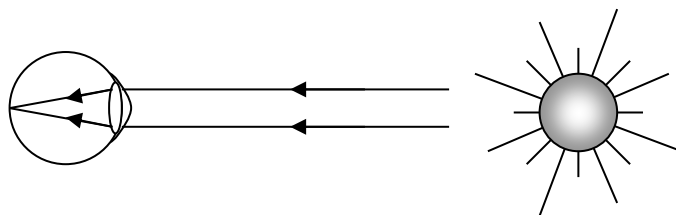
$$= 2,200 \quad \text{ลูเมน}$$

$$\text{เพราะฉะนั้นความสว่างโดยเฉลี่ย} = \frac{2,200}{26} = 84.6 \quad \text{ลักซ์}$$

ตอบ ดังนั้น ความสว่างโดยเฉลี่ยของห้องเท่ากับ 84.6 ลักซ์

การถนอมสายตา

1) การดูวัตถุที่มีความสว่างมาก ไม่ควรดูวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมาก เช่น ดวงอาทิตย์ แสงจากสปอตไลท์ แสงจากการเชื่อมโลหะ เป็นต้น เพราะเลนส์ตาจะรวมแสงให้ไปตกบนเรตินา ดังรูป 6 ซึ่งอาจทำให้เรตินาถูกทำลายอย่างถาวร ถ้าจำเป็นต้องดูวัตถุที่มีความสว่างมาก ๆ เช่น ดวงอาทิตย์ ขณะเกิดสุริยุปราคา ควรดูผ่านฟิล์มกรองแสง



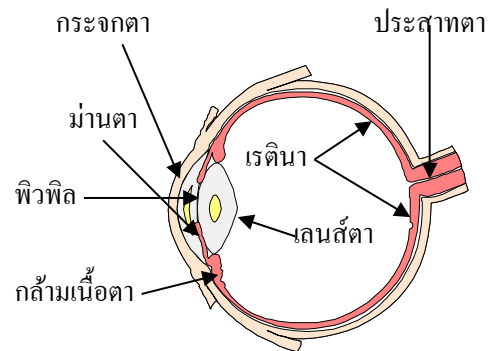
รูป 6 การหักเหของแสงภายในตาไปตกบนเรตินา

2) การดูวัตถุที่มีความสว่างน้อย การดูวัตถุที่มีความสว่างน้อยไม่ทำอันตรายเรตินา แต่เป็นการดูที่ต้องพึงพิจารณา เช่น การอ่านหนังสือ กล้ามเนื้อตาจะต้องทำงานหนักกว่าปกติ และถ้าอ่านในที่ที่มีความสว่างน้อยเป็นระยะเวลานานหรือบ่อย กล้ามเนื้อตาจะเสื่อมเร็วกว่าที่ควร

3) การดูผ่านทัศนอุปกรณ์ ได้แก่ กล้องส่องทางไกล กล้องโทรทรรศน์ ดูวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมาก จะทำให้เรตินาเป็นอันตราย ดังนั้นการดูหรือถ่ายภาพดวงอาทิตย์ เมื่อเกิดสุริยุปราคา จึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยดูผ่านฟิล์มกรองแสง หรือดูโดยมีผู้เชี่ยวชาญ ด้านดาราศาสตร์ดูแล

ตาและการมองเห็นสี

ตาคนและกล้องถ่ายรูปมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่คล้ายกันมาก ตาประกอบด้วยเลนส์ตา เป็นเลนส์รับแสง เรตินาทำหน้าที่คล้ายฟิล์มถ่ายรูป ถัดจากเรตินาเป็นใยประสาทซึ่งติดต่อกับประสาทตา ผ่านไปยังสมอง เวลาที่มีแสงจากวัตถุตกบนเลนส์ตาจะเกิดภาพชัดที่เรตินา ตาจะเห็นวัตถุในลักษณะเดียวกับภาพของวัตถุที่ตกบนฟิล์มถ่ายรูป นอกจากนี้ตายังมีม่านตาเพื่อทำหน้าที่ปรับความเข้มของแสงบนเรตินาให้เหมาะสมโดยเปลี่ยนขนาดของพวพิล ม่านตาจึงทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรมของกล้องถ่ายรูป นอกจากนี้ตายังมีกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตาทำหน้าที่บังคับเลนส์ตาให้หนาขึ้นหรือบางลง เพื่อให้เกิดภาพชัดบนเรตินา ส่วนนี้แตกต่างจากกล้องถ่ายรูป เพราะกล้องถ่ายรูปใช้วิธีเลื่อนตำแหน่งเลนส์เพื่อให้เกิดภาพชัดบนฟิล์ม



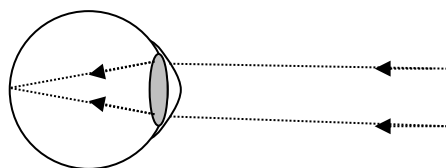
รูป 7 ส่วนประกอบที่สำคัญตา

ในการมองวัตถุ ตำแหน่ง โกลที่ตาเห็นภาพชัด เรียก **จุดใกล้** และตำแหน่งไกลสุดที่ตามองเห็นภาพชัด เรียกว่า **จุดไกล**

สำหรับคนสายตปกติ ดังรูป 8

จุดใกล้ อยู่ในระยะประมาณ 25 เซนติเมตร

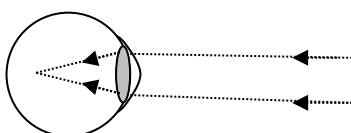
จุดไกล อยู่ในระยะไกลมาก หรือที่ระยะอนันต์



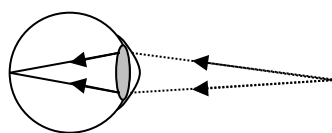
รูป 8 ก.จุดใกล้

รูป 8 ข.จุดไกล

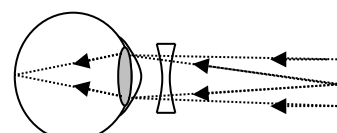
สำหรับคนสายตสั้น ระยะไกลที่ตามองเห็นภาพชัด จะไม่ใช่ระยะอนันต์ (จุดไกล) แต่จะเห็นภาพชัดคือ จุดใกล้ การแก้ไขให้มองเห็นภาพชัดเหมือนสายตปกติ จะต้องสวมแว่นที่ทำด้วยเลนส์เว้า ดังรูป 9



รูป 9 ก.จุดไกลภาพไม่ชัด

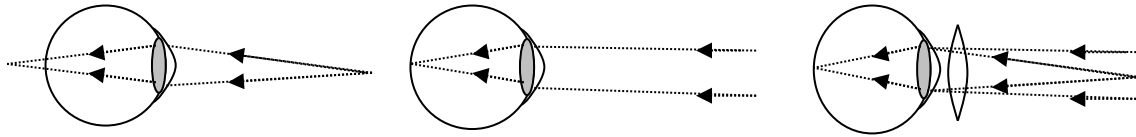


รูป 9 ข.ภาพชัดที่จุดใกล้



รูป 9 ค.การแก้ไขใช้เลนส์เว้า

สำหรับคนสายตายาว ระยะใกล้ที่ตามองเห็นภาพชัด จะไม่ใช่จุดไกล แต่จะเห็นภาพชัดที่ จุดไกล คือ ระยะอนันต์ การแก้ไขให้มองเห็นภาพชัดเหมือนคนสายตาปกติ จะต้องสวมแว่นที่ทำด้วยเลนส์นูน ดังรูป 10



รูป 10 ก.จุดใกล้ภาพไม่ชัด

รูป 10 ข.ภาพชัดที่จุดไกล

รูป 10 ค.การแก้ไขใช้เลนส์นูน

ในการมองเห็นสีต่าง ๆ ส่วนสำคัญของตา คือ เรตินา เพราะมีเซลล์รับแสงจำนวนมาก มีอยู่ 2 ชนิด คือ เซลล์รูปกรวย และเซลล์รูปแท่ง เซลล์รูปแท่งจะไวต่อแสงที่มีความเข้มน้อย จึงไม่สามารถจำแนกสีได้ ส่วน เซลล์รูปกรวยจะไม่ไวต่อแสงที่มีความเข้ม แต่สามารถจำแนกสีต่าง ๆ ได้ คนที่ตาบอดสี จะมีความผิดปกติของเซลล์รูปกรวย จะทำให้สีผิดไปจากเดิม สี

เมื่อให้แสงสีขาวตกกระทบวัตถุต่าง ๆ เราจะเห็นวัตถุมีสีแตกต่างกัน การมองเห็นสีต่าง ๆ นอกจากจะขึ้นอยู่กับ เซลล์รูปกรวยในเรตินาของตาแล้ว ยังมีสิ่งอื่นอีกที่มีอิทธิพลต่อการเห็นสีของวัตถุ คือ การที่จากนั้นผ่านสีต่าง ๆ ของตัวกลาง ก่อนเข้าสู่ตาเรา เช่น แสงขาวของดวงอาทิตย์ เมื่อผ่านปริซึม จะมองเห็นแสงสีถึง 7 สี เป็นต้น หรือ แสงสีต่าง ๆ ผ่านแผ่นกรองแสงสี เพื่อต้องการให้ได้แสงสีที่ต้องการ

จากการให้แสงตกกระทบวัตถุ จะพบว่าเราอาจแบ่งชนิดวัตถุตามปริมาณ และลักษณะที่แสงผ่านวัตถุ ดังนี้

1. วัตถุโปร่งใส คือ วัตถุที่ให้แสงผ่านไปได้เกือบทั้งหมดอย่างเป็นระเบียบ เราจึงสามารถมองผ่านวัตถุชนิดนี้ได้ชัดเจน ตัวอย่างวัตถุชนิดนี้ได้แก่ กระดาษใส และ อแก้วใส เป็นต้น

2. วัตถุโปร่งแสง คือ วัตถุที่ให้แสงผ่านไปได้อย่างไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นเราจึงไม่สามารถมองผ่านวัตถุชนิดนี้ได้ชัดเจน ตัวอย่างวัตถุชนิดนี้ได้แก่ น้ำขุ่น กระดาษฝ้า และกระดาษชุบไข

3. วัตถุทึบแสง คือ วัตถุที่ไม่ให้แสงผ่านเลย แสงทั้งหมดจะถูกดูดกลืนไว้หรือสะท้อนกลับเราจึงไม่สามารถมองผ่านวัตถุชนิดนี้ได้ ตัวอย่างของวัตถุชนิดนี้ได้แก่ ไม้ ผนังตึก และกระจกเงา

ในกรณีที่แสงขาวตกกระทบวัตถุทึบแสง วัตถุนั้นจะดูดกลืนแสงแต่ละสีที่ประกอบเป็นแสงขาวนั้นไว้ในปริมาณต่าง ๆ กัน แสงส่วนที่เหลือจากการดูดกลืนจะสะท้อนกลับเข้าตา ทำให้เราเห็นวัตถุเป็นสีเดียวกับแสงที่สะท้อนมาเข้าตามากที่สุด ตามปกติวัตถุมีสารที่เรียกว่า สารสีทำหน้าที่ดูดกลืนแสง วัตถุที่มีสีต่างกันจะมีสารสีต่างกัน การเห็นไปไม่เป็นที่สีขาว เป็นเพราะไปไม่มีคลอโรฟิลเป็นสารดูดกลืนแสงสีม่วงและสีแดง แล้วปล่อยแสงสีเขียวและสีใกล้เคียงให้สะท้อนกลับเข้าตามากที่สุด ส่วนดอกไม้ที่มีสีแดงเพราะดอกมีสารสีแดงซึ่งดูดกลืนแสงสีม่วง สีน้ำเงิน และสีเขียวส่วนใหญ่ไว้ แล้วปล่อยให้แสงสีแดงปนสีส้มและสีเหลืองให้สะท้อนกลับเข้าตามากที่สุด ส่วนสารที่มีสีดำนั้นจะดูดกลืนแสงทุกสีที่ตกกระทบทำให้ไม่มีแสงสีใดสะท้อนกลับเข้าสู่ตาเลย เราจึงเห็นวัตถุเป็นสีดำ แต่สารสีขาวนั้นจะสะท้อนแสงทุกสีที่ตกกระทบ

1) การผสมสารสี การที่เรามองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ส่วนใหญ่เราเห็นสีเนื่องมาจากแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุ มากกว่าเห็นสีจากแสงที่ทะลุผ่านวัตถุ ดังนั้นสีตามธรรมชาติของวัตถุ ที่เราต้องการเห็น จะต้องดูวัตถุนั้นด้วยแสงขาวของดวงอาทิตย์ เมื่อเป็นเช่นนั้นสีของวัตถุที่เห็น จะต้องมีส่วนที่กำหนดสีบนวัตถุ ได้แก่ แสงที่กระทบผิววัตถุ และสารสีบนวัตถุ (สารสีที่ผสมในเนื้อวัตถุ) สารสีต่าง ๆ ที่อยู่ในเนื้อวัตถุ ที่ไม่สามารถสร้างขึ้น

ได้จากการผสมสารสีต่าง ๆ เข้าด้วยกันมี อยู่ 3 สี คือ สีเหลือง สีแดงม่วง และสีน้ำเงินเขียว ซึ่งเรียกว่า สารสีปฐมภูมิ สารสีทั้ง 3 นี้ จะมีหน้าที่ดังนี้

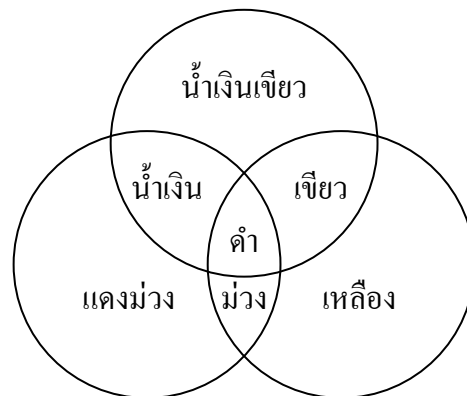
สารสีเหลือง จะไม่ดูดกลืนแถบสีเหลืองที่อยู่ถัดสีแดง นอกนั้นดูดกลืนหมด

สารสีแดงม่วง จะไม่ดูดกลืนแถบสีแดง นอกนั้นดูดกลืนหมด

สารสีน้ำเงินเขียว จะไม่ดูดกลืนแถบสีน้ำเงินม่วง นอกนั้นดูดกลืนหมด

ถ้านำสารสีปฐมภูมิทั้ง 3 สี มาผสมกันด้วยปริมาณที่เท่า ๆ กัน จะได้ สารสีดำ ซึ่งมีสมบัติดูดกลืนแสงสีทุกแถบในสเปกตรัมของแสงขาว

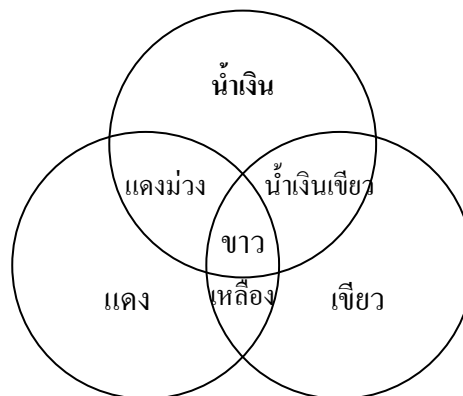
ถ้านำสารสีปฐมภูมิทั้ง 3 สีมาผสมกัน ด้วยสัดส่วนต่าง ๆ กัน จะเกิดเป็นสารผสมได้หลายสี ยกเว้น สารสีขาว ไม่อาจทำให้เกิดได้ด้วยการผสมสารสีอื่น ๆ ดังรูป 11



รูป 11 แสดงการผสมสารสีปฐมภูมิ

2) การผสมแสงสี

แสงที่สะท้อนหรือทะลุผ่านออกมาจากวัตถุต่าง ๆ มักไม่เป็นเพียงสีเดียว ดังนั้นเมื่อเราต้องเห็นแสงสีเดียว เราจึงมักจะเห็นได้จากการผสมแสงสีเข้าด้วยกัน โดยนำแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงินมาผสมกันบนฉากสีขาวด้วยสัดส่วนเท่า ๆ กัน จะให้ผลเหมือนกับเราฉายแสงขาวลงบนฉากขาว นั่นคือ แถบแสงสีต่าง ๆ ในแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงินจะรวมกันเป็นสเปกตรัมของแสงขาวพอดี ดังรูป 12 แสงสีทั้งสามนี้เรียกว่า แสงสีปฐมภูมิ เราอาจนำแสงสีปฐมภูมิมาผสมกันเพื่อให้แสงสีต่าง ๆ กันได้หลายสี ยกเว้นแสงสีดำ



รูป 12 แสดงการผสมแสงสีปฐมภูมิบนฉากขาว

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แบบฝึกทักษะ 9	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 9
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 9
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 5 นาที
เรื่อง ทิศนอปรณ์ ความสว่าง และการถนอมสายตา		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูก และกาเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

-1. ทิศนอปรณ์มีเลนส์นูนเป็นองค์ประกอบ เวลาใช้จะต้องเลื่อนให้ระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ เพื่อให้ได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย อุปกรณ์ชนิดนี้ มีชื่อเรียกว่า แว่นขยาย
-2. เครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นทิศนอปรณ์ที่มีเลนส์นูนเป็นส่วนประกอบ ในการใส่แผ่นสไลด์เข้าไปในเครื่องฉายภาพนิ่ง จะต้องใส่หัวตั้ง
-3. ภาพที่เกิดจากเครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นภาพจริง หัวกลับ ขนาดขยาย
-4. ในการถ่ายรูปวัตถุใด ๆ จะต้องจัดให้วัตถุนั้นอยู่ที่ระยะมากกว่าสองเท่าของความยาวโฟกัสของเลนส์หน้ากล้อง
-5. ม่านตาของมนุษย์ทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรมของกล้องถ่ายรูป
-6. เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ ภาพแรกที่เกิดจากเลนส์วัตถุอยู่ระหว่างเลนส์วัตถุกับเลนส์ตา
-7. เกี่ยวกับกล้องโทรทรรศน์ เลนส์ใกล้วัตถุมีความยาวโฟกัสมากกว่าเลนส์ใกล้ตา
-8. กล้องส่องทางไกลให้ปริซึมช่วย ลดความยาวของกล้องให้สั้นลง
-9. ความรู้เรื่องความสว่าง ช่วยในการเลือกหลอดไฟที่ประหยัดพลังงาน
-10. ถ้ามองแสงสีน้ำเงินที่มีความสว่างมากเป็นเวลานาน ๆ แล้วมองแสงขาวทันที เห็นเป็นสีน้ำเงินเขียว

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 10	รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5
เรื่อง เสียง		
หัวข้อเรื่อง ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง		

67. สารระที่

สารระที่ 5 พลังงาน

68. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

69. สารสำคัญ

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติของคลื่นทั้ง 4 ข้อ คือ การสะท้อนของเสียงทำให้เกิดปรากฏการณ์ของเสียงที่เรียกว่า เสียงก้อง การหักเหของเสียง ทำให้อธิบายปรากฏการณ์ฟ้าแลบแล้วไม่ได้ยิน เสียงฟ้าร้อง การเลี้ยวเบนของเสียง อธิบายเกี่ยวกับการได้ยินเสียงจากมุมตึกอีกด้านได้ การแทรกสอดของเสียง อธิบายการเทียบเสียงของเครื่องดนตรี

ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย วิเคราะห์และคำนวณสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคลื่นกล คลื่นน้ำ และการซ้อนทับของคลื่นได้

70. จุดประสงค์การเรียนรู้

70.1 ด้านความรู้

17) บอกความหมายของคลื่นเสียงได้

18) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับคลื่นเสียงได้

70.2 ด้านทักษะกระบวนการ

3) สามารถสืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาค่าเกี่ยวกับคลื่นเสียงได้

70.3 ด้านคุณธรรมเจตคติ

1) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และเรื่องคลื่นเสียง

2) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

71. สารการเรียนรู้

71.1 คลื่นเสียง

72. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

72.1ความสามารถในการสื่อสาร

72.2ความสามารถในการคิด

72.3ความสามารถในการแก้ปัญหา

72.4ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

72.5ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

73. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

73.1ใฝ่เรียนรู้

73.2อยู่อย่างพอเพียง

73.3 มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ

74. ชิ้นงาน /ภาระงาน

74.1 ทำแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

74.2 ให้นักเรียนบันทึกความคิดเห็นในใบงานที่ 10.1

74.3 สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ที่ 1 เรื่อง คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการสะท้อนทับของคลื่น พร้อมกับทำใบงาน 10.2

74.4 สืบค้น และแก้ปัญหา ในใบงาน 10.3

74.5 ทำแบบฝึกทักษะ 10

74.6 รายงานผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการคลื่นเสียง ใบความรู้ที่ 10

74.7 เขียน Concept mapping เกี่ยวกับคลื่นกล คลื่นเสียงในใบกิจกรรม 10

74.8 สรุปเนื้อหาสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

กระบวนการจัดการเรียนรู้

47. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง เสียงที่เราได้ยิน ที่นักเรียนได้ยินแล้วประทับใจ

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “เสียงที่นักเรียนได้ยิน แล้วประทับใจ รู้สึกชอบเกิดขึ้นได้อย่างไร” (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 10.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเสียงที่นักเรียนได้ยิน แล้วประทับใจ รู้สึกชอบเกิดขึ้นได้อย่างไรเพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 10.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง

48. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง จากใบความรู้ 1 พร้อมกับใบงาน 1.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

49. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียงเพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

50. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง จากใบความรู้ 10

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 10.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 1

51. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมติ) เกี่ยวกับ ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 10

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียงที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 10 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 10.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 10	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 10	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 10.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 10.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 10	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 10.1 – 10.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 10 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 10	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 10	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์

	3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 10 เวลา 15 นาที
---	---------------------------------------	---

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- เมื่อคลื่นเสียงเดินทางผ่านอากาศ จะทำให้ความดันอากาศ ณ บริเวณนั้นเกิดคลื่นอัด ความดันอากาศจะสูงกว่าปกติ
- ทุกครั้งที่เกิดเสียงจากวัตถุ วัตถุจะเกิดการสั่นสะเทือน
- เสียงเป็นคลื่นตามขวาง เดินทางโดยอาศัยตัวกลาง

คำตอบที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

2. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นเสียง

- อัตราเร็วของเสียงในอากาศลดลงเมื่ออุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น
- เสียงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดได้ดีไม่เท่ากัน
- เมื่อเสียงเดินทางผ่านตัวกลางจะทำให้ตัวกลางเกิดการสั่นสะเทือน

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

3. ในวันที่ลมสงบอุณหภูมิสม่ำเสมอประมาณ 25 องศาเซลเซียส ชายคนหนึ่งตะโกนเข้าใส่หน้าผาสูง แล้วปรากฏว่าได้ยินเสียงสะท้อนกลับในเวลา 3 วินาที หน้าผานั้นอยู่ห่างจากเขาเป็นระยะกี่เมตร

- ก. 352 ข. 346 ค. 519 ง. 1,038

4. กำหนดให้เสียงมีอัตราเร็ว 1,500 เมตรต่อวินาทีในน้ำทะเล เรือลำหนึ่งปล่อยคลื่นโซนาร์ ขนาดความถี่ 5 กิโล เฮิรตซ์ ลงไปจากผิวน้ำ จะตรวจสอบพบปลาขนาดเล็กที่สุดได้เท่าไร

- ก. 15 เซนติเมตร ข. 20 เซนติเมตร ค. 25 เซนติเมตร ง. 30 เซนติเมตร

5. เสียงเคลื่อนที่ในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิประมาณกี่องศาเซลเซียส เมื่อมีมุมตกกระทบ 30 องศา และมุมหักเหของเสียงเท่ากับ 45 องศา ถ้าอากาศในบริเวณทั้งสองมีความดันเท่ากัน ($\sin 30^\circ = 0.500$, $\sin 45^\circ = 0.707$)

- ก. 20 ข. 25 ค. 30 ง. 35

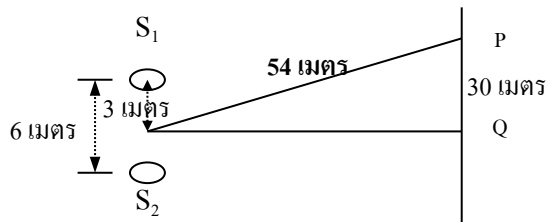
6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ในทางการแพทย์อัลตราโซนิคตรวจดูอวัยวะภายใน ใช้คุณสมบัติของเสียง คือ การสะท้อน
- การเทียบเสียงของกีตาร์ให้มีความถี่เท่ากับความถี่ของหลอดเสียงมาตรฐานที่ต้องการ นักดนตรีอาศัยหลักการแทรกสอดของเสียง
- การหักเหของเสียง มีประโยชน์ในการตรวจหาแหล่งแร่ธาตุ

ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

7. S_1 และ S_2 เป็นลำโพง 2 ตัว ให้ความถี่ 510 เฮิร์ตซ์เท่ากัน เฟสเท่ากัน อยู่ห่างกัน 6 เมตร ผู้ที่ยืนอยู่ที่จุด P ได้ยินเสียงชัดเจน ระหว่างที่เขาเดินจาก P ไปยัง Q เขาจะรู้สึกว่ายาวหายไปจำนวนกี่ครั้ง ถ้าอัตราเร็วเสียงขณะนั้นเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที



- ก. 4 ครั้ง
ข. 5 ครั้ง
ค. 6 ครั้ง
ง. 7 ครั้ง

8. ช่องหน้าต่างกว้าง 0.80 เมตร สูง 1.20 เมตร ในวันที่อากาศมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความถี่ของเสียงที่มากที่สุด ที่จะทำให้เกิดการเลี้ยวเบนในแนวราบมากที่สุดเป็นกี่เฮิร์ตซ์

- ก. 276.5 ข. 346.0 ค. 432.5 ง. 692.0

9. จงหาความยาวคลื่นของเสียงซึ่งมีความถี่ 1,000 เฮิร์ตซ์ ขณะคลื่นเสียงผ่านน้ำทะเล กำหนดให้อัตราเร็วของเสียงในน้ำทะเลเท่ากับ 1,500 เมตรต่อวินาที

- ก. 1.5 เมตร ข. 1.0 เมตร ค. 0.67 เมตร ง. 0.50 เมตร

10. จงหาความถี่ของคลื่นเสียง ขณะคลื่นเสียงผ่านอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ถ้าความยาวคลื่นเสียงเท่ากับ 0.17 เมตร

- ก. 1 กิโลเฮิร์ตซ์ ข. 2 กิโลเฮิร์ตซ์ ค. 3 กิโลเฮิร์ตซ์ ง. 4 กิโลเฮิร์ตซ์

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 30204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 10
--	--	-------------------------------

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ก
2	ค
3	ค
4	ง
5	ข
6	ก
7	ข
8	ค
9	ก
10	ข

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 10.1	
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 10
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

20. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า เสียงที่นักเรียนได้ยิน แล้วประทับใจ รู้สึกชอบเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

21. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า เสียงที่นักเรียนได้ยิน แล้วประทับใจ รู้สึกชอบเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

22. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า เสียงที่นักเรียนได้ยิน แล้วประทับใจ รู้สึกชอบเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 10.2	ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5
รหัสวิชา ว 30203		
	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด

1. ธรรมชาติของเสียง
2. อัตราเร็วของเสียง
3. คุณสมบัติของเสียง

2. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

30. เสียงเกิดขึ้นจาก.....
31. เสียงเป็นคลื่นชนิดใด.....
32. เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ฟังต้องอาศัย.....
33. อากาศ น้ำ เหล็ก เสียงสามารถเดินทางผ่านสิ่งใดได้เร็วที่สุด.....
34. จากสมการ $v = f\lambda$, λ เป็นสัญลักษณ์ ใช้แทน.....
35. จากสมการ $v = f\lambda$, f ในเรื่องเสียง เป็นสัญลักษณ์ใช้แทน.....
36. จากสมการ $v = 331 + 0.6t$ เป็นสมการหนึ่ง เมื่อต้องการหาค่า v แสดงว่าต้องการหาค่าอะไร
.....
37. จากข้อ 7. t เป็นสัญลักษณ์ ใช้แทน.....
38. สิ่งที่ทำให้ อัตราเร็วของเสียง เปลี่ยนไปมีอะไรบ้าง (1 อย่าง).....
39. ให้นักเรียนบอกคุณสมบัติของเสียง มา 1 อย่าง

ⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇⓇ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	ใบงาน 10.3	ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5
รหัสวิชา ว 30203		
	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ในวันที่ลมสงบอุณหภูมิสม่ำเสมอประมาณ 15 องศาเซลเซียส ชายคนหนึ่งตะโกนเข้าใส่หน้าผาสูง แล้วปรากฏว่าได้ยินเสียงสะท้อนกลับในเวลา 3 วินาที หน้าผานั้นอยู่ห่างจากเขาเป็นระยะเท่าใด

วิธีทำ จาก $v = 331 + \dots\dots\dots$
 $v = 331 + 9$
 $v = \dots\dots\dots$ เมตรต่อวินาที
จาก $S = vt$
 $S = (\dots\dots\dots)(3)$
 $S = \dots\dots\dots$ เมตร

ระยะห่างระหว่างชายคนนี้กับหน้าผา $= \frac{S}{2} = \frac{\dots\dots\dots}{2} = \dots\dots\dots$ เมตร

2. กำหนดให้เสียงมีอัตราเร็ว 1400 เมตรต่อวินาทีในน้ำทะเล เรือลำหนึ่งปล่อยคลื่นโซนาร์ ขนาดความถี่ 4.2 กิโลเฮิรตซ์ ลงไปจากผิวน้ำ ปรากฏว่ารับคลื่นสะท้อนผิวน้ำขนาดใหญ่ได้ในเวลา 1.5 วินาที น้ำทะเลตรงนั้นลึกเท่าไร และจะตรวจสอบพบปลาขนาดเล็กที่สุดได้เท่าไร

วิธีทำ จาก $S = vt$
 $S = (1400 \text{ m/s})(\dots\dots\dots)$
 $S = \dots\dots\dots$ เมตร
ความลึกประมาณ $= \frac{S}{2} = \frac{\dots\dots\dots}{2} = \dots\dots\dots$ เมตร
จาก $v = f\lambda$
 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1400 \text{ m/s}}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$ เมตร

ปลาตัวเล็กที่สุดที่จะตรวจสอบได้ต้องยาว เมตร

3. เสียงเคลื่อนที่ในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยมีมุมตกกระทบ 30 องศา ถ้าอากาศในบริเวณทั้งสองมีความดันเท่ากัน จงหามุมหักเหของเสียง

วิธีทำ จากสมการ $v_t = 331 + 0.6 t$
 $v_{15} = 331 + (0.6 \times \dots\dots\dots) = \dots\dots\dots \text{ m/s}$
 $v_{35} = 331 + (0.6 \times \dots\dots\dots) = \dots\dots\dots \text{ m/s}$

$$\begin{aligned}
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{v_1}{v_2} \\
 \frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta_2} &= \frac{\dots\dots\dots \text{ m/s}}{\dots\dots\dots \text{ m/s}} \\
 \sin \theta_2 &= \frac{1}{2} \times \dots\dots\dots \text{ m/s} = \dots\dots\dots \\
 \theta_2 &= \sin^{-1}(\dots\dots\dots)
 \end{aligned}$$

∴ มุมหักเหของเสียงมีค่าเท่ากับ องศา

5

4. ถ้าความยาวของคลื่นเสียงบริเวณอากาศร้อนเป็น 3 เท่าของความยาวคลื่นเสียงบริเวณอากาศเย็น จงหา มุม หักเห เมื่อเสียงเดินทางจากอากาศร้อนไปยังอากาศเย็น โดยมีมุมตกกระทบ 35 องศา

$$\begin{aligned}
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \\
 \frac{\sin 35^\circ}{\sin \theta_2} &= \frac{\dots\dots\dots \lambda}{\dots\dots\dots \lambda} \\
 \sin \theta_2 &= 0.574 \times \dots\dots\dots \lambda = \dots\dots\dots \\
 \theta_2 &= \sin^{-1}(\dots\dots\dots)
 \end{aligned}$$

∴ มุมหักเหของเสียงมีค่าเท่ากับ องศา

5. คลื่นเสียงในอากาศหนึ่ง วิ่งจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ T_1 เข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า คือ T_2 โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับ θ_1 และมุมหักเหเท่ากับ θ_2 จงหาอัตราส่วนระหว่าง $\sin \theta_1$ กับ $\sin \theta_2$ กำหนดให้ $T_1 = 3T_2$ เคลวิน

$$\begin{aligned}
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \\
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \sqrt{\frac{\dots\dots\dots T_2}{T_2}} \\
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \sqrt{\dots\dots\dots} \\
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

∴ อัตราส่วนระหว่าง $\sin \theta_1$ กับ $\sin \theta_2$ มีค่าเท่ากับ

6. S_1 และ S_2 เป็นลำโพงเสียงสองตัววางห่างกัน 4 เมตร ในที่โล่ง P เป็นตำแหน่งที่ผู้ฟังห่างจาก S_1 8 เมตร และห่างจาก S_2 6 เมตร ถ้าผู้ฟังอยู่ตรงตำแหน่งที่เสียงหักล้างกันครั้งแรก เขาจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เท่าใด เมื่ออัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น 340 เมตรต่อวินาที

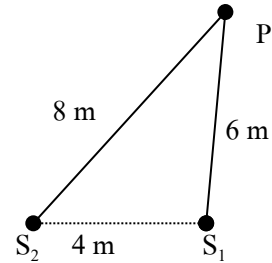
วิธีทำ จาก $S_2P - S_1P = (n - \frac{1}{2})\lambda$

$$(\dots \text{ m}) - (\dots \text{ m}) = (n - \frac{1}{2})\lambda$$

$$\lambda = \dots \text{ m}$$

$$\text{จาก } v = f\lambda$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{\dots \text{ m/s}}{\dots \text{ m}} = \dots \text{ Hz}$$



ตอบ เขาจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เท่ากับ เฮิรตซ์

7. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ ให้เสียงที่มีความถี่ 150 เฮิรตซ์ และอยู่ห่างกัน 9 เมตร จงหาว่า บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้นกี่ตำแหน่ง ถ้ากำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น 360 เมตรต่อวินาที

วิธีทำ จาก $d \sin \theta = (n - \frac{1}{2})\lambda$

$$(\dots \text{ m}) \sin 90^\circ = (n - \frac{1}{2}) \frac{v}{f}$$

$$(\dots \text{ m})(1) = (n - \frac{1}{2}) \left(\frac{\dots \text{ m/s}}{\dots \text{ Hz}} \right)$$

$$n = (\dots \text{ m}) \left(\frac{\dots \text{ Hz}}{\dots \text{ m/s}} \right) + \frac{1}{2}$$

$$n = \dots$$

$$n = \dots \quad (\text{คิดเฉพาะจำนวนเต็ม})$$

$\therefore$ บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้น = + ตำแหน่ง

ตอบ บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้น = ตำแหน่ง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 10	รหัสวิชา ว 30203 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5
หัวข้อเรื่อง ธรรมชาติของเสียง และคุณสมบัติของเสียง		

ธรรมชาติของเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ วัตถุที่มีการสั่นแล้วทำให้เกิดเสียงเรียกว่า แหล่งกำเนิดเสียง สำหรับมนุษย์เสียงพูดเกิดจากการสั่นสะเทือนของสายเสียงซึ่งอยู่ภายในกล่องเสียงบริเวณด้านหน้าของลำคอเรียกว่า ลูกกระเดือก มนุษย์สามารถควบคุมเสียงที่พูดพูดขึ้นโดยใช้ฟัน ลิ้น ริมฝีปาก ทำให้เกิดเสียงที่แตกต่างกัน แต่เสียงจะมีประโยชน์อย่างสมบูรณ์ต้องมีการได้ยิน

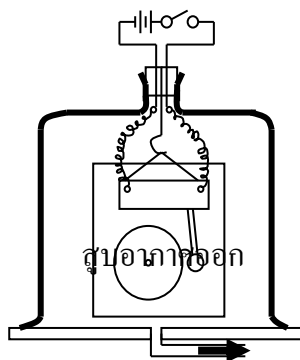
เมื่อเสียงเกิดจากสั่นสะเทือนของวัตถุ แสดงว่าวัตถุได้รับพลังงาน พลังงานนี้จะถูกถ่ายโอนผ่านอากาศมายังหูผู้ฟัง ถ้าไม่มีอากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน เราจะได้ยินเสียงเลย

เราสามารถทดสอบความจริงนี้ได้ โดยการทดลองใช้กระดิ่งไฟฟ้าที่ส่งเสียงตลอดเวลาใส่ไว้ในครอบแก้ว แล้วค่อยๆ สูบอากาศออก เราจะได้ยินเสียงกระดิ่งไฟฟ้าค่อยๆ ลงๆ จนในที่สุดจะไม่ได้ยินเสียงกระดิ่งไฟฟ้าในครอบแก้วอีกเลย เมื่อภายในครอบแก้วเป็นสุญญากาศ

จากสถานการณ์ข้างต้น สรุปได้ว่า การเคลื่อนที่ของเสียง **ต้องอาศัยตัวกลาง** ในการถ่ายโอนพลังงาน การสั่นไปยังที่ต่างๆ

จะเห็นได้ว่า เสียงที่เราได้ยินนี้ เป็นพลังงานรูปหนึ่งและถือว่าเป็นคลื่นประเภทหนึ่งด้วย และพิจารณาจากอากาศที่เป็นตัวกลางนั้นการถ่ายโอนพลังงานเสียง อนุภาคของตัวกลางคืออากาศจะมีการสั่นในลักษณะอัดขยายสลับกันไป จึงถือได้ว่า เสียง

เป็นคลื่นตามยาว



อัตราเร็วของเสียง

ช่วงเวลาที่เสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอากาศมาถึงหูผู้ฟัง ขึ้นกับระยะทาง ระหว่างต้นกำเนิดเสียงกับผู้รับฟัง ถ้าระยะทางมาก เสียงต้องใช้เวลานานกว่าจะได้ยินเสียง แต่ถ้าระยะใกล้ เสียงใช้เวลาน้อยกว่า

เมื่อนักฟิสิกส์ศึกษาอัตราเร็วของเสียงในอากาศ เขาได้พบว่าอัตราเร็วของเสียงในอากาศมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศโดยประมาณ ตามสมการ

$$v_t = 331 + 0.6 t$$

เมื่อ v_t เป็นอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ t ใดๆ และมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที
 t เป็นอุณหภูมิของอากาศ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ตัวอย่าง จงหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส

วิธีทำ จากสมการ $v_t = 331 + 0.6 t$

$$v_{25} = 331 + (0.6 \times 25) \text{ m/s}$$

$$= 346 \text{ m/s}$$

$$v_{30} = 331 + (0.6 \times 30) \text{ m/s}$$

$$= 349 \text{ m/s}$$

ตอบ อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เท่ากับ 346 และ 349 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

การเคลื่อนที่ของเสียงในตัวกลางหนึ่งๆ จะคงตัว เมื่ออุณหภูมิของตัวกลางคงตัว ดังในตาราง

ตาราง อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางต่างๆที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ตัวกลาง	อัตราเร็ว(เมตร/วินาที)
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (0°C)	258
อากาศ	346
แก๊สไฮโดรเจน	1,339
น้ำ	1,498
น้ำทะเล	1,531
แก้ว	4,540
อะลูมิเนียม	5,000

คุณสมบัติของเสียง

เสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่งที่เกิดจากการสั่นของวัตถุ โดยอาศัยตัวกลาง ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติเหมือนคลื่น คือ

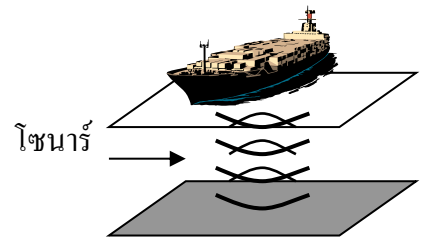
1. การสะท้อน
2. การหักเห
3. การแทรกสอด
4. การเลี้ยวเบน

การสะท้อนของเสียง

เนื่องจากเสียงเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวาง จะทำให้เกิดการสะท้อนของเสียง และปัจจัยที่มีผลต่อการสะท้อนของเสียง ได้แก่

1. ลักษณะพื้นผิวที่คลื่นเสียงไปกระทบ (ผิวเรียบและแข็ง สะท้อนได้ดี ส่วนผิวอ่อนนุ่มเนื้อพรม จะดูดซับเสียงได้ดี
2. มุมตกกระทบกับระนาบสะท้อนเสียง (เสียงจะสะท้อนได้ดี เมื่อ มุมของเสียงสะท้อนเท่ากับมุมของเสียงตกกระทบ)

มนุษย์และสัตว์ ได้อาศัยประโยชน์จากการสะท้อนของเสียง หลายอย่างเช่น การเดินเรือ การประมง หาความลึกของท้องทะเล ทหารดับของเรือดำน้ำ หาฝูงปลา โดยการส่งคลื่นอัลตราโซนิกออกไป แล้วรอรับฟังคลื่นที่สะท้อน จากเครื่องรับ การส่งคลื่นชนิดนี้เรียกว่า โซนาร์ (Sonar – Sound Navigation and Ranging) ค้างคาว เป็นสัตว์สายตาไม่ดี ใช้หลักการสะท้อนเสียง โดยส่งและรับความถี่สูง อุตสาหกรรมใช้ในการตรวจสอบรอยร้าว ทาง การแพทย์ใช้ตรวจสอบเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ใช้ในการสลายนิ่วในไต ใช้ทำลายเชื้อโรคบางชนิดในอาหาร และน้ำ



เราทราบว่าเสียงเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง ดังนั้น ถ้าเราทราบความถี่ f ของเสียง และความยาวคลื่นเสียง λ ที่ผ่านตัวกลาง เราจะสามารถหาอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางนั้นได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$v = f \lambda$$

ตัวอย่าง กำหนดให้เสียงมีอัตราเร็ว 1500 เมตรต่อวินาทีในน้ำทะเล เรือลำหนึ่งปล่อยคลื่นโซนาร์ ขนาดความถี่ 4.5 กิโลเฮิร์ตซ์ ลงไปจากผิวน้ำ จะตรวจสอบพบปลาขนาดเล็กที่สุดได้เท่าไร

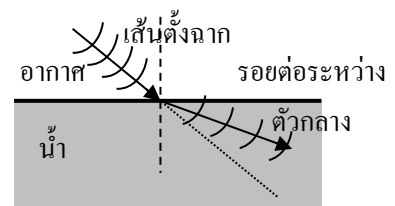
วิธีทำ จาก $v = f \lambda$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500 \text{ m/s}}{4500 \text{ Hz}} = 0.33 \text{ เมตร}$$

ตอบ ปลาตัวเล็กที่สุดที่จะตรวจสอบได้ต้องยาว 0.33 เมตร

การหักเหของเสียง

คลื่นเสียงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางความเร็วและความยาวคลื่น แต่ความถี่คลื่นยังคงที่กล่าวคือเมื่อเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย(อากาศ) เข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า(น้ำ) เสียงจะหักเหออกจากเส้นตั้งฉาก หลักการนี้ใช้อธิบาย การเห็นฟ้าแลบ แต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง เพราะเมื่อเกิดฟ้าแลบ แม้จะมีเสียงเกิดขึ้นแต่เราไม่ได้ยินเสียง ทั้งนี้เพราะอากาศใกล้พื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเบื้องบน ทำให้การเคลื่อนที่ของเสียงเคลื่อนที่ได้ในอัตราที่ต่างกัน คือ เคลื่อนที่ในอากาศที่มี อุณหภูมิสูงได้เร็วกว่าในอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้น เสียงจึงเคลื่อนที่เบนขึ้นทีละน้อยๆ จนข้ามหัวเราไป จึงทำให้ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง



ในการคำนวณเกี่ยวกับการหักเหของเสียง ยังคงใช้กฎการหักเหของสเนลล์ คือ

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

ตัวอย่าง เสียงเคลื่อนที่ในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยมีมุมตกกระทบ 30 องศา ถ้าอากาศในบริเวณทั้งสองมีความดันเท่ากัน จงหามุมหักเหของเสียง

วิธีทำ จากสมการ

$$\begin{aligned} v_t &= 331 + 0.6 t \\ v_5 &= 331 + (0.6 \times 5) = 334 \text{ m/s} \\ v_{25} &= 331 + (0.6 \times 25) = 346 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{v_1}{v_2} \\
 \frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta_2} &= \frac{334}{346} \\
 \sin \theta_2 &= \frac{1}{2} \times \frac{346}{334} = 0.517 \\
 \sin 31^\circ &= 0.515 \\
 \theta_2 &\approx 31^\circ \\
 \therefore \text{มุมหักเหของเสียงมีค่าประมาณ } &31 \text{ องศา}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง ถ้าความยาวของคลื่นเสียงบริเวณอากาศร้อนเป็น $\frac{3}{2}$ เท่าของความยาวคลื่นเสียงบริเวณอากาศเย็น จงหามุมหักเห เมื่อเสียงเดินทางจากอากาศร้อนไปยังอากาศเย็น โดยมีมุมตกกระทบ 27 องศา

$$\begin{aligned}
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \\
 \frac{\sin 27^\circ}{\sin \theta_2} &= \frac{\frac{3}{2}\lambda}{\lambda} \\
 \sin \theta_2 &= 0.454 \times \frac{2\lambda}{3\lambda} = 0.302 \\
 \sin 17.5^\circ &= 0.301 \\
 \theta_2 &\approx 17.5^\circ \\
 \therefore \text{มุมหักเหของเสียงมีค่าประมาณ } &17.5 \text{ องศา}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง คลื่นเสียงในอากาศหนึ่ง วิ่งจากบริเวณที่มีอุณหภูมิ T_1 เข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า คือ T_2 โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับ θ_1 และมุมหักเหเท่ากับ θ_2 จงหาอัตราส่วนระหว่าง $\sin \theta_1$ กับ $\sin \theta_2$ กำหนดให้ $T_1 = 2T_2$ เคลวิน

$$\begin{aligned}
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \\
 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \sqrt{\frac{2T_2}{T_2}}
 \end{aligned}$$

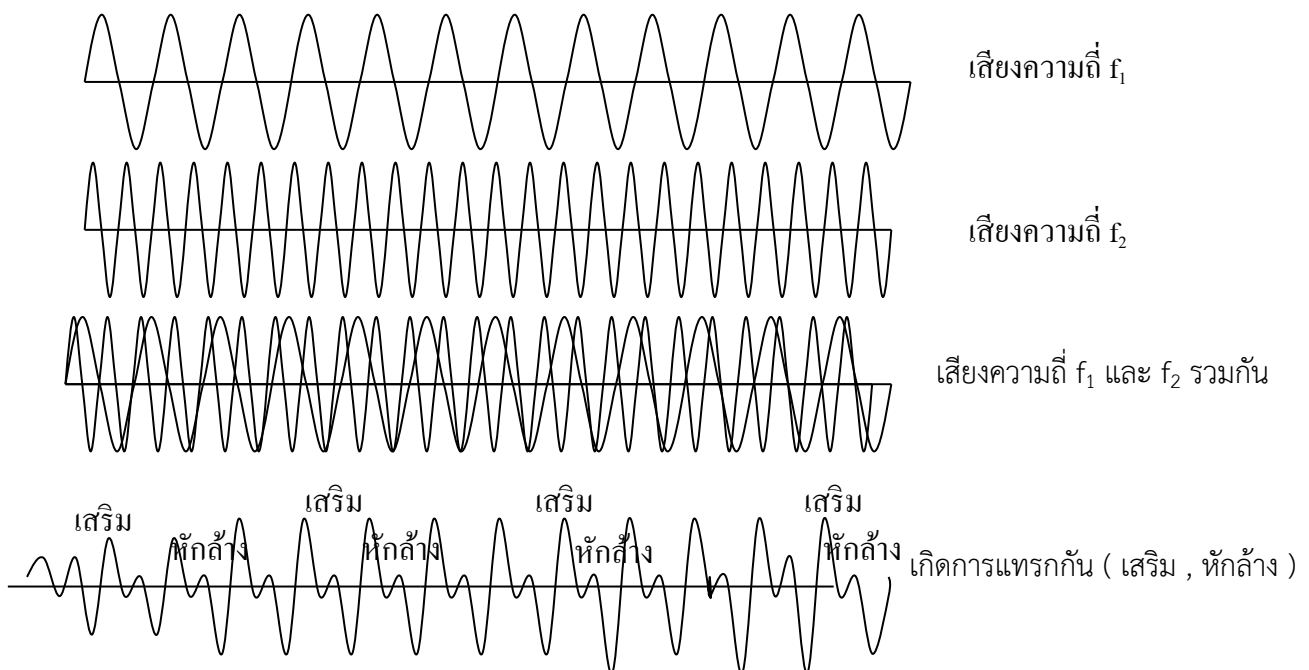
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \sqrt{2}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = 1.4141$$

∴ อัตราส่วนระหว่าง $\sin \theta_1$ กับ $\sin \theta_2$ มีค่าเท่ากับ 1.4141

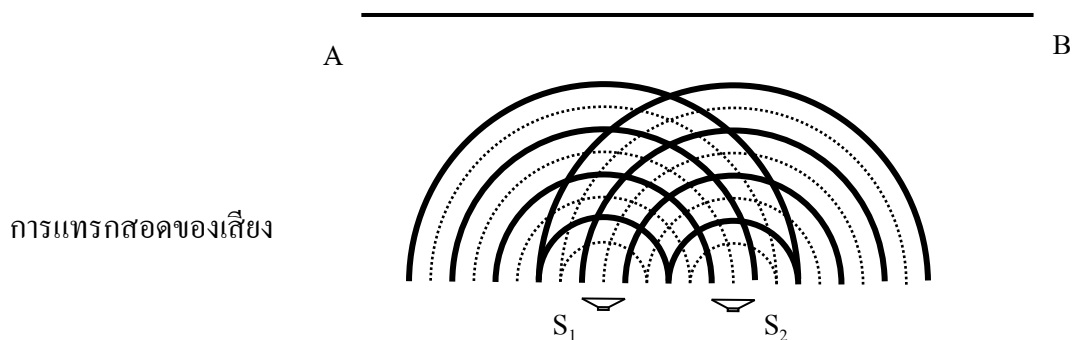
การแทรกสอดของเสียง

การแทรกสอดของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากคลื่นเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิดเสียงตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไปรวมกัน จึงเกิดการแทรกสอดแบบเสริมกันและหักล้างกัน ทำให้เกิดเสียงดัง และ เสียงค่อย



ในกรณีที่เป็นเสียงเสริมกัน ตำแหน่งที่มีการเสริมกันจะมีเสียงดัง ส่วนตำแหน่งที่แทรกสอดแล้วหักล้างกันจะมีเสียงค่อย แต่การเกิดปรากฏการณ์แทรกสอดเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีความถี่ต่างกัน ทำให้เกิดเสียงดัง เสียงค่อยเป็นจังหวะๆ เรียกว่า บีตส์ (Beats) ประโยชน์จากการแทรกสอดและบีตส์นี้ นำมาใช้เทียบเครื่องดนตรี โดยมีเครื่องเทียบเสียงมาตรฐาน ใช้หลักว่าเมื่อความถี่เสียงเท่ากันจะไม่เกิดบีตส์ ถ้ายังมีบีตส์อยู่แสดงว่าความถี่เสียงยังไม่เท่ากัน ต้องปรับจนเสียงทั้งสองมีความถี่เท่ากันจึงไม่ทำให้เกิดบีตส์

ถ้าเราตั้งลำโพงลักษณะเหมือนกัน 2 ตัว ให้ห่างกันระยะหนึ่ง ดังรูป แล้วเดินในแนวนอนกับลำโพงทั้งสองตามแนว AB



การแทรกสอดของเสียง

จากการเดินในแนว AB ดังกล่าว เราจะรู้สึกได้ว่า เสียงที่เราได้รับจะมีลักษณะดัง-ค่อย สลับกันไป
ในการคำนวณเกี่ยวกับการแทรกสอดของคลื่นเสียง ในกรณีที่แหล่งกำเนิดอาพันธ์ เฟส ตรงกัน
จะได้ดังนี้

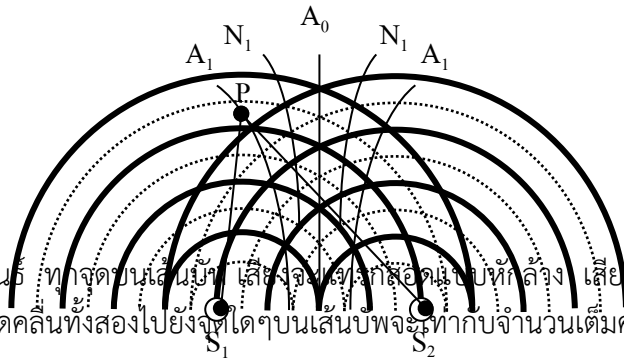
ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นปฏิัพ เสียงจะแทรกสอดแบบ
เสริม เสียงจะดัง และผลต่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใดๆบนเส้นปฏิัพจะเท่ากับ
จำนวนเต็มของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

$$S_2P - S_1P = n\lambda$$

เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

n คือ แนวเส้นปฏิัพ

0 คือ แนวเส้นกลาง

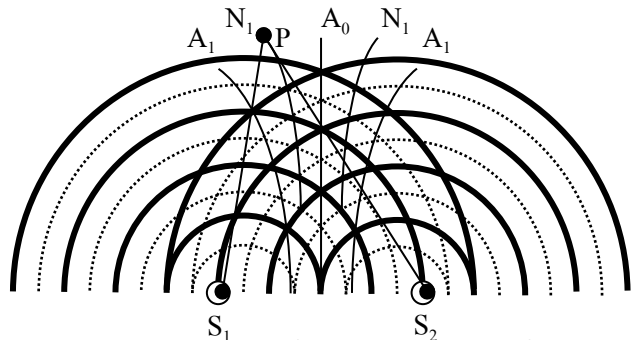


ในกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ทุกจุดบนเส้นปฏิัพ เสียงจะแทรกสอดแบบหักล้าง เสียงจะค่อย
และผลต่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใดๆบนเส้นปฏิัพจะเท่ากับจำนวนเต็มคี่ลบกับ
ครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสมอ ดังรูป

$$S_2P - S_1P = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

n คือ แนวเส้นปฏิัพ



ตัวอย่าง S_1 และ S_2 เป็นลำโพงเสียงสองตัววางห่างกัน 4 เมตร ในที่โล่ง P เป็นตำแหน่งที่ผู้ฟังห่างจาก
 S_1 7 เมตร และห่างจาก S_2 5.5 เมตร ถ้าผู้ฟังอยู่ตรงตำแหน่งที่เสียงหักล้างกันครั้งแรก เขาจะได้ยินเสียงที่มี
ความถี่เท่าใด เมื่ออัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น 330 เมตรต่อวินาที

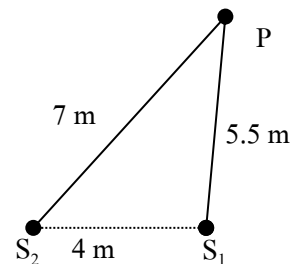
วิธีทำ จาก $S_2P - S_1P = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$

$$7 \text{ m} - 5.5 \text{ m} = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\lambda = 3 \text{ m}$$

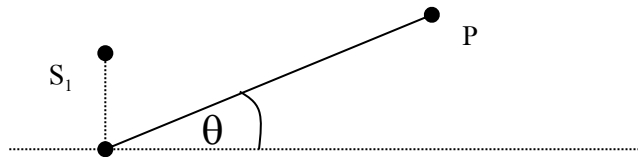
$$\text{จาก } v = f\lambda$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330 \text{ m/s}}{3 \text{ m}} = 110 \text{ Hz}$$



ตอบ เขาจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เท่ากับ 110 เฮิรตซ์

ในกรณีที่ตำแหน่งผู้ฟัง อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด S_1 และ S_2 โดยไม่ทราบระยะห่างจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง แต่ทราบมุม θ จากแนวกลาง ระหว่างตำแหน่งทั้งสอง จะได้สมการปฏิบัติและบัพดังนี้



$$d \sin \theta = n \lambda \quad \text{ปฏิบัติ}$$

$$d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda \quad \text{บัพ}$$

เมื่อ d คือ ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

θ คือ มุมที่จากแนวกลาง ทำกับ ตำแหน่งที่สังเกต

ตัวอย่าง S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดเสียงอาพันธ์ ให้เสียงที่มีความถี่ 140 เฮิรตซ์ และอยู่ห่างกัน 7 เมตร จงหาว่าบนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้นกี่ตำแหน่ง ถ้ากำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเป็น 350 เมตรต่อวินาที

วิธีทำ

$$d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$$

$$(7) \sin 90^\circ = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{v}{f}$$

$$(7)(1) = \left(n - \frac{1}{2}\right) \left(\frac{350}{140}\right)$$

$$n = \left(7\right) \left(\frac{140}{350}\right) + \frac{1}{2}$$

$$= 3.3$$

$$= 3$$

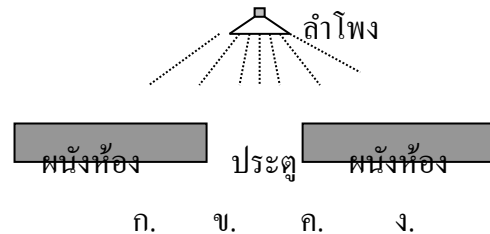
$\therefore$ บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้น = 3 + 3 ตำแหน่ง

ตอบ บนเส้นตรงเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองมีตำแหน่งบัพเกิดขึ้น = 6 ตำแหน่ง
การเลี้ยวเบนของเสียง

นอกจากการหักเหของเสียงที่เกิดขึ้น เมื่อผ่านตัวกลางต่างชนิดกันแล้วยังมีการเลี้ยวเบนได้ การเลี้ยวเบนของเสียงมักจะเกิดพร้อมกับการสะท้อนของเสียง เสียงที่เลี้ยวเบน จะได้ยินค่อยกว่าเดิม เพราะพลังงานของเสียงลดลง

ในชีวิตประจำวันที่เราพบได้อย่างเสมออย่างหนึ่งคือการได้ยินเสียงของผู้อื่นได้โดยไม่เห็นตัวผู้พูด เช่น ผู้พูดอยู่คนละด้านของมุมตึก ปรากฏการณ์ดังนี้ แสดงว่าเสียงสามารถเลี้ยวเบนได้ การอธิบายปรากฏการณ์นี้ สามารถจะกระทำได้โดยใช้หลักการของฮอยเกนส์อธิบายว่า ทุกๆจุดบนหน้าคลื่นสามารถทำหน้าที่เป็นต้นกำเนิดคลื่นอันใหม่ได้ ดังนั้นอนุภาคของอากาศที่ทำหน้าที่ส่งผ่านคลื่นเสียงตรงมุมตึกย่อมเกิดการสั่น ทำหน้าที่เหมือนต้นกำเนิดเสียงใหม่ ส่งคลื่นเสียงไปยังผู้ฟังได้

เราสามารถทดลอง การเลี้ยวเบนของเสียงได้โดย
ให้ผู้ฟัง ฟังเสียงลำโพงจากนอกห้องดังรูปที่ตำแหน่ง ก.
ข. ค. ง. ผู้ฟังย่อมได้ยินเสียงลำโพง ที่อยู่ในห้องได้ทุกคน แสดงว่าเสียงสามารถเลี้ยวเบนได้ตามแบบของคลื่น



การเลี้ยวเบนของเสียงจะเกิดได้ดี เมื่อช่องกว้างที่
ให้เสียงผ่านมีขนาดเท่ากับความยาวคลื่นของเสียงนั้น
เนื่องจาก ช่องกว้างนั้นจะทำหน้าที่เหมือนเป็นแหล่งกำเนิดเสียงขนาดนั้นได้พอดีนั่นเอง

ตัวอย่าง ช่องหน้าต่างกว้าง 0.60 เมตร สูง 1.20 เมตร ในวันที่อากาศมีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความถี่ของเสียงที่มากที่สุด ที่จะทำให้เกิดการเลี้ยวเบนในแนวราบมากที่สุดเป็นกี่เฮิรตซ์

วิธีทำ การเลี้ยวเบนของเสียงจะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อ ช่องกว้างเท่ากับความยาวคลื่นของเสียง

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } \lambda &= 0.60 \text{ เมตร} \\ \text{จาก } v &= 331 + 0.6 t \\ v &= 331 + (0.6)(20) = 342 \text{ เมตรต่อวินาที} \\ f &= \frac{v}{\lambda} = \frac{342 \text{ m/s}}{0.60 \text{ m}} = 570 \text{ เฮิรตซ์} \end{aligned}$$



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 11	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 11
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง เสียง		
หัวข้อเรื่อง ความเข้มของเสียง และการได้ยิน		

75. สารระที่

สารระที่ 5 พลังงาน

76. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

77. สารสำคัญ

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงและในการทำให้วัตถุสั่นจำเป็นต้องใช้พลังงาน ถ้าพลังงานที่ใช้มีค่ามากแอมพลิจูดของการสั่นก็มีค่ามาก และถ้าใช้พลังงานน้อย แอมพลิจูดของการสั่นก็จะน้อยตามไปด้วย พลังงานการสั่นของต้นกำเนิดเสียงจะถูกถ่ายโอนให้แก่โมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบ ๆ แหล่งกำเนิดเสียงซึ่งพลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่านโมเลกุลของอากาศต่อกันไปถึงหูผู้ฟัง ทำให้แก้วหูสั่นสะเทือนเป็นผลให้ผู้ฟังได้ยินเสียง การได้ยินเสียงของผู้ฟัง ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ

78. จุดประสงค์การเรียนรู้

78.1 ด้านความรู้

- 19) บอกความหมายของความเข้มเสียงและการได้ยิน
- 20) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความเข้มเสียงและการได้ยิน

78.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 4) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบค้นตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาค่าเกี่ยวกับความเข้มเสียงและการได้ยิน

78.3 ด้านคุณธรรมเจตคติ

- 1) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และเรื่องความเข้มเสียงและการได้ยิน
- 2) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

79. เนื้อหา

ความเข้มของเสียง และการได้ยิน

80. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 80.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 80.2 ความสามารถในการคิด
- 80.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 80.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 80.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

81. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 81.1 ใฝ่เรียนรู้
- 81.2 อยู่อย่างพอเพียง

81.3 มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ

82. ชิ้นงาน /ภาระงาน

82.1 ทำแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

82.2 ให้นักเรียนบันทึกความคิดเห็นในใบงานที่ 11.1

82.3 สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ที่ 11 เรื่อง คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการสะท้อนทับของคลื่น พร้อมกับทำใบงาน 11.2

82.4 สืบค้น และแก้ปัญหา ในใบงาน 11.3

82.5 ทำแบบฝึกทักษะ 11

82.6 รายงานผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการคลื่นเสียง ใบความรู้ที่ 11

82.7 เขียน Concept mapping เกี่ยวกับคลื่นกล คลื่นเสียงในใบกิจกรรม 11

82.8 สรุปเนื้อหาสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

83. กระบวนการจัดการเรียนรู้

52. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง เสียงดัง เสียงค่อย เสียงสูง และเสียงต่ำ

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “เสียงดังต่างจากเสียงสูงอย่างไร และเสียงค่อยต่างจากเสียงต่ำอย่างไร” (ทั้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 11.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเสียงดังต่างจากเสียงสูงอย่างไร และเสียงค่อยต่างจากเสียงต่ำอย่างไร เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 11.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ ความเข้มเสียง และการได้ยิน

53. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ ความเข้มเสียง และการได้ยินจากใบความรู้ 11 พร้อมกับใบงาน 11.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

54. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ความเข้มเสียง และการได้ยิน เพื่อให้ นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

55. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง ความเข้มเสียง และการได้ยิน จากใบความรู้ 2

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 11.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 11

56. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ ความเข้มเสียง และการได้ยิน มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 11

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ ความเข้มเสียง และการได้ยิน ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 11 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

84. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 11.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 11	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 11	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 11.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 11.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 11	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	แผนจัดการเรียนเรียนรู้ที่ 11 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 11 เวลา 15 นาที
---	---------------------------------------	---

คำสั่ง จงเลือกกาบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูก

1. ระดับเสียง เป็นสิ่งที่ทำให้ทราบว่าเสียงดังหรือเสียงเบา
2. ความเข้มเสียง เป็นสิ่งที่ทำให้ทราบว่าเสียงดังหรือเสียงเบา
3. ความดังของเสียงขึ้นกับกำลังของแหล่งกำเนิดเสียงและระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง

ก. ข้อ 1 , 2 และ 3 ข. ข้อ 1 , 3 ค. ข้อ 2 , 3 ง. ข้อ 1, 2

2. ข้อใดถูกต้อง

1. เสียงเบาที่สุดที่มนุษย์เริ่มได้ยินอยู่ที่ 10^{-12} วัตต์/ตารางเมตร
2. เสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้อยู่ที่ 1 วัตต์/ตารางเมตร
3. เสียงที่หูคนปกติรับฟังได้อยู่ที่ระดับ 0 – 120 เดซิเบล

ก. ข้อ 1 , 2 และ 3 ข. ข้อ 1 , 3 ค. ข้อ 2 , 3 ง. ข้อ 1, 2

3. ข้อใดถูกต้อง

1. ช่องเล็ก ๆ ที่ติดต่อกับหลอดลม ซึ่งทำหน้าที่ปรับความดันอากาศทั้งสองด้านของแก้วหูให้ สมดุลตลอดเวลาอยู่ที่หูส่วนกลาง
2. คอเคลีย จะอยู่ในหูส่วนในทำหน้าที่รับรู้การสั่นของคลื่นเสียงที่ผ่านมาจากหูส่วนกลาง พร้อมกับส่งสัญญาณการรับรู้ไปยังสมอง
3. การได้ยินของหูคนเรานั้น ขึ้นอยู่กับระดับเสียงเท่านั้น

ก. ข้อ 1 , 2 และ 3 ข. ข้อ 1 , 3 ค. ข้อ 2 , 3 ง. ข้อ 1, 2

4. ถ้าเราเปิดวิทยุเครื่องหนึ่งไว้ในที่โล่งกลางสนาม แล้วเดินเข้าไปหาจากจุดที่ไม่ได้ยินเสียง จนได้ยินเสียงดังที่สุด ที่เราได้ยินเสียงดังขึ้น เป็นผลมาจากปริมาณใดของเสียงเพิ่มขึ้น

ก. ความถี่เสียง ข. ความเข้มเสียง ค. คุณภาพเสียง ง. ระดับเสียง

5. เมื่อยืนห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 10 เมตร จะต้องเดินห่างจากจุดเดิมกี่เมตร จึงจะได้ยินเสียงที่มีความเข้มเป็น $\frac{1}{9}$ เท่าของความเข้มเสียงเดิม

ก. 14 ข. 16 ค. 20 ง. 24

6. ผู้ฟังจะได้ยินมีความเข้มเป็นกี่เท่าของความเข้มเสียงเดิม ถ้าระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ฟังเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า

ก. $\frac{1}{3}$ ข. $\frac{1}{6}$ ค. $\frac{1}{9}$ ง. $\frac{1}{12}$

7. จงหาว่าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 5 เมตร จะได้ยินเสียงกี่วัตต์ต่อตารางเมตร ถ้าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 10 เมตร ได้ยินเสียง 10^{-7} วัตต์ต่อตารางเมตร
- ก. $4 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2$ ข. $4 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$ ค. $4 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$ ง. $4 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$
8. ชายคนหนึ่งยืนห่าง 1 เมตร จากวิทยุที่กำลังเปิดเสียงอยู่ เขาได้ยินเสียง 10^{-10} วัตต์ต่อตารางเมตร เขาจะต้องเดินออกไปจากตำแหน่งที่ยืนกี่เมตร จึงจะเริ่มไม่ได้ยินเสียงวิทยุ
- ก. 10 เมตร ข. 9 เมตร ค. 100 เมตร ง. 99 เมตร
9. ได้ยินเสียงตะโกนสุดเสียงจากคนในกลุ่ม วัดระดับความเข้มเสียงได้ 40 เดซิเบล ถ้าให้คน 10 คน ในกลุ่มตะโกนสุดเสียงเช่นกันพร้อมกัน จะได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มกี่เดซิเบล
- ก. 50 ข. 40 ค. 30 ง. 20
10. ถ้ามุมติว่าขณะเครื่องบินโดยสารไอพ่นกำลังบินขึ้นจากสนามบินก่อให้เกิดเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 120 เดซิเบล ณ จุดที่ห่างจากเครื่องบิน 100 เมตร จะต้องปลูกบ้านห่างจากสนามบินกี่กิโลเมตร จึงจะได้ยินเสียงดังไม่เกิน 100 เดซิเบล
- ก. 4 ข. 3 ค. 2 ง. 1

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 11 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 11
---	--	--

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ก
3	ง
4	ข
5	ค
6	ค
7	ข
8	ข
9	ก
10	ง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 11.1	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 11
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 11
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ความเข้มของเสียง และการได้ยิน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

23. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า เสียงดังต่างจากเสียงสูงอย่างไร และเสียงค่อยต่างจากเสียงต่ำอย่างไร

.....

.....

.....

24. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า เสียงดังต่างจากเสียงสูงอย่างไร และเสียงค่อยต่างจากเสียงต่ำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

25. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า เสียงดังต่างจากเสียงสูงอย่างไร และเสียงค่อยต่างจากเสียงต่ำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 11	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 11
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 11
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 40 นาที
เรื่อง ความเข้มของเสียง และการได้ยิน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด
 1. ความเข้มของเสียง
 2. ระดับความเข้มของเสียง
 3. มลภาวะของเสียง
 4. หูและการได้ยิน
2. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
 1. ปริมาณใดของเสียง(ความเข้มเสียง หรือ ระดับเสียง) ที่ทำให้ทราบว่าเสียงดังหรือเสียงเบาคือ
 2. ความดังของเสียงขึ้นกับ.....
 3. ความเข้มเสียง แทนด้วยสัญลักษณ์
 4. กำลังของแหล่งกำเนิดเสียง แทนด้วยสัญลักษณ์
 5. ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ฟัง แทนด้วยสัญลักษณ์.....
 6. หน่วยวัด ความเข้มเสียงมีหน่วยเป็น
 7. สมการ ที่เกี่ยวข้องกับ ความเข้มเสียง กำลังของแหล่งกำเนิด และระยะห่างระหว่างผู้ฟัง กับแหล่งกำเนิดเสียง คือ
 8. เสียงเบาที่สุดที่มนุษย์เริ่มได้ยินมีค่าเท่ากับและอยู่ที่ระดับกี่เดซิเบล
 9. เสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้มีค่าเท่ากับและอยู่ที่ระดับกี่เดซิเบล
 10. การได้ยินของหูคนเรานั้นขึ้นอยู่กับ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 11	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 11
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 11
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ความเข้มของเสียง และการได้ยิน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

11. เมื่อยืนห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 16 เมตร จะต้องเดินห่างจากจุดเดิมกี่เมตร จึงจะได้ยินเสียงที่มีความเข้มเป็น $\frac{1}{25}$ เท่าของความเข้มเสียงเดิม (ตอบ 64 เมตร)

วิธีทำ

12. ผู้ฟังจะได้ยินมีความเข้มเป็นกี่เท่าของความเข้มเสียงเดิม ถ้าระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ฟังเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (ตอบ $\frac{1}{4}$)

วิธีทำ

13. จงหาว่าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 10 เมตร จะได้ยินเสียงกี่วัตต์ต่อตารางเมตร ถ้าที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 25 เมตร ได้ยินเสียง 10^{-9} วัตต์ต่อตารางเมตร (ตอบ $6.25 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$)

วิธีทำ

14. ชายคนหนึ่งยืนห่าง 4 เมตร จากวิทยุที่กำลังเปิดเสียงอยู่ เขาได้ยินเสียง 10^{-10} วัตต์ต่อตารางเมตร เขาจะต้องเดินออกไปจากตำแหน่งที่ยืนกี่เมตร จึงจะเริ่มไม่ได้ยินเสียงวิทยุ (ตอบ 36 เมตร)

วิธีทำ

15. ได้ยินเสียงตะโกนสุดเสียงจากคนในกลุ่ม วัดระดับความเข้มเสียงได้ 70 เดซิเบล ถ้าให้คน 10 คน ในกลุ่ม
ตะโกนสุดเสียงเช่นกันพร้อมกัน จะได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มกี่เดซิเบล (ตอบ 80 เดซิเบล)
วิธีทำ

16. ถ้ามุมติว่าขณะเครื่องบินโดยสารไอพ่นกำลังบินขึ้นจากสนามบินก่อให้เกิดเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง
120 เดซิเบล ณ จุดที่ห่างจากเครื่องบิน 60 เมตร จะต้องปลูกบ้านห่างจากสนามบินกี่กิโลเมตร จึงจะได้ยิน
เสียงดังไม่เกิน 80 เดซิเบล (ตอบ 6 กิโลเมตร)
วิธีทำ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 11	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 11
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 11
หัวข้อเรื่อง ความเข้มของเสียง และการได้ยิน		

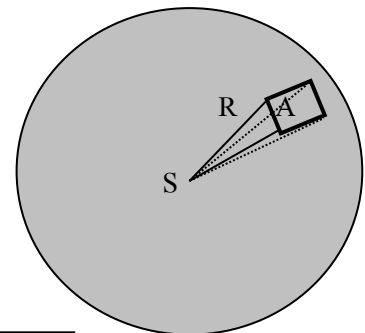
ความเข้มของเสียงและการได้ยิน

เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงและในการทำให้วัตถุสั่นจำเป็นต้องใช้พลังงาน ถ้าพลังงานที่ใช้มีค่ามากแอมพลิจูดของการสั่นก็มีค่ามาก และถ้าใช้พลังงานน้อย แอมพลิจูดของการสั่นก็จะน้อยตามไปด้วย พลังงานการสั่นของต้นกำเนิดเสียงจะถูกถ่ายโอนให้แก่โมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบ ๆ แหล่งกำเนิดเสียงซึ่งพลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่านโมเลกุลของอากาศต่อกันไปถึงหูผู้ฟัง ทำให้แก้วหูสั่นสะเทือนเป็นผลให้ผู้ฟังได้ยินเสียง การได้ยินเสียงของผู้ฟัง ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ซึ่งจะศึกษาต่อไป

ความเข้มของเสียง

แหล่งกำเนิดที่มีช่วงกว้างของการสั่น (amplitude) กว้างมาก จะเกิดเสียงดังกว่าเสียงที่มี amplitude น้อย ในทางวิทยาศาสตร์ เรียกความดังของเสียงว่า *ความเข้มของเสียง* การวัดความเข้มของเสียงวัดได้จากพลังงานของเสียงที่ตกตั้งฉากบน 1 หน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (Watt/m²) และหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

- เมื่อ I คือ ความเข้มของเสียงที่จุดใดจุดหนึ่ง (Watt/m²)
P คือ กำลังของเสียงจากแหล่งกำเนิด (Watt)
R คือ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับจุดที่พิจารณา (m)
A คือ พื้นที่ของเสียงที่ตกตั้งฉากกับแหล่งกำเนิด
S คือ จุดกำเนิดคลื่นเสียงที่มีหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกลม
∴ พื้นที่ ๆ เสียงตกตั้งฉากก็คือ พื้นที่ผิวทรงกลม ซึ่งมีพื้นที่ = $4\pi R^2$



$$I = \frac{W}{tA} = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$\therefore I \propto \frac{1}{R^2}$$

ความเข้มเสียงสูงสุดที่มนุษย์ได้ยิน (เสียงดัง) 1 watt / m²

ความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน (เสียงเบา) 10⁻¹² watt/m²

ตัวอย่างชายคนหนึ่งขณะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด 3 เมตร จะได้ยินเสียงมีความเข้ม 10⁻⁸ watt / m² แหล่งกำเนิดเสียงมีกำลังเสียงกี่วัตต์

วิธีทำ จาก $I = \frac{P}{4\pi R^2} \Rightarrow P = 4\pi R^2 (I)$

$$\text{แทนค่า } P = 4\pi(3)^2(10^{-8}) = 36 \times 10^{-8} \pi \text{ วัตต์}$$

ตอบ แหล่งกำเนิดเสียงมีกำลังเสียงเท่ากับ $36 \times 10^{-8} \pi$ วัตต์

เมื่อหูไม่สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการวัดความเข้มของเสียงได้ จึงมีการวัดความเข้มของเสียงด้วยการและตัวอย่างข้างต้น

ระดับความเข้มของเสียง

เมื่อหาอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงที่ดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้กับความเข้มเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินมีค่ามากถึง 10^{12} ดังนั้นเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติ จึงนิยมใช้ **ระดับความเข้มเสียง** เป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียงแทน ความเข้มเสียง และเป็นเกียรติแก่ อเล็กซานเดอร์ เกรแฮม เบล ระดับความเข้มของเสียงและมีหน่วยเรียกว่า เบล แต่เนื่องจากเบลเป็นหน่วยที่ใหญ่เกินไป ไม่สามารถบอกความละเอียดที่จะบอกค่าความดังของเสียงต่าง ๆ ได้ จึงแบ่งเป็นหน่วยย่อยลงไป เรียกว่า เดซิเบล (dB)

มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความดังที่ระดับความเข้มของเสียงตั้งแต่ 0 – 120 เดซิเบล เสียงที่ดังมากเกินไปอาจทำให้หูหนวกได้ เช่น เสียงฟ้าผ่าใกล้ๆตัว ที่มีค่าความดังเกิน 120 dB เป็นต้น เสียงที่มีความดังไม่มากแต่ได้ยินเป็นเวลานานหลายชั่วโมงก็อาจเป็นอันตรายได้ เช่น เสียงเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม (มลภาวะทางเสียง) องค์การอนามัยโลกจึงกำหนดว่าเสียงที่ปลอดภัยต้องมีความเข้มไม่เกิน 85 dB เมื่อต้องได้ยินติดต่อกันวันละ 8 ชั่วโมงขึ้นไป เสียงที่ดังไม่ถึงขั้นเป็นอันตรายกับหู แต่อาจมีผลกระทบทางด้านจิตใจได้ เช่น ทำให้เกิดความเครียด ไม่มีสมาธิ เป็นต้น

เราสามารถหาระดับความเข้มของเสียง ได้ดังนี้

- เมื่อ β คือ ระดับความเข้มของเสียงที่จุดพิจารณา (dB , เดซิเบล)
 I คือ ความเข้มของเสียงขณะใดขณะหนึ่งที่จุดพิจารณา (watt/m^2)
 I_0 คือ ความเข้มของเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน = $10^{-12} \text{ watt/m}^2$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

ตัวอย่างหน้าต่างหนึ่ง มีคลื่นเสียงผ่านวัดระดับความเข้มของเสียงได้ 80 dB จงหาว่า ขณะนั้นมีความเข้มของเสียงกี่วัตต์ต่อตารางเมตร

วิธีทำ	จาก	β	=	$10 \log \frac{I}{I_0}$
แทนค่า	80	=	$10 \log \frac{I}{10^{-12}}$	= $10 (\log I - \log 10^{-12})$
	80	=	$10 (\log I - (-12)\log 10)$	
	$\frac{80}{10}$	=	$\log I + 12$	
	$8 - 12$	=	$\log I$	
	-4	=	$\log I$	

$$10^{-4} = I$$

$$I = 10^{-4} \text{ watt/m}^2$$

ตอบ คลื่นเสียงขณะที่ผ่านหน้าต่างมีความเข้มของเสียงเท่ากับ 10^{-4} วัตต์ต่อตารางเมตร

ตาราง แสดงระดับความเข้มเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

แหล่งกำเนิด	ระดับความเข้มเสียง (เดซิเบล , dB)	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบจะไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เจ็บบ้าง
สำนักงานที่เงียบ	50	เจ็บบ้าง
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงานทั่วไป , ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเสียงสเตอริโอในห้อง , เครื่องเจาะถนน	90	รับฟังบ่อย ๆ การได้ยินจะเสื่อม อย่างถาวร
แบบอัดลม		
เครื่องตัดหญ้า	100	

ตาราง (ต่อ)

แหล่งกำเนิด	ระดับความเข้มเสียง (เดซิเบล , dB)	ผลการรับฟัง
ดิสโก้เธค การแสดงดนตรีประเภทร็อก	120	} ไม่สบายหู
ฟ้าผ่าระยะใกล้	130	
เครื่องบินไอพ่นกำลังขึ้นที่ระยะใกล้	150	เจ็บปวดในหู
จรวดขนาดใหญ่กำลังขึ้นที่ระยะใกล้	180	แก้วหูชำรุดทันที

ผลกระทบของเสียง

เมื่อเราอยู่ใกล้บริเวณที่กำลังมีการตอกเสาเข็มหรือมีการขุดเจาะถนนด้วยเครื่องเจาะหรือบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักรขนาดใหญ่ หรือแม้แต่ในบริเวณสนามบิน เสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณเหล่านี้จะเป็นเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง ถ้าหูรับฟังเสียงเหล่านี้ติดต่อกันนาน ๆ จำทำให้สุขภาพหูและสภาพจิตใจของผู้ฟังผิดปกติได้ ดังนั้นผู้ที่ทำงานในบริเวณที่มีระดับความเข้มสูง จึงต้องมีจุกอุดหูหรือที่ครอบหูหรือวัสดุเก็บเสียงอื่นๆ เพื่อช่วยลดระดับความเข้มเสียงให้ปลอดภัย

เนื่องจากเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง เป็นอันตรายต่อผู้ฟังที่อยู่ใกล้ กระทรวงมหาดไทยจึงได้ออกประกาศเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานในบริเวณที่มีเสียงดังโดยมีเกณฑ์ ดังแสดงในตาราง

ตาราง ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับเสียง

เวลาในการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง)	ระดับความเข้มเสียงที่คนทำงานได้รับอย่างต่อเนื่องต้องไม่เกิน (เดซิเบล)
น้อยกว่า 7	91
7 – 8	90
มากกว่า 8	80

เสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูง และเสียงที่ทำความรำคาญแก่ผู้ฟัง คือ **มลภาวะของเสียง**

การปรับปรุงหรือแก้ไข แหล่งกำเนิดเสียงให้มีกำลังเสียงลดลง จะทำให้ระดับความเข้มของเสียงลดลง ด้วย จึงจัดเป็นการลดมลภาวะของเสียงวิธีหนึ่ง ในกรณีที่เรไม่สามารถแก้ไขความดังของเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงได้ การป้องกันโดยวิธีอื่น ๆ เช่น การใช้จุดอุดหู หรือที่ครอบหู หรือการติดตั้งวัสดุเก็บเสียง จะสามารถช่วยลดมลภาวะของเสียงได้

หูกับการได้ยิน

หูเป็นอวัยวะสำคัญในการรับเสียง แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

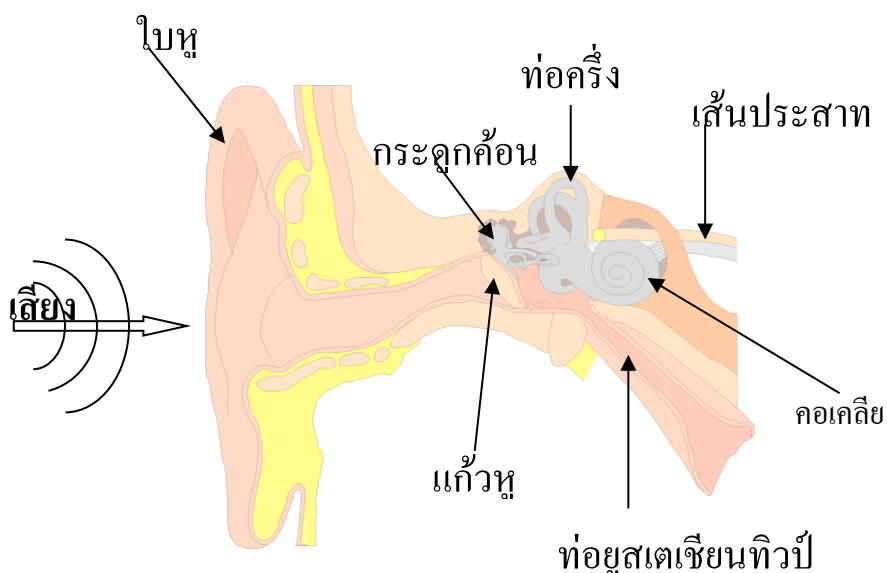
1) หูส่วนนอก (external ear) ประกอบด้วยใบหู รูหูหรือช่องหู จนถึงแก้วหู ทำหน้าที่รับเสียงจากภายนอก คลื่นเสียงเดินทางไปทางรูหู โดยมีช่องหูทำหน้าที่รวมเสียงไปสู่แก้วหู

2) หูส่วนกลาง (middle ear) อยู่ถัดจากแก้วหูเข้าไป มีลักษณะเป็นโพรงอากาศ ภายในมีกระดูก 3 ชิ้น ได้แก่กระดูกค้อน อยู่ชิดแนบกับแก้วหู กระดูกโกลนมีฐานวางปิดช่องที่ต่อไปยังหูชั้นใน และกระดูกทั่งทำหน้าที่ส่งต่อแรงสั่นสะเทือนของเสียงไปยังหูชั้นใน และหูส่วนกลาง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ปรับความดันอากาศภายในให้เท่ากับความดันอากาศภายนอก โดยอาศัยท่อที่ติดต่อกับโพรงอากาศ หากความดันไม่เท่ากันจะทำให้หูอื้อ ได้ยินเสียงไม่ชัดเจน

3) หูส่วนใน (inner ear) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน

ส่วนแรก คือ คอเคลีย (cochlea) เป็นท่อขดคล้ายรูปหอยโข่ง ภายในมีของเหลว มีเซลล์รับความสั่นสะเทือนของของเหลวภายในคอเคลีย ทำหน้าที่รับคลื่นเสียง และแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้าไปตามประสาทได้ยินไปยังสมอง เพื่อรับรู้การได้ยินและแปลความหมายโดยสมอง

ส่วนที่สอง คือ ท่อครึ่งวงกลม 3 ท่อ ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ทำหน้าที่รับการทรงตัวของร่างกาย และการเคลื่อนไหวของศีรษะ



88. ชายคนหนึ่งยืนห่าง 10 เมตร จากวิทยุที่กำลังเปิดเสียงอยู่ เขาได้ยินเสียง 10^{-10} วัตต์ต่อตารางเมตร เขาจะต้องเดินออกไปจากตำแหน่งที่ยืนกี่เมตร จึงจะเริ่มไม่ได้ยินเสียงวิทยุ

- ข. 19 เมตร ข. 10 เมตร ค. 100 เมตร ง. 90 เมตร

89. ได้ยินเสียงตะโกนสุดเสียงจากคนในกลุ่ม วัดระดับความเข้มเสียงได้ 60 เดซิเบล ถ้าให้คน 10 คน ในกลุ่ม ตะโกนสุดเสียงเช่นกันพร้อมกัน จะได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มกี่เดซิเบล

- ก. 70 ข. 60 ค. 50 ง. 40

90. ถ้ามุมติวว่าขณะเครื่องบินโดยสารไอพ่นกำลังบินขึ้นจากสนามบินก่อให้เกิดเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 120 เดซิเบล ณ จุดที่ห่างจากเครื่องบิน 50 เมตร จะต้องปลูกบ้านห่างจากสนามบินกี่กิโลเมตร จึงจะได้ยินเสียงดังไม่เกิน 80 เดซิเบล

- ก. 4 ข. 5 ค. 6 ง. 7



รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 12	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 12
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		
เรื่อง เสียง		
หัวข้อเรื่อง เสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง		

91. สารระที่

สารระที่ 5 พลังงาน

92. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

93. สารสำคัญ

เสียงที่ได้ยินจะมีเสียงสูงต่ำต่างกัน ซึ่งเราเรียกว่า ระดับเสียง ซึ่งเป็นสมบัติอย่างหนึ่งที่สามารถทำให้รู้แหล่งกำเนิดของเสียงนั้นได้ ที่เราเรียกว่า คุณภาพของเสียง นำไปสู่การสร้างเครื่องเล่นดนตรี เพื่อทำให้เกิดสูงต่ำที่ไพเราะขึ้น และความเข้ากันได้ของเสียงจากเครื่องดนตรีชนิดต่าง ๆ โดยการเทียบเสียง ในลักษณะไม่ให้เกิดบีตส์ขึ้น และการสร้างเครื่องดนตรีก็ยังคงอาศัยความรู้เรื่องคลื่นนิ่ง หรือการสั่นพ้องของเสียง เพื่อให้เครื่องดนตรีมีเสียงที่กังวาลขึ้น

94. จุดประสงค์การเรียนรู้

94.1 ด้านความรู้

- 21) บอกความหมายของเสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง
- 22) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับเสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง

94.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 1) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาค่าเกี่ยวกับบีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง

94.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรม

- 1) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และเสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง
- 2) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

95. เนื้อหา

เสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

57. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “เสียงกีตาร์ เสียงกลอง เสียงแตร เสียงพิณ และเสียงดนตรี ชนิดต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนทำเสียงเหล่านั้น ”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “เสียงสูงต่ำ มีผลต่อการดำเนินชีวิตของเรา อย่างไร”
(ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 12.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเสียงสูงต่ำ มีผลต่อการดำเนินชีวิตของเรา อย่างไร เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 12.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ เสียงดนตรี ปิตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง

58. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเสียงดนตรี ปิตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง จากใบความรู้ 12 พร้อมกับใบงาน 12.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

59. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเสียงดนตรี ปิตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง เพื่อให้ นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

60. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง เสียงดนตรี ปิตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง จากใบความรู้ 12

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 12.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 12

61. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ เสียงดนตรี ปิตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 12

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับเสียงดนตรี ปิตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 12 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

62. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 12.1	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 12	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 12	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 12.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 12.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 12	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

63. การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 12.1 – 12.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 12 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่ 12	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

64. กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 12 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 12 เวลา 15 นาที
---	---------------------------------------	---

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

- ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูก
 1. ความถี่ธรรมชาติของวัตถุ คือ ความถี่ของการแกว่งหรือการสั่นที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก
 2. การสั่นพ้อง คือ การเคาะส้อมเสียงที่มีความถี่ต่างกัน 2 อันพร้อมกัน
 3. การสั่นพ้อง คือ การออกแรงแกว่งชิงช้า โดยความถี่ของแรงเท่ากับความถี่ธรรมชาติของชิงช้า

ก. ข้อ 1 , 2 และ 3 ข. ข้อ 1 ค. ข้อ 2 ง. ข้อ 3
- ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูก เกี่ยวกับการสั่นพ้องของเสียงในท่อปลายเปิด 2 ข้าง
 1. ที่ปลายเปิดทั้งสองข้างเป็นปฏิบัพ
 2. ความยาวที่สั้นที่สุดของลำอากาศในท่อที่จะทำให้เกิดการสั่นพ้องครั้งแรกเท่ากับ $\frac{\lambda}{2}$

ก. ถูกทั้งสองข้อ ข. ผิดทั้งสองข้อ ค. ข้อ 1 เท่านั้น ง. ข้อ 2 เท่านั้น
- สิ่งที่ช่วยแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงได้คือ

ก. คุณภาพเสียง ข. ความเข้มเสียง ค. ระดับเสียง ง. ระดับความเข้มเสียง
- นักดนตรีคนหนึ่งเล่นไวโอลิน ความถี่ 504 เฮิรตซ์ นักดนตรีอีกคนเล่นกีตาร์พร้อมกัน เกิดบีตส์ 5 เฮิรตซ์ แสดงว่า นักดนตรีเล่นกีตาร์ที่มีความถี่กี่เฮิรตซ์

ก. 499 ข. 509 ค. ถูกทั้ง ข้อ ก. และ ข. ง. ผิดทั้งข้อ ก. และ ข.
- ลวดสายกีตาร์ซึ่งอยู่ระหว่างจุดตรึง 2 จุดห่างกัน 50 เซนติเมตร เมื่อดีดให้เสียงหลักที่มีความถี่ 480 เฮิรตซ์ ความเร็วของคลื่นในลวดเป็นกี่เมตรต่อวินาที

ก. 480 ข. 490 ค. 500 ง. 510
- ในการทดลองการสั่นพ้องของเสียงโดยใช้หลอดเรโซแนนซ์ ปรากฏว่าขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งแรกลูกสูบอยู่ห่างจากปากหลอด 10 เซนติเมตร ถ้าหลอดเรโซแนนซ์ยาว 1.2 เมตร จะเกิดการสั่นพ้องได้ทั้งหมดกี่ครั้ง

ก. 4 ข. 5 ค. 6 ง. 7
- ในการทดลองการสั่นพ้องของเสียงโดยใช้หลอดเรโซแนนซ์ ผลปรากฏว่าตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังที่สุด ครั้งแรกอยู่ห่างจากปากหลอดกึ่งเท่าของความยาวคลื่น

ก. 1.25 ข. 0.75 ค. 0.50 ง. 0.25
- ในการแบ่งเสียงดนตรีทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเสียง E'' เป็น 1,280 เฮิรตซ์ เสียง E จะมีความถี่กี่เฮิรตซ์

ก. 160 ข. 320 ค. 640 ง. 960

9. ถ้าขณะนั้นอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที จงหาความยาวที่น้อยที่สุดของกล่องเสียงที่ทำให้เกิดความถี่เสียง จากการสั่นของซอ้มเสียงด้วยความถี่ที่ติดตั้งบนกล่องเสียงด้วยความถี่ 200 เฮิรตซ์
 ก. 37.5 ซม. ข. 42.5 ซม. ค. 47.5 ซม. ง. 52.5 ซม.
10. หลอดปลายเปิด 2 ข้าง ปลายข้างหนึ่งจุ่มลงในน้ำให้อยู่ใต้ผิวน้ำ เมื่อนำส้อมเสียงที่กำลังสั่นมาจ่อที่ปากหลอด พบว่ามีตำแหน่งเสียงดังที่สุด โดยตำแหน่งแรก จมลงในน้ำ 27 ซม. ตำแหน่งที่สองหลอดจมลงในน้ำ 45 ซม. จงหาความยาวคลื่นเสียงนี้
 ก. 52 ซม. ข. 48 ซม. ค. 42 ซม. ง. 36 ซม.

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 12 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 12
--	--	---

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ง
2	ก
3	ก
4	ค
5	ก
6	ข
7	ง
8	ข
9	ข
10	ง

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 12.1	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 12
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 12
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง เสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

26. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า เสียงสูงต่ำ มีผลต่อการดำเนินชีวิตของเรา อย่างไร

.....

.....

.....

27. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า เสียงสูงต่ำ มีผลต่อการดำเนินชีวิตของเรา อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

28. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า เสียงสูงต่ำ มีผลต่อการดำเนินชีวิตของเรา อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 12.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 12
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 12
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง เสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด

1. ระดับเสียง
2. คุณภาพของเสียง
3. เสียงดนตรี
4. บีตส์
5. คลื่นนิ่ง และการสั่นพ้อง

2. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. เสียงที่เราได้ยินเสียงสูงหรือเสียงต่ำ เรียกว่า ความเข้มเสียง หรือระดับเสียง
2. สิ่งที่ช่วยในการแยกแหล่งกำเนิดเสียง คือ
3. เสียงที่เราได้ยินเป็นจังหวะดังและค่อยสลับกัน โดยเกิดจากแหล่งกำเนิดมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 10 เฮิรตซ์ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า
4. ความถี่ของการแกว่งหรือการสั่นของวัตถุ อย่างอิสระ เรียกความถี่นี้ว่า
5. การออกแรงแกว่งชิงช้า โดยความถี่ของแรงเท่ากับความถี่ธรรมชาติของชิงช้า คือ
6. การสั่นพ้องของเสียงในท่อปลายเปิด 2 ข้าง ที่ปลายเปิดทั้งสองข้างเป็นบัพ หรือปฏิบัพ.....
7. การเทียบเสียงดนตรี ใช้หลักการเดียวกันกับการเกิด
8. นักดนตรีคนหนึ่งเล่นไวโอลิน ความถี่ 500 เฮิรตซ์ นักดนตรีอีกคนเล่นกีตาร์พร้อมกัน เกิดบีตส์ 4 เฮิรตซ์ แสดงว่า นักดนตรีเล่นกีตาร์ที่มีความถี่ กี่ เฮิรตซ์.....
9. ขณะเกิดคลื่นนิ่งของเสียง ตำแหน่งปฏิบัพของความดัน หรือบัพของการกระจัด จะได้ยินเสียงดัง หรือค่อย.....
10. ขณะเกิดคลื่นนิ่งของเสียง ตำแหน่งบัพของความดัน หรือปฏิบัพของการกระจัด จะได้ยินเสียงดัง หรือค่อย.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 12.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 12
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 12
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 20 นาที
เรื่อง เสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ลวดสายกีตาร์ซึ่งอยู่ระหว่างจุดตรึง 2 จุดห่างกัน 25 เซนติเมตร เมื่อดีดให้เสียงหลักที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ความเร็วของคลื่นในลวดเป็นกี่เมตรต่อวินาที (ตอบ 200 เมตรต่อวินาที)

วิธีทำ

2. ในการทดลองการสั่นพ้องของเสียงโดยใช้หลอดเรโซแนนซ์ ปรากฏว่าขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งแรก ลูกสูบอยู่ห่างจากปากหลอด 8 เซนติเมตร ถ้าหลอดเรโซแนนซ์ยาว 1 เมตร จะเกิดการสั่นพ้องได้ทั้งหมดกี่ครั้ง (ตอบ 6 ครั้ง)

วิธีทำ

3. ในการทดลองการสั่นพ้องของเสียงโดยใช้หลอดเรโซแนนซ์ ผลปรากฏว่าตำแหน่งที่ได้ยินเสียงดังที่สุดครั้งที่สามอยู่ห่างจากปากหลอดกึ่งเท่าของความยาวคลื่น (ตอบ 1.25)

วิธีทำ

4. ในการแบ่งเสียงดนตรีทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเสียง E เป็น 320 เฮิรตซ์ เสียง E' จะมีความถี่กี่เฮิรตซ์ (ตอบ 640 เฮิรตซ์)

วิธีทำ

5. ถ้าขณะนั้นอัตราเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 360 เมตรต่อวินาที จงหาความยาวที่น้อยที่สุดของกล่องเสียงที่ทำให้เกิดความถี่เสียง จากการสั่นของข้อมเสียงด้วยความถี่ที่ติดตั้งบนกล่องเสียงด้วยความถี่ 240 เฮิรตซ์ (ตอบ 37.5 เซนติเมตร)

วิธีทำ

6. หลอดปลายเปิด 2 ข้าง ปลายข้างหนึ่งจุ่มลงในน้ำให้อยู่ใต้ผิวน้ำ เมื่อนำส้อมเสียงที่กำลังสั่นมาจ่อที่ปากหลอด พบว่ามีตำแหน่งเสียงดังที่สุด โดยตำแหน่งแรก จมลงในน้ำ 29 ซม. ตำแหน่งที่สองหลอดจมลงในน้ำ 43 ซม. จงหาความยาวคลื่นเสียงนี้ (ตอบ 28 เซนติเมตร)

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบความรู้ 12	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 12
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 12
หัวข้อเรื่อง เสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง		

เสียงดนตรี

ระดับเสียง

การได้ยินเสียงของคนเรา นอกจากจะได้ยินเสียงดังหรือเสียงค่อย(ความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง)แล้ว ยังขึ้นกับความถี่ของเสียงด้วย(เสียงสูงหรือเสียงต่ำ) ความถี่ของเสียงที่หูคนปกติได้ยินมีค่าตั้งแต่ 20 – 20,000 Hz ดังนั้นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ลงไปเรียกว่า **คลื่นใต้เสียง** (Infra Sonic) สำหรับเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ ขึ้นไป เรียกว่า **คลื่นเหนือเสียง** (Ultra Sonic) สำหรับสัตว์อื่น ๆ จะได้ยินเสียงในช่วงความถี่หนึ่งเช่นกัน โดยสัตว์แต่ละชนิดจะได้ยินเสียงช่วงความถี่แตกต่างกันไป และเสียงที่มีระดับเสียงต่ำ จะเป็นเสียงที่มีความถี่น้อย เรียกว่า **เสียงทุ้ม** ส่วนเสียงที่มีระดับเสียงสูง จะเป็นเสียงที่มีความถี่มาก เรียกว่า **เสียงแหลม** การจัดระดับเสียง อาจทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งก็คือ แบ่งเป็นระดับเสียงดนตรี ซึ่งแสดงระดับเสียงตามตาราง

ตาราง การแบ่งระดับเสียงดนตรีในวิทยาศาสตร์

ระดับเสียง ดนตรี	C (โด)	D (เร)	E (มี)	F (ฟา)	G(ซอล)	A(ลา)	B (ที)	C' (โด)
ความถี่ (เฮิรตซ์)	256	288	320	341	384	427	480	512

เสียง C มีความถี่ 256 เฮิรตซ์ เสียง C' มีความถี่ 512 เฮิรตซ์ เราเรียก เสียง C กับ C' เป็นเสียงคู่แปด โดยจะต้องเป็นเสียงที่มีความถี่เป็น 2 เท่า

ดังนั้น C' กับ C'' ก็เป็นเสียงคู่แปด เมื่อ เสียง C' มีความถี่ 512 เฮิรตซ์ ดังนั้นเสียง C'' จะต้องเป็นเสียงที่มีความถี่เท่ากับ 1024 เฮิรตซ์

ในการเล่นดนตรี มีการแบ่งระดับเสียงของเครื่องดนตรีสากล ตามความถี่ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง การแบ่งระดับเสียงดนตรีในทางดนตรีสากล

ระดับเสียง ดนตรี	C (โด)	D (เร)	E (มี)	F(ฟา)	G(ซอล)	A(ลา)	B (ที)	C' (โด)
ความถี่ (เฮิรตซ์)	261.6	293.7	329.6	349.2	392.0	440.0	493.9	523.3

เมื่อพิจารณาเสียงดนตรีพื้นเมืองของแต่ละชาติ พบว่ามีการแบ่งระดับเสียงแตกต่างกัน จึงทำให้เสียงดนตรีแต่ละชาติมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว การแบ่งระดับเสียงดนตรีของไทยในยุคใหม่ใกล้เคียงกับการแบ่งระดับเสียงดนตรีสากล ทำให้เครื่องดนตรีไทยสามารถเล่นเพลงสากลบางเพลงได้ และเครื่องดนตรีสากลก็สามารถเล่นเพลงไทยบางเพลงได้เช่นกัน จึงมีการนำเครื่องดนตรีสากลมาบรรเลงร่วมกับดนตรีไทย เช่น เครื่องผสมออร์แกน หรือเครื่องสายผสมเปียโน

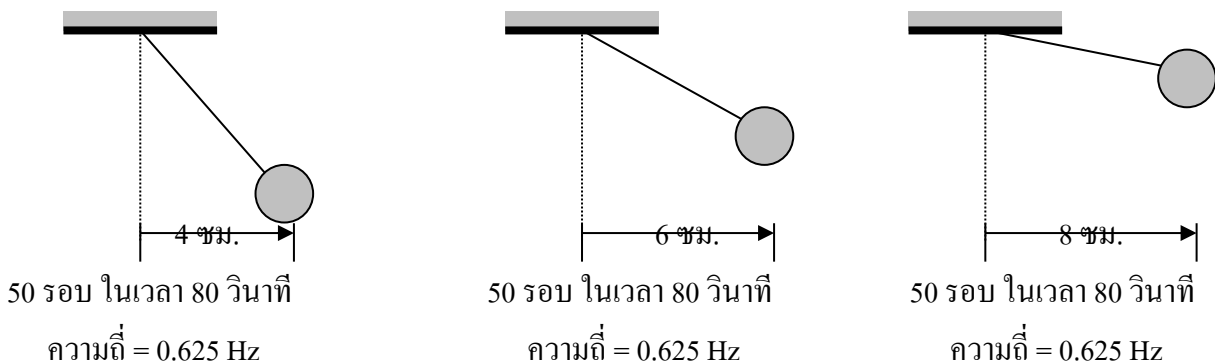
คุณภาพเสียง

แหล่งกำเนิดเสียงต่างกัน อาจให้เสียงที่มีระดับเสียงเดียวกัน เช่น ไวโอลินและขลุ่ยเล่นโน้ตเดียวกันจะให้เสียงที่มีความถี่เดียวกัน แต่เราสามารถแยกออกได้ว่า เสียงใดเป็นเสียงไวโอลินและเสียงใดเป็นเสียงขลุ่ย แสดงว่านอกจากระดับเสียงแล้ว จะต้องมียปัจจัยอื่นอีกที่ทำให้เสียงที่ได้ยินแตกต่างกัน จนเราสามารถแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงนั้น ๆ ได้ ทั้งนี้เป็นผลจากการซ้อนทับกันของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงหลาย ๆ แหล่งที่มีความถี่ f , $2f$, $3f$, ..., nf โดยแอมพลิจูดหรือความเข้มของเสียงแต่ละความถี่แตกต่างกัน มาซ้อนทับกัน ทำให้คลื่นเสียงมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป

ดังนั้นต้นกำเนิดเสียงต่าง ๆ ขณะสั่น จะให้เสียงซึ่งมีความถี่มูลฐาน (ความถี่ต่ำสุดของเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดใด ๆ) และ ฮาร์โมนิก (จำนวนเต็มเท่าของความถี่มูลฐาน) ต่าง ๆ ที่ออกมาพร้อมกันเสมอ แต่จำนวนฮาร์โมนิกและความเข้มเสียงของแต่ละฮาร์โมนิกจะแตกต่างกัน ทำให้ลักษณะของคลื่นเสียงที่ออกมาแตกต่างกัน สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงที่ต่างกัน จะให้เสียงที่มีลักษณะเฉพาะตัว หรือที่เรียกว่า **คุณภาพเสียง** ต่างกันนั่นเอง คุณภาพเสียงช่วยให้เราสามารถแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงได้

ความถี่ธรรมชาติ

เป็นลักษณะเฉพาะตัวในการสั่นของวัตถุแต่ละชนิด ไม่ว่าจะให้พลังงานเท่าใด เมื่อคิดการสั่นในหนึ่งหน่วยเวลา แล้วจะเท่ากันทุกครั้ง เช่น การแกว่งของลูกตุ้มที่จะพิจารณาจากรูปต่อไปนี้



จากรูป ข้างบน ไม่ว่าจะตั้งลูกตุ้มให้ห่างจากแนวตั้งเท่าใดก็ตาม ความถี่ในการแกว่งของลูกตุ้มจะเท่าเดิมทุกครั้งไป ซึ่งเป็นความถี่ในการแกว่งของลูกตุ้ม อันเป็นลักษณะเฉพาะตัวตามธรรมชาติของลูกตุ้ม จึงเรียกความถี่ในการแกว่งของลูกตุ้มนี้ว่า **ความถี่ธรรมชาติ**ของลูกตุ้ม

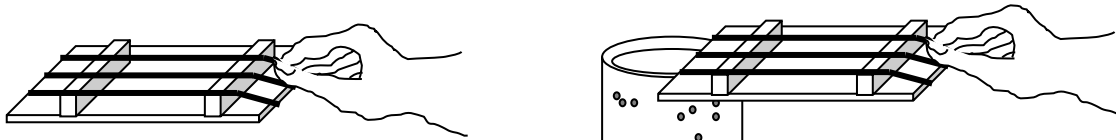
การสั่นพ้อง (Resonance)

คือปรากฏการณ์ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อพลังงานกระทบวัตถุ แล้วทำให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติซึ่งเท่ากับ ความถี่ของพลังงานที่ตกกระทบ ทำให้วัตถุนั้นเกิดการสั่นที่รุนแรงที่สุด (เกิดเป็นคลื่นนิ่ง) ซึ่งอาจทำให้กระจกหรือแก้วแตกได้ เมื่อบางคนร้องเพลง

การสั่นพ้องของเสียง

การให้พลังงานจากภายนอกกับวัตถุ ด้วยความถี่ซึ่งเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ วัตถุจะรับพลังงานได้ดีที่สุด พลังงานนี้จะสะสมอยู่ในวัตถุนั้น ทำให้เกิดการสั่นของวัตถุรุนแรงขึ้น สถานะที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า **การสั่นพ้อง (Resonance)**

ตัวอย่าง การสร้างเครื่องดนตรี เช่น ซอ ไวโอลิน กีตาร์



จากรูปแผ่นไม้ที่ขึงสายเอ็น เมื่อดีดสายเอ็นจะทำให้เกิดเสียงในระดับหนึ่ง เมื่อ สร้างกระป๋อง หรือกล่องไม้ กล่องโลหะ ภายในกลวง วางไว้ด้านล่าง จะทำให้เกิดเสียงดังขึ้นกว่าเดิม ปรากฏการณ์นี้เป็นการทำให้เกิดการสั่นพ้องของเสียง เกิดขึ้นภายในกระป๋อง โมเลกุลของอากาศได้รับพลังงานจากภายนอก เก็บสะสมไว้ ทำให้เกิดการสั่นที่รุนแรงขึ้น จึงทำให้เกิดเสียงที่ดังมากกว่าเดิม (เกิดคลื่นนิ่ง)

บีตส์และคลื่นนิ่งของเสียง

บีตส์ (Beats)

เป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นเสียงสองชุดซึ่งมีความถี่ใกล้เคียงกัน แอมพลิจูดเท่ากันหรือไม่ก็ได้ เคลื่อนที่ในตัวกลางเดียวกัน เกิดการแทรกสอดกันขึ้น ได้คลื่นเสียงลัพธ์ซึ่งมีแอมพลิจูดไม่คงที่ แปรเปลี่ยนตลอดเวลา ทำให้เกิดเสียงดัง-ค่อย เป็นจังหวะสลับกันไป จำนวนครั้งของเสียงดัง (หรือจำนวนครั้งของเสียงค่อย) ใน 1 วินาที เรียกว่าความถี่บีตส์ (f_b)

เราสามารถ หาคความถี่บีตส์ได้ดังนี้

$$f_b = |f_1 - f_2| \quad \text{คือ จังหวะดังหรือค่อยที่ได้ยิน}$$

ตัวอย่าง 1 เมื่อเคาะส้อมเสียงสองอันมีความถี่ 450 และ 456 เฮิร์ตซ์ จะทำให้เกิดจังหวะเสียงดังหรือเสียงค่อยใน 1 วินาที เท่ากับเท่าไร

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad f_b &= |f_1 - f_2| = |450 - 456| \\ &= |6| = 6 \text{ Hz (มีความถี่บีตส์ 6 เฮิร์ตซ์)} \end{aligned}$$

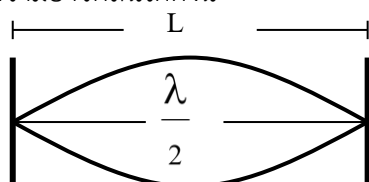
จะได้ยินจังหวะเสียงดัง 6 ครั้ง ใน 1 วินาที หรือ ได้ยินจังหวะเสียงค่อย 6 ครั้ง ใน 1 วินาที

คลื่นนิ่ง และ การสั่นพ้อง (การกำทอน) (Standing Wave and Resonance)

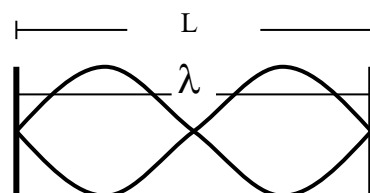
คลื่นนิ่ง (Standing Wave)

คือ คลื่นรวมที่เกิดจากคลื่นสองขบวน (ซึ่งเป็นคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์) เคลื่อนที่เข้าหากันในตัวกลางเดียวกัน มีผลให้เกิดปฏิบัพและบัพสลับกันไป โดยตำแหน่งของปฏิบัพ และบัพคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งดังรูป

หาความยาวคลื่นได้ดังนี้

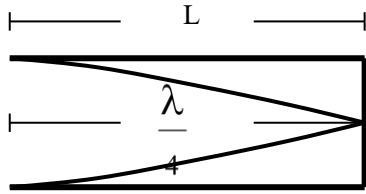


ปลายตึง ทั้ง 2 ข้าง



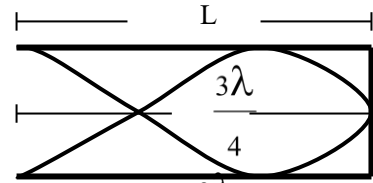
จากรูป $\frac{\lambda}{2} = L$

หาความยาวคลื่นได้ดังนี้ $\lambda = 2L$



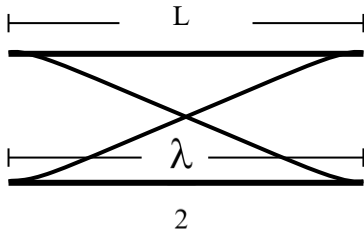
จากรูป $\frac{\lambda}{4} = L$
 $\lambda = 4L$

ปลายตึง ข้างเดียว

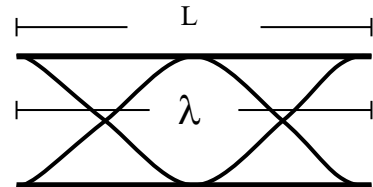


จากรูป $\frac{3\lambda}{4} = L$
 $\lambda = \frac{4L}{3}$

หาความยาวคลื่นได้ดังนี้



ปลายอิสระทั้งสองข้าง



ตัวอย่าง ถ้าอุณหภูมิของอากาศขณะนั้นเป็น 25 องศาเซลเซียส จงหาความยาวที่น้อยที่สุดของกล่องเสียงที่ทำให้เกิดความถี่เสียง จากการสั่นของข้อมเสียงด้วยความถี่ที่ติดตั้งบนกล่องเสียงด้วยความถี่ 230 เฮิรตซ์

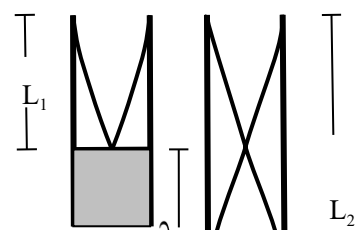
วิธีทำ จากรูป $\frac{\lambda}{4} = L$ $v = 331 + 0.6 t$ $\lambda = \frac{L}{4}$
 แทนค่า $= 331 + (0.6)(25)$ $= 345 \text{ m/s}$
 $f\lambda = 2L$ $v = f\lambda$
 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{345}{230} = 1.5 \text{ m}$

หาความยาวกล่องเสียง ที่น้อยที่สุด แสดงว่า เกิดการสั่นพ้องครั้งแรกและเป็นท่อปลายปิด

$L = \frac{\lambda}{4}$
 $L = \frac{1.5}{4} = 0.375 \text{ m}$

ตอบ ความยาวกล่องเสียง ที่น้อยที่สุด เท่ากับ 37.5 เซนติเมตร

ตัวอย่าง หลอดปลายเปิด 2 ข้าง ปลายข้างหนึ่งจุ่มลงในน้ำให้อยู่ใต้ผิวน้ำ เมื่อนำส้อมเสียงที่กำลังสั่นมาจ่อที่ปากหลอด พบว่ามีตำแหน่งเสียงดังที่สุด โดยตำแหน่งแรก จมลงในน้ำ 12 ซม. ตำแหน่งที่สองหลอดจมลงในน้ำ 38 ซม. จงหาความยาวคลื่นเสียงนี้



วิธีทำ ตำแหน่งที่เสียงดังที่สุดสองครั้งถัดกันจะห่างกัน $\frac{\lambda}{2}$

$$L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2}$$

$$38 - 12 = \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = 52 \text{ cm}$$

ตอบ ความยาวคลื่นของเสียงเท่ากับ 52 เซนติเมตร

- _____

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	เฉลยแบบฝึกทักษะ 12	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 12
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 12
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	คะแนน 10 คะแนน	เวลา 20 นาที
เรื่อง เสียงดนตรี บีตส์ และคลื่นนิ่งของเสียง		

ตอนที่ 1	
ข้อ	คำตอบ
1	X
2	X
3	/
4	/
5	/
6	/
7	X
8	/
9	/
10	/

ตอนที่ 2	
ข้อ	คำตอบ
1	ก
2	ข
3	ข
4	ค
5	ก
6	ค

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	แผนจัดการเรียนรู้ที่ 13	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 13
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		สัปดาห์ที่ 7 – 8 คาบที่ 25 – 30
เรื่อง เสียง		
หัวข้อเรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการประยุกต์ ความรู้เรื่องเสียง		

96. สารที่

สารที่ 5 พลังงาน

97. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

98. สารสำคัญ

ปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกตได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่เดิม ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ส่วน ปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกตที่หยุดนิ่งได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง (Source) ที่มีความเร็วมากกว่าความเร็วของเสียง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า คลื่นกระแทก

99. จุดประสงค์การเรียนรู้

99.1 ด้านความรู้

23) บอกความหมายของปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุกต์ ความรู้เรื่องเสียง

24) บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุกต์ ความรู้เรื่องเสียง

99.2 ด้านทักษะกระบวนการ

5) สามารถสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ เก็บข้อมูล คำนวณหาค่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุกต์ ความรู้เรื่องเสียง

99.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรม

12) เห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุกต์ ความรู้เรื่องเสียง

2) มีคุณธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

100. เนื้อหา ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุกต์ ความรู้เรื่องเสียง

101. กระบวนการจัดการเรียนรู้

65. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับเรื่อง “เสียงไซเรนของรถพยาบาล และรถตำรวจต่างกันอย่างไร”

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “เสียงไซเรนของรถโรงพยาบาล หรือรถกู้ภัยจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อเคลื่อนที่ผ่านเราไป” (ทั้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มในใบงาน 13.1 เฉพาะข้อ 1 และข้อ 2 (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

1.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม (ของแต่ละคนในกลุ่มโดยตัวแทนของกลุ่ม และข้อสรุปของกลุ่ม)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ เสียงไซเรนของรถโรงพยาบาล หรือรถกู้ภัยจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อเคลื่อนที่ผ่านเราไป เพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนบนกระดานดำ และบันทึกลงในใบงาน 4.1

1.6 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.7 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุक्त ความรู้เรื่องเสียง

66. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุक्त ความรู้เรื่องเสียง จากใบความรู้ 13 พร้อมกับใบงาน 13.2 แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึก และตอบคำถาม

2.2 สุ่มนักเรียน 1 กลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

67. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุक्त ความรู้เรื่องเสียง เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

68. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสนทนาซักถามครู และร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับตัวอย่าง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุक्त ความรู้เรื่องเสียง จากใบความรู้ 13

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 13.3

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 13

69. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดจากหนังสือคู่มือต่างๆ (บทบาทสมมุติ) เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุक्त ความรู้เรื่องเสียง ลี มาเขียนเป็นภาพ แล้วให้เหตุผลในคำตอบที่ควรจะเป็นไปได้ ลงในใบกิจกรรม 4

5.2 นักเรียนนำเหตุการณ์จากธรรมชาติ หรือ จากตัวอย่างจากหนังสือคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการปะยุक्त ความรู้เรื่องเสียง ที่เขียนเป็นภาพ พร้อมเหตุผลที่เป็นไปได้ จากใบกิจกรรม 4 ที่ได้รับการประเมินของนักเรียน โดยให้เจ้าของผลงานอ่าน แล้วร่วมอภิปราย

5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบงาน 13.1	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
3. แบบฝึกทักษะ 13	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้
4. ใบความรู้ 13	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
5. ใบงาน 13.2	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
6. ใบงาน 13.3	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
7. ใบกิจกรรม 13	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
8. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมิน

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบงาน 13.1 – 13.3 ตรวจแบบฝึกทักษะ 13 ตรวจสมุดจด ตรวจใบกิจกรรม 13	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป - ระดับ 3 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบรายจุดประสงค์ที่	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัย ที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านประเมินหลังเรียน
2. ส่งเสริมความรู้ความสามารถของผู้เรียน	1. ให้นักเรียนทำชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว 30203 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ 13 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 13 เวลา 15 นาที
---	---------------------------------------	--

คำสั่ง จงเลือกกาบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูก

1. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ผู้ฟังเสียงจะได้ยินเสียงที่มีความเข้มเสียงต่างไปจากเดิม
2. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ แหล่งกำเนิดเสียงจะให้เสียงที่มีระดับเสียงเท่าเดิม
3. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ผู้ฟังเสียงจะได้ยินเสียงที่มีระดับเสียงต่างไปจากเดิม

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 2 และ 3 ค. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

2. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูก

1. แหล่งกำเนิดเสียง ส่งเสียงความถี่และกำลังเสียงคงที่ ขณะเราวิ่งออกจากแหล่งกำเนิด จะเกิดปรากฏการณ์ดอปเพลอร์
2. แหล่งกำเนิดเสียง ส่งเสียงความถี่และกำลังเสียงคงที่ ขณะเราวิ่งเข้าหาแหล่งกำเนิด จะเกิดปรากฏการณ์ดอปเพลอร์
3. จากข้อ 1 และ 2 จะไม่เกิดปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 เท่านั้น ค. ข้อ 2 เท่านั้น ง. ข้อ 3 เท่านั้น

3. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูก

1. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ จะมีความถี่สูงสุด เมื่อผู้ฟังและแหล่งกำเนิดเสียง เคลื่อนที่เข้าหากัน
2. ปรากฏการณ์คลื่นกระแทก เกิดขึ้นเมื่อเครื่องบิน บินเร็วเหนือเสียง

ก. ข้อ 1 เท่านั้น ข. ข้อ 2 เท่านั้น ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

4. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูก

1. เรือแล่นด้วยความเร็วกว่าความเร็วคลื่นน้ำ เกิดปรากฏการณ์คลื่นกระแทก
2. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ จะมีความถี่ต่ำสุด เมื่อผู้ฟังและแหล่งกำเนิดเสียง เคลื่อนที่ออกจากกัน

ก. ข้อ 1 เท่านั้น ข. ข้อ 2 เท่านั้น ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

7. ข้อใดเป็น คลื่นกระแทก

1. แหล่งกำเนิดคลื่นมีความเร็วกว่าคลื่นในตัวกลาง
2. ลูกปืนเคลื่อนที่ในอากาศด้วยความเร็วช้ากว่าเสียง

ก. ข้อ 1 เท่านั้น ข. ข้อ 2 เท่านั้น ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

8. เครื่องบินลำหนึ่งทำให้เกิดคลื่นกระแทกในลักษณะรูปกรวยเป็นมุมยอด 38 องศา ต่อมาเปลี่ยนเป็น 29 , 35 และ 42 องศา ตามลำดับ อยากทราบว่าความเร็วของเครื่องบินเปลี่ยนแปลงตามข้อใดเมื่อเทียบกับตอนแรก

ก. ช้า – ช้า – ช้า ข. ช้า – ช้า – เร็ว ค. ช้า – เร็ว – เร็ว ง. เร็ว – เร็ว – ช้า

9. รถพยาบาลแล่นด้วยอัตราเร็ว 26 เมตรต่อวินาที เกิดเสียงของไซเรนหน้ารถพยาบาลที่มีความยาวคลื่น 81 เซนติเมตร เมื่ออัตราเร็วเสียงไซเรนอากาศขณะนั้นเป็น 350 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าเสียงไซเรนของรถพยาบาลมีความถี่กี่เฮิรตซ์

ก. 700 ข. 600 ค. 500 ง. 400

10. รถดับเพลิงคันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 40 เมตรต่อวินาที เปิดหวอดด้วยความถี่ 500 เฮิรตซ์ ผู้ฟังกำลังขี่รถจักรยานยนต์ด้วยความเร็ว 22 เมตรต่อวินาที เขาจะได้ยินเสียงหวอดด้วยความถี่กี่เฮิรตซ์ ถ้าเขาขี่รถจักรยานยนต์นำหน้ารถดับเพลิง กำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที

ก. 330 ข. 430 ค. 530 ง. 630

11. ถ้าต้องการให้เครื่องบินมีอัตราเร็วเป็นสองเท่าของอัตราเร็วเสียง หน้าคลื่นกระแทกที่เกิดจากเครื่องบินลำนี้จะต้องทำมุมกับทิศทาง

ก. 15 ข. 30 ค. 45 ง. 60

12. อัตราเร็วของเรือลำหนึ่งเป็น 16 เมตรต่อวินาที โดยหน้าคลื่นทำมุม 30 องศา กับแนวการเคลื่อนที่ของเรือ อยากทราบว่าอัตราเร็วของคลื่นน้ำ เป็นกี่เมตรต่อวินาที

ก. 12 ข. 10 ค. 8 ง. 6



รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 13 รหัสวิชา ว 30203 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5		เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 13 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 13
--	--	--	---

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ก
3	ค
4	ค
5	ก
6	ง
7	ง
8	ค
9	ง
10	ค

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 13	ใบงาน 13.1	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 13
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 13
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

29. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า เสียงไซเรนของรถโรงพยาบาล หรือรถกู้ภัยจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่
อย่างไร เมื่อเคลื่อนที่ผ่านเราไป

.....

.....

.....

30. ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า เสียงไซเรนของรถโรงพยาบาล หรือรถกู้ภัยจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
เมื่อเคลื่อนที่ผ่านเราไป

.....

.....

.....

.....

31. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า เสียงไซเรนของรถโรงพยาบาล หรือรถกู้ภัยจะ
เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อเคลื่อนที่ผ่านเราไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 13	ใบงาน 13.2	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 13
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 13
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (P)	เวลา 40 นาที
เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด

4. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์
5. คลื่นกระแทก
6. การประยุกต์ ความรู้เรื่องเสียง

2. ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คือ
2. ถ้าให้ v เป็นสัญลักษณ์แทนความเร็วของเสียงในตัวกลางใด ๆ v_s จะเป็น สัญลักษณ์ แทนอะไร ในเรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์.....
3. ถ้าให้ v เป็นสัญลักษณ์แทนความเร็วของเสียงในตัวกลางใด ๆ หนังสือ บางเล่มใช้ v_L และ บางเล่มใช้ v_o แล้วสัญลักษณ์นี้ จะแทนอะไร ในเรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์.....
4. ถ้าให้ f เป็นสัญลักษณ์แทนความถี่ของเสียงที่เกิดขึ้น f_s จะเป็น สัญลักษณ์ แทนอะไร ในเรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์.....
5. ถ้าให้ f เป็นสัญลักษณ์แทนความถี่ของเสียงที่เกิดขึ้น หนังสือ บางเล่มใช้ f_L และ บางเล่มใช้ f_o แล้ว สัญลักษณ์นี้ จะแทนอะไร ในเรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์.....
6. ถ้า $\lambda_{หน้า}$ เป็น ความยาวคลื่นที่เกิดขึ้นด้านหน้าแหล่งกำเนิด และ ถ้า $\lambda_{หลัง}$ เป็น ความยาวคลื่นที่เกิดขึ้น ด้านหลังแหล่งกำเนิด อยากทราบว่า เมื่อ แหล่งกำเนิดไม่เคลื่อนที่ ค่าทั้งสองนี้ จะมีค่ามากกว่า หรือ น้อยกว่า หรือ เท่ากัน อย่างไร
7. จากข้อ 6. เมื่อ แหล่งกำเนิด เคลื่อนที่ ค่าทั้งสองนี้ จะมีค่ามากกว่า หรือ น้อยกว่า หรือ เท่ากัน อย่างไร
8. คลื่นกระแทก คือ
9. เลขมัค คือ
10. ลูกปืนเคลื่อนที่เร็วกว่าความเร็วเสียง จัดเป็นปรากฏการณ์ใด

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3	ใบงาน 13.3	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 13
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 13
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	5 คะแนน (A)	เวลา 10 นาที
เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

13. รถพยาบาลแล่นด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที เกิดเสียงของไซเรนหน้ารถพยาบาลที่มีความยาวคลื่น 80 เซนติเมตร เมื่ออัตราเร็วเสียงไซเรนอากาศขณะนั้นเป็น 340 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าเสียงไซเรนของรถพยาบาลมีความถี่กี่เฮิรตซ์ (ตอบ 400 เฮิรตซ์)

วิธีทำ

14. รถดับเพลิงคันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที เปิดหวอดด้วยความถี่ 500 เฮิรตซ์ ผู้ฟังกำลังขี่รถจักรยานยนต์ด้วยความเร็ว 31 เมตรต่อวินาที เขาจะได้ยินเสียงหวอดด้วยความถี่กี่เฮิรตซ์ ถ้าเขาขี่รถจักรยานยนต์ตามหลังรถดับเพลิง กำหนดให้อัตราเร็วเสียงในอากาศขณะนั้นเท่ากับ 350 เมตรต่อวินาที (ตอบ 635 เฮิรตซ์)

วิธีทำ

15. ถ้าต้องการให้เครื่องบินมีอัตราเร็วเป็น $\frac{2}{\sqrt{3}}$ เท่าของอัตราเร็วเสียง หน้าคลื่นกระแทกที่เกิดจากเครื่องบินลำนี้ จะต้องทำมุมกับกึ่งศภาค (ตอบ 120 องศา)

วิธีทำ

16. อัตราเร็วของเรือลำหนึ่งเป็น 18 เมตรต่อวินาที โดยหน้าคลื่นทำมุม 60 องศา กับแนวการเคลื่อนที่ของเรือ อยากทราบว่าอัตราเร็วของคลื่นน้ำ เป็นกี่เมตรต่อวินาที (ตอบ $9\sqrt{3}$ m/s)

วิธีทำ

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 13	ใบความรู้ 13	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 13
รหัสวิชา ว 30203 ชั้น ม.5		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 13
หัวข้อเรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง		

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler Effect)

คือปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกตได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่เดิม อันอาจเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของผู้สังเกตทำให้ความเร็วของเสียงมาถึงผู้สังเกตเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และหรือเนื่องจากการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้ความยาวคลื่นที่ผู้สังเกตได้รับผิดไปจากเดิม จึงมีผลให้ผู้สังเกตได้ยินเสียงแหลม หรือทุ้มมากกว่าความจริง (ความถี่สูงเสียงแหลม , ความถี่ต่ำเสียงทุ้ม)

กำหนดให้	v	=	ความเร็วเสียงในอากาศ
	v_o	=	ความเร็วของผู้สังเกต
	v_s	=	ความเร็วของแหล่งกำเนิด
	f_o	=	ความถี่ที่ผู้สังเกตได้ยิน
	f_s	=	ความถี่เสียงของแหล่งกำเนิด
	λ	=	ความยาวคลื่นเสียงในอากาศ
	$\bar{v}$	=	ความเร็วสัมพัทธ์

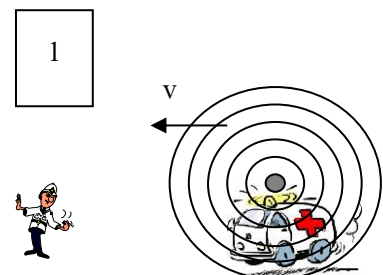
พิจารณาจากรูป เกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ เมื่อตัวกลางอยู่กับที่ (อากาศ)

จากรูป 1

Source (แหล่งกำเนิดเสียง) อยู่กับที่

ผู้สังเกต (Observe) อยู่กับที่ด้วย

จะได้ว่า ความถี่ที่ผู้สังเกตได้ยิน = ความถี่ของ Source
 $f_o = f_s$



จากรูป 2 และ 3

Source (แหล่งกำเนิดเสียง) อยู่กับที่

ผู้สังเกต (Observe) เคลื่อนที่

1. จากรูป 2 ผู้สังเกต (Observe) เคลื่อนที่ เข้าหา จะทำให้ผู้สังเกตได้ยินเสียงมีความถี่เพิ่มขึ้น

การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้ จะมีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่าง

ความเร็วเสียงในอากาศ แหล่งกำเนิดเสียง และ ผู้สังเกต

ดังนั้น ให้ $\bar{v}$ คือ ความเร็วสัมพัทธ์ระหว่าง ความเร็วเสียงกับแหล่งกำเนิด

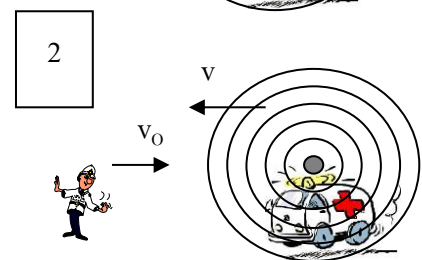
หรือ ความเร็วสัมพัทธ์ระหว่าง ความเร็วเสียงกับผู้สังเกต

พิจารณาความเร็วเสียงกับความเร็วแหล่งกำเนิด จะได้

ความเร็วสัมพัทธ์ระหว่าง ความเร็วเสียงกับความเร็วแหล่งกำเนิด ดังนี้

คือ $\bar{v} = v \pm v_s$

ถ้า $\bar{v} = v + v_s$ แสดงว่า ความเร็วเสียง และ แหล่งกำเนิดเสียง เคลื่อนที่สวนทางกัน



$\bar{v} = v - v_s$ แสดงว่า ความเร็วเสียง และ แหล่งกำเนิดเสียง เคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน

พิจารณาความเร็วเสียงกับความเร็วของผู้สังเกต จะได้

ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วเสียงกับความเร็วของผู้สังเกต ดังนี้

$$\text{คือ } \bar{v} = v \pm v_o$$

ถ้า $\bar{v} = v + v_o$ แสดงว่า ความเร็วเสียง และ ผู้สังเกต เคลื่อนที่สวนทางกัน

$\bar{v} = v - v_o$ แสดงว่า ความเร็วเสียง และ ผู้สังเกต เคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน

$$\text{จาก } v = f\lambda$$

$$\text{จะได้ } \bar{v} = f\lambda$$

จากรูป 2 พิจารณาที่แหล่งกำเนิดเสียง ได้

$$v \pm v_s = f_s \lambda_s ; \text{ เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่กับที่ } v_s = 0$$

$$\text{แทนค่า } v_s = 0 \text{ ได้ } v = f_s \lambda_s \dots\dots\dots (1)$$

จากรูป 2 พิจารณาที่ผู้สังเกต ได้

$$v \pm v_o = f_o \lambda_o$$

เมื่อ v กับ v_o เคลื่อนที่สวนทางกันจะได้ $v + v_o = f_o \lambda_o \dots\dots\dots (2)$

$$(1)/(2) \quad \frac{v}{v + v_o} = \frac{f_s \lambda_s}{f_o \lambda_o}$$

เมื่อ $\lambda_s = \lambda_o$ เพราะความยาวคลื่น อยู่ระหว่างผู้สังเกตและแหล่งกำเนิดที่เดียวกัน จึงเท่ากัน

$$\frac{v}{v + v_o} = \frac{f_s}{f_o}$$

$$f_o = \left(\frac{v + v_o}{v} \right) f_s$$

2. จากรูป 3 ผู้สังเกต (Observe) เคลื่อนที่หนี จะทำให้ผู้สังเกตได้ยินเสียงมีความถี่ต่ำลง

$$\text{จาก } v = f\lambda$$

$$\text{จะได้ } \bar{v} = f\lambda$$

จากรูป 3 พิจารณาที่แหล่งกำเนิดเสียง ได้

$$v \pm v_s = f_s \lambda_s ;$$

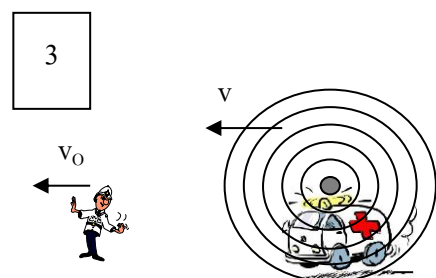
เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่กับที่ $v_s = 0$

$$\text{แทนค่า } v_s = 0 \text{ ได้ } v = f_s \lambda_s \dots\dots\dots (1)$$

จากรูป 3 พิจารณาที่ผู้สังเกต ได้

$$v \pm v_o = f_o \lambda_o$$

เมื่อ v กับ v_o เคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน จะได้ $v - v_o = f_o \lambda_o \dots\dots\dots (2)$



$$(1)/(2) \quad \frac{v}{v-v_o} = \frac{f_s \lambda_s}{f_o \lambda_o}$$

เมื่อ $\lambda_s = \lambda_o$ เพราะความยาวคลื่น อยู่ระหว่างผู้สังเกตและแหล่งกำเนิดที่เดียวกัน จึงเท่ากัน

$$\frac{v}{v-v_o} = \frac{f_s}{f_o}$$

$$f_o = \left(\frac{v-v_o}{v} \right) f_s$$

จากรูป 4 และ 5

Source (แหล่งกำเนิดเสียง) เคลื่อนที่

ผู้สังเกต (Observe) อยู่กับที่

1. จากรูป 4 Source (แหล่งกำเนิดเสียง) เคลื่อนที่ เข้าหา จะทำให้ผู้สังเกตได้ยินเสียงมีความถี่เพิ่มขึ้น

$$\text{จาก} \quad v = f \lambda$$

$$\text{จะได้} \quad \bar{v} = f \lambda$$

จากรูป 4 พิจารณาที่แหล่งกำเนิดเสียง ได้

$$v \pm v_s = f_s \lambda_s$$

เมื่อ v กับ v_o เคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน จะได้ $v - v_s = f_s \lambda_s \dots\dots\dots (1)$

จากรูป 4 พิจารณาที่ผู้สังเกต ได้

$$v \pm v_o = f_o \lambda_o ; \text{ เมื่อผู้สังเกตอยู่กับที่ } v_o = 0$$

แทนค่า $v_o = 0$ จะได้

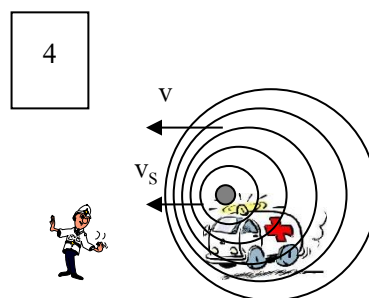
$$v = f_o \lambda_o \dots\dots\dots (2)$$

$$(1)/(2) \quad \frac{v-v_s}{v} = \frac{f_s \lambda_s}{f_o \lambda_o}$$

เมื่อ $\lambda_s = \lambda_o$ เพราะความยาวคลื่น อยู่ระหว่างผู้สังเกตและแหล่งกำเนิดที่เดียวกัน จึงเท่ากัน

$$\frac{v-v_s}{v} = \frac{f_s}{f_o}$$

$$f_o = \left(\frac{v}{v-v_s} \right) f_s$$



2. จากรูป 5 Source (แหล่งกำเนิดเสียง) เคลื่อนที่ หนี จะทำให้ผู้สังเกตได้ยินเสียงมีความถี่ต่ำลง

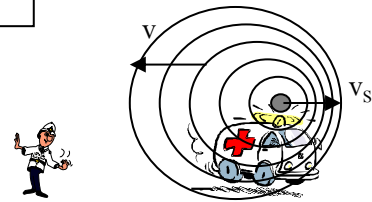
5

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad v &= f\lambda \\ \text{จะได้} \quad \bar{v} &= f\lambda \end{aligned}$$

จากรูป 5 พิจารณาที่แหล่งกำเนิดเสียง ได้

$$v \pm v_s = f_s \lambda_s$$

เมื่อ v กับ v_o เคลื่อนที่สวนกัน จะได้ $v + v_s = f_s \lambda_s \dots\dots\dots (1)$



จากรูป 4 พิจารณาที่ผู้สังเกต ได้

$$v \pm v_o = f_o \lambda_o ; \text{ เมื่อผู้สังเกตอยู่กับที่ } v_o = 0$$

แทนค่า $v_o = 0$ จะได้

$$v = f_o \lambda_o \dots\dots\dots (2)$$

$$(1)/(2) \quad \frac{v + v_s}{v} = \frac{f_s \lambda_s}{f_o \lambda_o}$$

เมื่อ $\lambda_s = \lambda_o$ เพราะความยาวคลื่น อยู่ระหว่างผู้สังเกตและแหล่งกำเนิดที่เดียวกัน จึงเท่ากัน

$$\frac{v + v_s}{v} = \frac{f_s}{f_o}$$

$$f_o = \left(\frac{v}{v + v_s} \right) f_s$$

ดังนั้นเราสามารถสรุป สูตร ของปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ เมื่อ ตัวกลางอยู่นิ่ง (อากาศ) ได้ดังนี้

จากรูป 6 สรุปสูตรได้ดังนี้

6

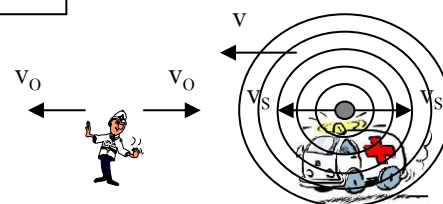
$$f_o = \left(\frac{v \pm v_o}{v \pm v_s} \right) f_s$$

ผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้า แทน v_o ด้วย (+)

ผู้สังเกตเคลื่อนที่หนี แทน v_o ด้วย (-)

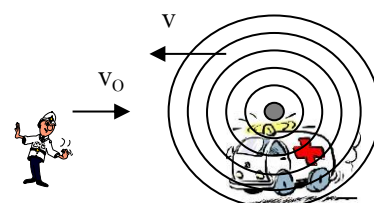
Source (แหล่งกำเนิด) เคลื่อนที่เข้า แทน v_s ด้วย (-)

Source (แหล่งกำเนิด) เคลื่อนที่หนี แทน v_s ด้วย (+)



ตัวอย่าง ชายคนหนึ่งวิ่งเข้าหาแหล่งกำเนิดเสียงด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ถ้าเสียงนั้นถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเสียงที่หยุดนิ่ง และมีความถี่ 480 Hz ขณะนั้นความเร็วเสียงในอากาศ 300 Hz ชายผู้นั้นจะได้ยินเสียงความถี่เท่าใด

วิธีทำ จาก $f_o = \left(\frac{v \pm v_o}{v \pm v_s} \right) f_s$



เมื่อ

$$v = \text{ความเร็วเสียงในอากาศ} = 300 \text{ m/s}$$

$$v_o = \text{ความเร็วของผู้สังเกต} = 10 \text{ m/s} \quad \text{เคลื่อนที่เข้าหา (+)}$$

$$v_s = \text{ความเร็วของแหล่งกำเนิด} = 0 \text{ m/s}$$

$$f_o = \text{ความถี่ที่ผู้สังเกตได้ยิน} = ?$$

$$f_s = \text{ความถี่เสียงของแหล่งกำเนิด} = 480 \text{ Hz}$$

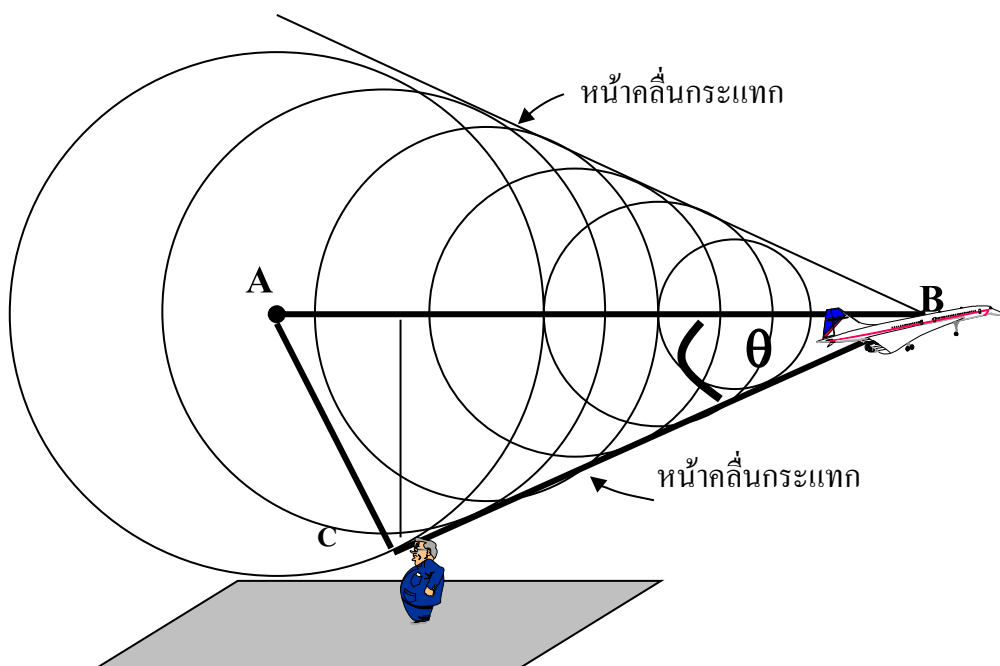
$$\text{จะได้} \quad f_o = \left(\frac{v + v_o}{v} \right) f_s$$

$$\text{แทนค่า} \quad f_o = \left(\frac{300 + 10}{300} \right) 480 = 496 \text{ Hz}$$

ตอบ ชายผู้นั้นจะได้ยินเสียงความถี่เท่ากับ 496 เฮิรตซ์

คลื่นกระแทก (Shock Wave)

คือ ปรากฏการณ์ที่ผู้สังเกตที่หยุดนิ่งได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง (Source) มีความเร็วมากกว่าความเร็วของเสียง แสดงลักษณะของคลื่นได้ดังรูป



จากรูป แหล่งกำเนิดเสียง (Source) เคลื่อนจาก A $\rightarrow$ B ใช้เวลา t คลื่นเสียง เคลื่อนจาก A $\rightarrow$ C ใช้เวลา t อันเดียวกัน

$$\text{จะได้} \quad \sin \theta = \frac{AC}{AB} = \frac{AC/t}{AB/t} = \frac{v}{v_s}$$

$$\sin \theta = \frac{v}{v_s}$$

เมื่อ v = ความเร็วคลื่นเสียง , v_s = ความเร็วของแหล่งกำเนิด , θ = ครึ่งหนึ่งของมุมที่ปลายกรวย

Mach number คือเลขที่ให้ทราบความเร็วของแหล่งกำเนิดเสียงเป็นกี่เท่าของความเร็วคลื่นเสียง
หาค่า Mach number ได้จาก อัตราส่วนระหว่าง อัตราเร็วของแหล่งกำเนิดกับอัตราเร็วเสียง

$$\text{Mach number} = \frac{v_s}{v} = \frac{1}{\sin \theta}$$

ตัวอย่าง เครื่องบิน มีความเร็ว 2.5 มัค จะมีอัตราเร็วเท่ากับเท่าไร ถ้าอัตราเร็วเสียงเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที

วิธีทำ

$$\text{Mach number} = \frac{v_s}{v}$$

$$\text{แทนค่า } 1.25 = \frac{v_s}{340}$$

$$v_s = (2.5)(340)$$

$$= 850 \text{ เมตรต่อวินาที}$$

ตอบ เครื่องบิน มีความเร็ว 1.25 มัค จะมีอัตราเร็วเท่ากับ 850 เมตรต่อวินาที

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 13	แบบฝึกทักษะ 13	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 13
รหัสวิชา ว 40203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 13
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	คะแนน 5 คะแนน	เวลา 20 นาที
เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง		

ชื่อ..... ชั้น ม. 5 / เลขที่.....

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูก และกาเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

-1. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ผู้ฟังเสียงจะได้ยินเสียงที่มีความเข้มเสียงต่างไปจากเดิม
-2. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ แหล่งกำเนิดเสียงจะให้เสียงที่มีระดับเสียงเท่าเดิม
-3. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ผู้ฟังเสียงจะได้ยินเสียงที่มีระดับเสียงต่างไปจากเดิม
-4. แหล่งกำเนิดเสียง ส่งเสียงความถี่และกำลังเสียงคงที่ ขณะเราวิ่งออกจากแหล่งกำเนิด จะเกิดปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

- ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วเขียน O ล้อมรอบข้อนั้น

- 330

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 13	เฉลยแบบฝึกทักษะ 13	ผลการเรียนที่คาดหวังที่ 13
รหัสวิชา ว 30203		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 13
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		คะแนน 5 คะแนน เวลา 20 นาที
เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก และการประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง		

ตอนที่ 1	
ข้อ	คำตอบ
1	X
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/
7	/
8	/
9	/
10	/

ตอนที่ 2	
ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ข
3	ค
4	ก
