

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์

รายวิชา ฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว32202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดที่ 1

การเคลื่อนที่

และการสะท้อนของแสง

นางสุกัญญา อุปจักร์

โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดนี้ ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 5 พลังงาน และ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง และมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียน สามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและศึกษาต่อในระดับสูง มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และยังมีการส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้โดยนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาและประเมินผลการเรียนได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ รวมทั้งนักเรียนจะได้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาซึ่งจะนำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นต่อไป

การจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้มีการจัดทำ ปรับปรุง และพัฒนาขึ้นทั้งหมด 9 ชุด เวลาที่ใช้รวม 26 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

ชุดที่ 1	การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 2	ภาพจากกระจกเงาราบและกระจกเงาโค้ง	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 3	การหักเหของแสงและการสะท้อนกลับหมด	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 4	ความลึกจริง ความลึกปรากฏ	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 5	เลนส์บาง	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 6	ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 7	ทัศนอุปกรณ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 8	ความสว่างและการถนอมสายตา	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 9	ตาและการมองเห็นสี	จำนวน 4 ชั่วโมง

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี และจักก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนอย่างสูงสุด

ศุภัญญา อุปจักร์

สารบัญ

หน้า

คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน.....	ค
ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน.....	1
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหาที่สำคัญ.....	2
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	4
กระดาษคำตอบก่อนเรียน.....	6
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง.....	7
ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม(Elicitation Phase).....	8
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement Phase).....	9
ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration Phase).....	10
ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย(Explanation Phase).....	12
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้(Elaboration Phase).....	13
ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล(Evaluation).....	25
ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้(Extension Phase).....	33
แบบทดสอบหลังเรียน.....	34
กระดาษคำตอบหลังเรียน	36
แนวทางการกำหนดเกณฑ์การประเมินชิ้นงานหรือภาระงาน.....	37
เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์/จิตวิทยาศาสตร์.....	39
เกณฑ์การประเมินสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน.....	40
เกณฑ์การประเมินทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21.....	41
บรรณานุกรม.....	42

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง** อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านี้อย่างเคร่งครัด

1. นักเรียนร่วมกิจกรรมแบบกลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มๆ ละ 4-5 คน โดยละความสามารถ
2. ก่อนเรียนรู้ นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ ในเวลา 15 นาที
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาคำชี้แจงกิจกรรมต่าง ๆ ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง** อย่างละเอียด ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ซึ่งการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ประกอบด้วย
 - ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม(Elicitation Phase)
 - ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement Phase)
 - ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration Phase)
 - ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย(Explanation Phase)
 - ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้(Elaboration Phase)
 - ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล(Evaluation)
 - ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้(Extension Phase)
4. นักเรียนควรร่วมแสดงความคิดเห็น ถาม ตอบ กับสมาชิกในกลุ่ม หรือ ครูผู้สอนตามศักยภาพของนักเรียนและควรยอมรับความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม
5. เมื่อเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง** ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ ในเวลา 15 นาที เพื่อประเมินผลพัฒนาการเรียนรู้

ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
สำหรับนักเรียน

ให้นักเรียนปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

ศึกษาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และขอบข่ายเนื้อหาที่สำคัญ

ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับทุกขั้นตอน

ผ่านเกณฑ์ 80%

ทำแบบทดสอบหลังเรียน

ไม่ผ่านเกณฑ์ 80%

ศึกษาชุดกิจกรรมชุดที่ 2 ต่อไป



สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหาที่สำคัญของ

ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 :

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 :

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ แสงจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 299 792 458 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 3.00×10^8 เมตรต่อวินาที ในการศึกษาเกี่ยวกับแสง กำหนดให้เส้นตรงที่ตั้งฉากกับหน้าคลื่น มีลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง เรียกว่า รังสีของแสง หรือเรียกสั้น ๆ ว่า รังสี

เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุจะเกิดการสะท้อนของแสง (reflection) โดยเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกันเสมอ
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้

1. การเคลื่อนที่ อัตราเร็วของแสง และการสะท้อนของแสง

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. การทดลองการเคลื่อนที่ของแสง
2. การเขียนภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง หน้าคลื่นตกกระทบ หน้าคลื่นสะท้อน และรังสีของแสง
3. การคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของแสง ระยะทาง และเวลา

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองในกระบวนการกลุ่ม

ผลการเรียนรู้

อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ อัตราเร็วของแสง และการสะท้อนของแสง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายได้ว่าแสงเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยอัตราเร็วที่สูงมาก
2. การทดลองการเคลื่อนที่ของแสง
3. การเขียนภาพระบัพทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง หน้าคลื่นตกกระทบ หน้าคลื่นสะท้อน และรังสีของแสงได้
4. การคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของแสง ระยะทาง และเวลาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
5. อธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุต่าง ๆ และสรุปเป็นกฎการสะท้อนของแสงได้
6. รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองในกระบวนการกลุ่ม



แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

1. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดใด

ก. คลื่นกล

ข. คลื่นดล

ค. คลื่นตามยาว

ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2. ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงข้อใดถูกต้อง

ก. ทิศการเคลื่อนที่ที่ไม่แน่นอน

ข. ทิศการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง

ค. ทิศการเคลื่อนที่เป็นแนวตรง

ง. เป็นไปได้ทุกข้อ

3. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับหน้าคลื่น มีลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง เรียกว่า

ก. รังสีของแสง

ข. ลูกศรของแสง

ค. ทิศทางของแสง

ง. ทางเดินของแสง

4. ข้อใดถูกต้อง

1. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดเดียวกับไมโครเวฟ

2. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดเดียวกับอัลตราไวโอเล็ต

3. อัตราเร็วแสงในตัวกลางชนิดต่าง ๆ จะมีค่าที่ไม่เท่ากัน

4. อัตราเร็วแสงในตัวกลางชนิดต่าง ๆ จะมีค่ามากกว่าอัตราเร็วแสงในสุญญากาศ

ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 4

ค. 1 , 2 และ 3

ง. 1 , 2 , 3 และ 4

5. ข้อใดถูกต้อง

1. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง

2. แสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงกว่าเสียง

3. ระยะทาง 1 ปีแสง เท่ากับ 9.5×10^{15} เมตร

4. แสงเดินทางในสุญญากาศด้วยอัตราเร็ว 3×10^8 เมตร/วินาที

ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 4

ค. 1 , 2 และ 3

ง. 1 , 2 , 3 และ 4

6. ดาวฤกษ์ดวงหนึ่งอยู่ไกลจากโลก 2.5 ปีแสง ถ้ายานอวกาศใช้อัตราเร็ว 30 กิโลเมตรต่อวินาที จะใช้เวลาเดินทางจากโลกถึงดาวฤกษ์ดวงนี้ในเวลากี่ปี

ก. 2.5×10^4 ปี

ข. 2.5×10^5 ปี

ค. 3.5×10^4 ปี

ง. 3.5×10^5 ปี

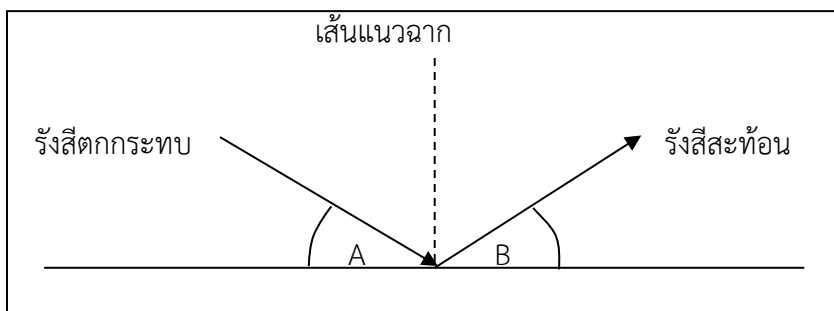
7. ถ้ารัศมีของวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ มีค่า 1.47×10^{11} เมตร แสงจากดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่มาถึงโลกต้องใช้เวลาเท่าใด

- ก. 330 วินาที ข. 390 วินาที ค. 430 วินาที ง. 490 วินาที

8. ตัวกลางชนิดใดแสงไม่สามารถผ่านได้

- ก. สุญญากาศ ข. กระจกเงา ค. น้ำทะเล ง. กระจกฝ้า

9.



จากรูปแสดงรังสีของแสง ถ้ามุม B มีขนาด 40 องศา มุมตกกระทบจะมีขนาดเท่าไร

- ก. 40 องศา ข. 50 องศา ค. 60 องศา ง. 90 องศา

10. แสงมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตในการดำรงชีวิต ข้อใดมีประโยชน์น้อยที่สุด

- ก. แสงทำให้เกิดรู้
ข. แสงใช้ในกระบวนการสังเคราะห์อาหารของพืช
ค. ช่วยให้โลกมีอุณหภูมิเหมาะสมกับการดำรงชีวิต
ง. ช่วยให้นักดาราศาสตร์สังเกตลักษณะของดาวฤกษ์ได้

เพื่อน ๆ ไม่ต้องกังวลกันนะ ขอให้ใช้ความรู้เดิมในการตอบ
เพราะคะแนนก่อนเรียนเป็นเพียงการตรวจสอบความรู้เดิมนั่นแหละ



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

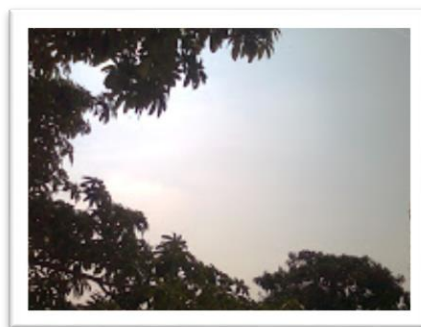
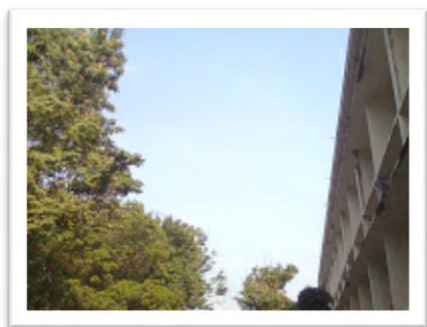
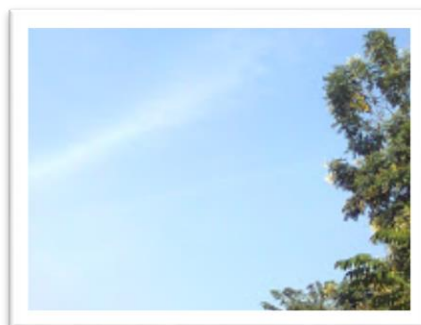
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปคะแนนสอบก่อนเรียน

คิดเป็นร้อยละ.....ของคะแนนเต็ม



“แสง” คืออะไร?



รูป 1.1 แสดงภาพถ่ายท้องฟ้า

ที่มา : <http://work-phy.blogspot.com/2010/11/blog-post.html>

สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2559

มนุษย์มีความคุ้นเคยกับแสงเป็นอย่างดี เพราะแสงเป็นส่วนที่สำคัญที่ทำให้เกิดการมองเห็น เช่นในคืนเดือนมืด ถ้าไม่มีแหล่งกำเนิดแสงใดเลย เราจะมองไม่เห็นสิ่งใด ต้องรอจนถึงเช้าตรู่จึงจะเริ่มมองเห็นวัตถุต่าง ๆ ลาง ๆ และจะเห็นชัดเจนขึ้น เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นสูงจากขอบฟ้ามากขึ้น แสดงว่าแสงจากดวงอาทิตย์ช่วยให้เรามองเห็นวัตถุได้ ถึงแม้ว่าเราจะคุ้นเคยกับแสงมาตั้งแต่เกิด แต่ก็ยังเป็นที่น่าสงสัยว่าธรรมชาติของแสงเป็นอย่างไร ?

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

ในชีวิตประจำวันเราได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงหลายชนิด เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ เทียนไข ตะเกียง แต่แสงส่วนใหญ่เป็นแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์รู้จักกันเป็นเวลานานมาก และรู้ว่าแสงจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่สวยงามบนท้องฟ้า เช่น รุ้ง ดวงอาทิตย์ทรงกลด สีของท้องฟ้าในยามเช้าและยามเย็น หรือปรากฏการณ์ภาพลวงตา ที่เรียกว่า มิราจ เป็นต้น

จากความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับแสง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. พลังงานแสงคืออะไร

ตอบ.....

2. คิดว่าเหตุใดที่ทำให้เรามองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้

ตอบ.....

3. แสงเป็นพลังงานคลื่นชนิดหนึ่งหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

4. ถ้าไม่มีตัวกลาง แสงจะสามารถเคลื่อนที่ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

5. แสงมีการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าไร

ตอบ.....

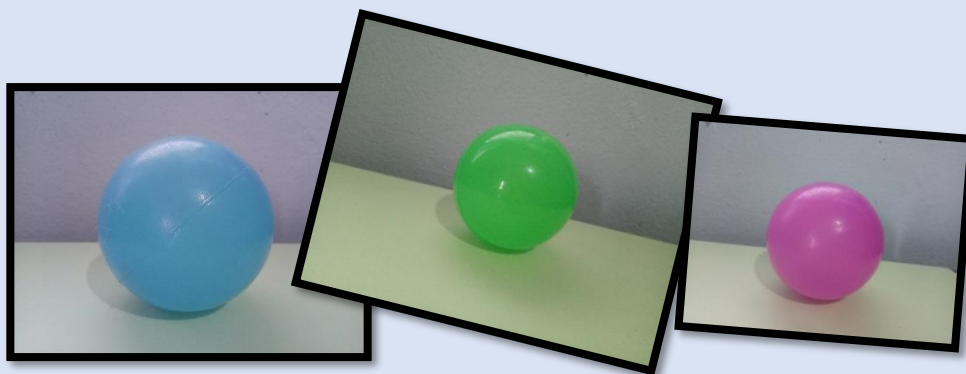


ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement Phase)

กิจกรรมที่ 1.1 ลูกบอล 3 ลูก

คำชี้แจง

ให้นักเรียนสังเกต และอภิปรายเกี่ยวกับ ลูกบอล 3 ลูกที่มีลักษณะที่ต่างกัน ดังรูป 1.1 ร่วมกัน และตอบคำถามต่อไปนี้



รูป 1.2 ลูกบอล 3 ลูก ที่มีสีแตกต่างกัน

1. ลูกบอลทั้งสามลูกมีลักษณะ ขนาด และสีเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

2. ถ้าหากนำลูกบอลทั้งสามไปวางไว้ในห้องมืดนักเรียนจะสามารถบอกลักษณะ ขนาด และสีของลูกบอลทั้งสามลูกได้หรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

3. ดังนั้นนักเรียนสามารถระบุสาเหตุที่ทำให้มองเห็นลักษณะ ขนาด และสีของลูกบอลทั้งสามลูกได้ คือ

ตอบ.....

4. นักเรียนจะบอกตัวอย่างปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสงที่นักเรียนรู้จักอะไรได้บ้าง

ตอบ.....

5. นักเรียนจะมีคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสงอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration Phase)

กิจกรรมที่ 1.2 การเคลื่อนที่ของแสง

คำชี้แจง นักเรียนทำการทดลองและศึกษาค้นคว้ากิจกรรมที่ 2 การเคลื่อนที่ของแสง ดังต่อไปนี้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของแสง

วัสดุและอุปกรณ์การทำกิจกรรม

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ไฟฉาย	1 กระบอก
2. แผ่นกระดาษเจาะรู	2 แผ่น
3. ฉาก	1 แผ่น

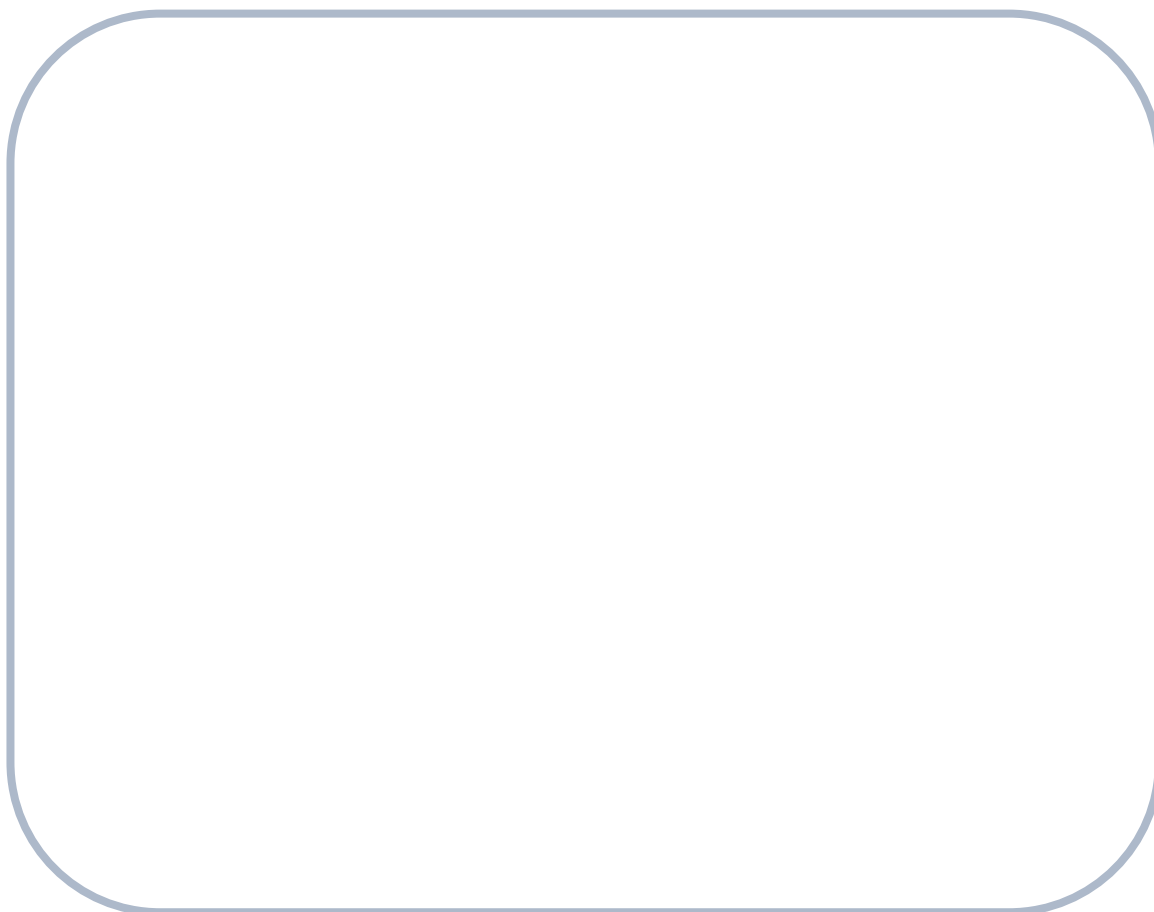
วิธีทำกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

วิเคราะห์ผลการทำกิจกรรม



อภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม



ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย(Explanation Phase)

คำชี้แจง จากการศึกษาและทดลองในขั้นสำรวจและค้นคว้ากิจกรรมที่ 1.2 การเคลื่อนที่ของแสง ให้นักเรียนวิเคราะห์การทำกิจกรรม แล้วนำเสนอเพื่ออธิบายถึงประเด็นต่อไปนี้

1. แสงจากหลอดไฟฉายที่นักเรียนสังเกตมีลักษณะการส่องสว่างอย่างไร

ตอบ.....
.....

2. ถ้าเอาแผ่นกระดาษทึบแสงมาวางไว้หน้าไฟฉาย นักเรียนจะสังเกตเห็นแสงจากไฟฉายหรือไม่อย่างไร

ตอบ.....
.....

3. เมื่อฉายแสงผ่านแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่น โดยวางให้รูไม่ตรงกัน จะมองเห็นแสงปรากฏที่ฉากหรือไม่อย่างไร

ตอบ.....
.....

4. เมื่อฉายแสงผ่านแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่น โดยวางให้รูตรงกัน จะมองเห็นแสงปรากฏที่ฉากหรือไม่อย่างไร

ตอบ.....
.....

5. สรุปผลการทำกิจกรรมที่ 1.2 การเคลื่อนที่ของแสง ได้ว่าอย่างไร

ตอบ.....
.....



ขั้นที่ 5 ขยายความรู้(Elaboration Phase)

คำชี้แจง ให้นักเรียนร่วมอภิปรายศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง แล้วนำเสนอผลการศึกษา



1. การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง

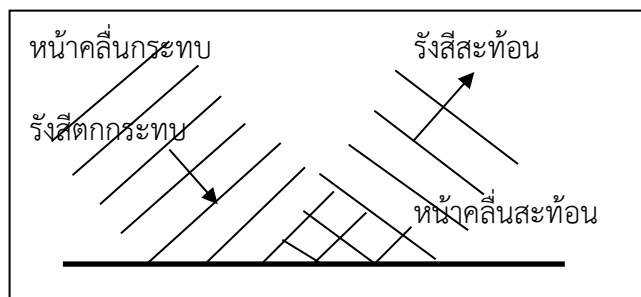
มนุษย์มีความคุ้นเคยกับแสงเป็นอย่างดี แสงเป็นส่วนที่สำคัญที่ทำให้เกิดการมองเห็นเช่น ในคืนเดือนมืดถ้าไม่มีแหล่งกำเนิดแสงใดเลย เราจะมองไม่เห็นสิ่งใดต้องรอจนถึงเช้าตรู่ จึงจะเริ่มเห็นวัตถุต่าง ๆ ลาง ๆ และจะเห็นชัดเจนขึ้น เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นสูงจากขอบฟ้ามากขึ้น แสดงว่าแสงจากดวงอาทิตย์ช่วยให้เรามองเห็นวัตถุได้ถึงแม้ว่าเราจะคุ้นเคยกับแสงมาตั้งแต่เกิด แต่ก็ยังเป็นที่น่าสนใจว่าธรรมชาติของแสงเป็นอย่างไร และจะนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสงต่อไป

การศึกษาแสงที่ตามองเห็นในบทเรียนนี้ เป็นการศึกษาแสงที่มีสมบัติความเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นเดียวกับไมโครเวฟ อัลตราไวโอเลต ฯลฯ ในสุญญากาศคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งรวมทั้งแสงจะเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยอัตราเร็วเท่ากัน คือ 299 792 458 เมตรต่อวินาที อย่างไรก็ตาม ในการคำนวณที่ไม่ต้องการความแม่นยำสูงมาก อาจใช้อัตราเร็วของแสงเป็น 3×10^8 เมตร/วินาที และนิยมเรียกระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ได้ในสุญญากาศในเวลา 1 ปี ว่า 1 ปีแสง ซึ่งมีค่าประมาณ 9.5×10^{15} เมตร สำหรับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางต่าง ๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน และทุกอัตราเร็วจะมีค่าน้อยกว่าอัตราเร็วแสงในสุญญากาศซึ่งมีค่ามากที่สุดเพราะเป็นที่ว่าง ดังนั้นถ้าแสงเคลื่อนที่แบบคลื่น ก็เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางเรียกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

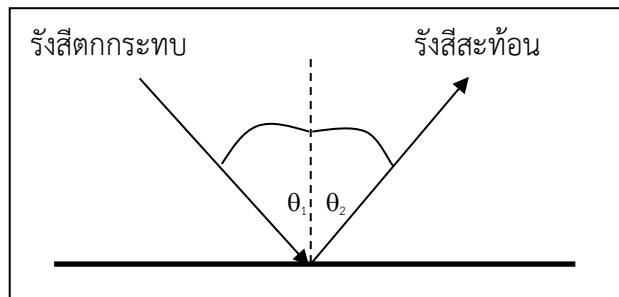
จากการศึกษาคลื่นกลได้กำหนดให้แนวสั่นคลื่น แนวท้องคลื่นหรือตำแหน่งบนคลื่นจากแหล่งเดียวกันที่มีเฟสตรงกัน เรียกว่า หน้าคลื่น ในเรื่องแสงกำหนดให้เส้นตรงที่ตั้งฉากกับหน้าคลื่น มีลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง เรียกว่า **รังสีของแสง** (light ray) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า **รังสี**

กรณีรังสีแสงไปตกกระทบผิววัตถุแสดงทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบ เรียกว่า **รังสีตกกระทบ**

กรณีรังสีแสงสะท้อนออกจากผิววัตถุแสดงทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นสะท้อน เรียกว่า **รังสีสะท้อน**



ก. ทิศทางการเคลื่อนที่และหน้าคลื่น



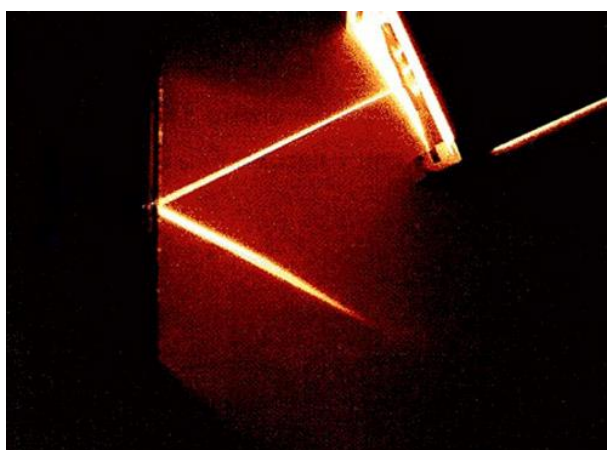
ข. รังสีตกกระทบและรังสีสะท้อน

รูป 1.3 รังสีของแสง

การศึกษาสมบัติของแสง การออกแบบทัศนอุปกรณ์ และการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับแสงโดยใช้รังสีของแสงและความรู้ทางด้านเรขาคณิต ทำให้เกิดวิชาทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต (geometrical optics) ซึ่งเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของฟิสิกส์

2. การสะท้อนของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ เช่น น้ำ อากาศ แท่งพลาสติกใส หรือสุญญากาศ แสงจะเคลื่อนที่เป็นแนวตรง อย่างไรก็ตาม ถ้าแสงเคลื่อนที่ไปกระทบวัตถุต่างชนิดกันและเป็นวัตถุทึบแสงที่มีผิวขรุขระ แสงจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งบนผิวที่แสงกระทบและเคลื่อนที่กลับทิศในตัวกลางเดิม เรียกการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงนี้ว่า การสะท้อน(reflection)

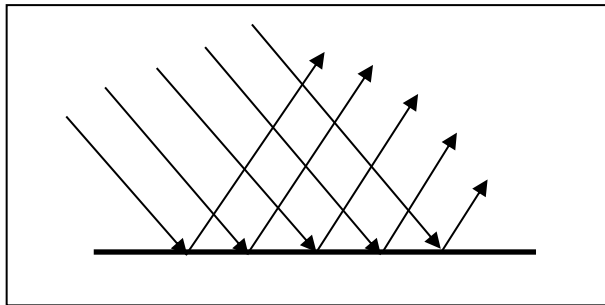


รูป 1.4 แสงสะท้อนที่ผิวของวัตถุ

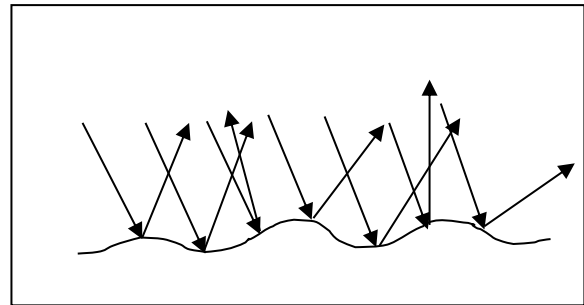
ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/library/contest2552/type2/science04/01/page6.html>

สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2559

ตามปกติเมื่อแสงตกกระทบวัตถุใด วัตถุส่วนมากจะดูดกลืนแสงไว้ส่วนหนึ่ง และแสงส่วนที่เหลือจะสะท้อนที่ผิววัตถุ สำหรับวัตถุที่เป็นกระจกเงา แสงจะสะท้อนเกือบทั้งหมด



ก. วัตถุระนาบที่มีผิวเรียบเป็นมัน

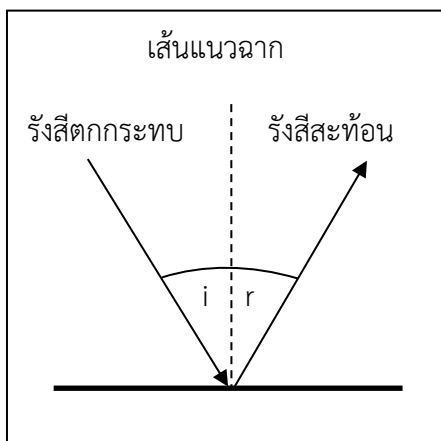


ข. วัตถุที่มีผิวขรุขระ

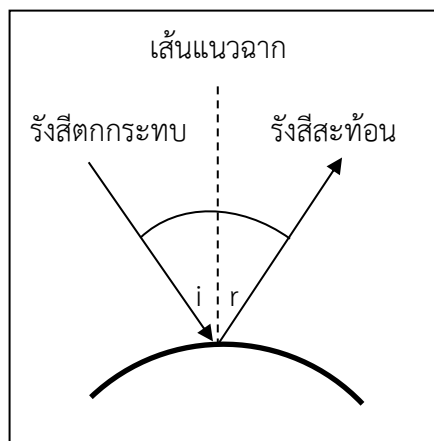
รูป 1.5 ลักษณะการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุ

โดยทั่วไป ลักษณะการสะท้อนของแสงขึ้นกับลักษณะผิวของวัตถุ สำหรับวัตถุระนาบที่มีผิวเรียบเป็นมัน เช่น กระจกเงา ผิวน้ำนิ่งในสระ เมื่อมีรังสีขนานตกกระทบพื้นผิว รังสีสะท้อนทุกรังสีจะไปทิศทางเดียวกัน ดังรูป 1.4 ก แต่สำหรับวัตถุที่มีผิวขรุขระ เช่น ผ้า กระดาษ แผ่นไม้ที่ไม่ได้ขัด รังสีสะท้อนจะมีทิศทางต่าง ๆ กัน ดังรูป 1.4 ข

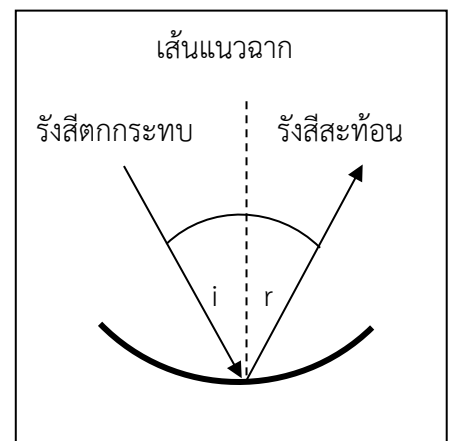
ถ้าให้รังสีของแสงตกกระทบที่ผิวราบ ผิวโค้งนูนและผิวโค้งเว้า ดังรูป 1.5 การสะท้อนของแสงที่แต่ละผิวให้ผลเช่นเดียวกัน คือ รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นแนวฉากจะอยู่บนระนาบเดียวกัน นอกจากนี้มุมตกกระทบ i และมุมสะท้อน r ในแต่ละกรณีก็มีค่าเท่ากัน



ก. ผิวราบ



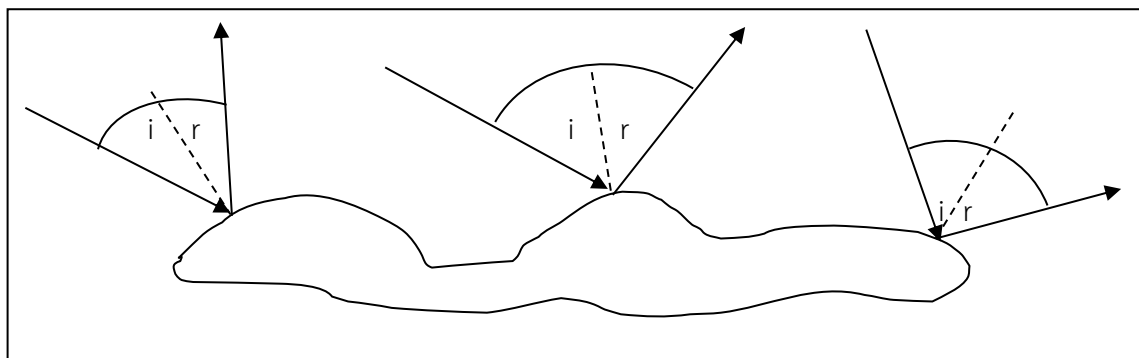
ข. ผิวโค้งนูน



ค. ผิวโค้งเว้า

รูป 1.6 การสะท้อนของแสงที่ผิวเรียบแบบต่าง ๆ

ผิวราบและผิวโค้งที่กล่าวมาแล้วถือว่าเป็นผิวเรียบ ถ้าวัตถุมีผิวขรุขระ การสะท้อนของแสงจะเป็นอย่างไร เมื่อพิจารณาบริเวณเล็ก ๆ ของผิวขรุขระ ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นผิวเรียบ เพราะผิวขรุขระประกอบด้วยผิวเรียบจำนวนมากโดยที่ผิวเรียบเหล่านั้นวางตัวทำมุมต่าง ๆ กัน ดังนั้นถ้าให้แสงตกกระทบบัววัตถุที่มีผิวขรุขระ มุมตกกระทบบัวผิวเรียบเล็ก ๆ เหล่านั้นจะมีค่าต่าง ๆ กัน ถึงกระนั้นมุมตกกระทบบัวก็จะเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบบัวเสมอ ดังนั้นแสงที่สะท้อนออกมาจึงมีทิศทางต่าง ๆ กัน ดังรูป 1.6



รูป 1.7 การสะท้อนของแสงที่ผิวขรุขระ

จึงสรุปเป็น กฎการสะท้อนของแสง (Laws of reflection) ที่ผิววัตถุใด ๆ ได้ดังนี้

1. ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบบัว รังสีตกกระทบบัว รังสีสะท้อนและเส้นแนวฉากอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบบัวเท่ากับมุมสะท้อน

ความรู้เพิ่มเติม

ประวัติการวัดอัตราเร็วแสง

กาลิเลโอ ได้พยายามวัดอัตราเร็วแสงโดยขึ้นไปยืนบนยอดเขาคนละยอดกับผู้ช่วยของเขา หลังจากนั้นก็ส่องไฟไปยังผู้ช่วย เมื่อผู้ช่วยมองเห็นแสงไฟก็จะส่องไฟกลับมากหากาลิเลโอทันที แต่พบว่าไม่สามารถจับเวลาในขณะที่ส่องไฟได้ตอบกันได้ จึงสรุปว่า อัตราเร็วของแสงมีค่าสูงมาก

โรเมอร์ ได้สังเกตการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ดวงหนึ่งของดาวพฤหัสบดีอย่างละเอียด โดยใช้วิธีสังเกตจากจันทรุปราคา แล้วนำข้อมูลไปหาอัตราเร็วของแสง พบว่า มีค่า 2.2×10^8 เมตรต่อวินาที

ฟิโซ ทำการหาอัตราเร็วแสง โดยให้แสงเคลื่อนที่ในระยะทางที่สั้นกว่าเมื่อเทียบกับวิธีของโรเมอร์ การจับเวลาที่แสงเคลื่อนที่นั้นอาศัยการหมุนของชุดฟันเฟืองที่ประดิษฐ์ขึ้น พบว่าอัตราเร็วแสงมีค่าประมาณ 3.14×10^8 เมตรต่อวินาที

องค์การมาตรฐานแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Bureau of Standards) ได้ทำการทดลองวัดอัตราเร็วของแสงโดยใช้เลเซอร์และได้ผลว่า อัตราเร็วแสงมีค่าเท่ากับ 299 792 458 เมตรต่อวินาที

3. การคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง

การคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา



ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (Understanding the Problem)

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)
- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น
- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan)

- 4) เลือกสมการ ที่สัมพันธ์กับสิ่งที่สถานการณ์ให้มา หรือกำหนดเขียนออกมาในรูปของ สัญลักษณ์ของค่า นั้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา (Carrying Out the Plan)

- 5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาโดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ (Looking Back)

- 6) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตัวอย่างที่ 1

กำหนดความเร็วแสงในสุญญากาศมีค่าเท่ากับ 3×10^8 เมตร/วินาที ดังนั้นในเวลา 1 นาที แสงจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางกี่เมตร

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา(Understanding the Problem)

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)
- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความเร็วแสงในสุญญากาศ	$v = 3 \times 10^8$ เมตร/วินาที
เวลา	$t = 1$ นาที = 60 วินาที

- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ระยะทาง (s) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา(Devising a Plan)

- 4) เลือกสมการ จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

ดังนั้น $s = vt$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา(Carrying Out the Plan)

- 5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

หาระยะทาง (s) = ?

จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

ดังนั้น $s = vt$

แทนค่า $s = (3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที})(60 \text{ วินาที})$

ดังนั้นจะได้ $s = 1.8 \times 10^{10}$ เมตร



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(Looking Back)

6) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตรวจคำตอบ จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

เมื่อ $s = 1.8 \times 10^{10}$ เมตร

จะได้ 3×10^8 เมตร/วินาที = $\frac{1.8 \times 10^{10} \text{ เมตร}}{60 \text{ วินาที}}$

ดังนั้น 3×10^8 เมตร/วินาที = 3×10^8 เมตร/วินาที

ตอบ ในเวลา 1 นาที แสงจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 1.8×10^{10} เมตร

ตัวอย่างที่ 2

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีอัตราเร็ว 3×10^8 เมตร/วินาที ในสุญญากาศ ถ้าส่งสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังดาวเทียมซึ่งอยู่สูง 600 กิโลเมตร จากผิวโลก จงหาว่าหลังจากส่งสัญญาณไปแล้วนานกี่มิลิวินาทีจึงจะได้สัญญาณที่สะท้อนกลับมาจากดาวเทียม

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา(Understanding the Problem)

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)
- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความเร็วแสงในสุญญากาศ	$v = 3 \times 10^8$ เมตร/วินาที
ดาวเทียมสูงจากผิวโลก	$s = 600$ กิโลเมตร = 6×10^5 เมตร

- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

เวลา (t) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา(Devising a Plan)

4) เลือกสมการ จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

ดังนั้น $t = \frac{s}{v}$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา(Carrying Out the Plan)

5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

หาเวลา (t) = ?

จากสมการ

$$v = \frac{s}{t}$$

ดังนั้น

$$t = \frac{s}{v}$$

แทนค่า

$$t = \frac{(6 \times 10^5 \text{ เมตร})(2)}{3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที}}$$

จะได้

$$t = 4 \times 10^{-3} \text{ วินาที}$$

ดังนั้น

$$t = 4 \text{ มิลลิวินาที}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(Looking Back)

7) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตรวจคำตอบ จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

เมื่อ

$$t = 4 \times 10^{-3} \text{ วินาที}$$

$$\text{จะได้ } 3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที} = \frac{(6 \times 10^5 \text{ เมตร})(2)}{4 \times 10^{-3} \text{ วินาที}}$$

$$\text{ดังนั้น } 3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที} = 3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที}$$

ตอบ หลังส่งสัญญาณไปแล้ว 4 มิลลิวินาที จะได้รับสัญญาณสะท้อนจากดาวเทียม

YEAH!!!



ตัวอย่างที่ 3

ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากดาวเคราะห์ดวงหนึ่งเป็นระยะทาง 1.5×10^{11} เมตร แสงจากดวงอาทิตย์จะต้องใช้เวลานานเท่าใด จึงจะเดินทางถึงดาวเคราะห์นั้น

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา(Understanding the Problem)

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)
- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความเร็วแสงในสุญญากาศ	$v = 3 \times 10^8$ เมตร/วินาที
ดาวเคราะห์ห่างจากดวงอาทิตย์	$s = 1.5 \times 10^{11}$ เมตร

- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา(Devising a Plan)

4) เลือกสมการ จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

ดังนั้น $t = \frac{s}{v}$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา(Carrying Out the Plan)

- 5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

หาเวลา(t)=?

จากสมการ

$$v = \frac{s}{t}$$

ดังนั้น

$$t = \frac{s}{v}$$

แทนค่า

$$t = \frac{1.5 \times 10^{11} \text{ เมตร}}{3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที}}$$

จะได้

$$t = 5 \times 10^2 \text{ วินาที}$$

ดังนั้น

$$t = 500 \text{ วินาที}$$



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(Looking Back)

6) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตรวจสอบคำตอบ จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

เมื่อ $t = 5 \times 10^2$ วินาที

จะได้ 3×10^8 เมตร/วินาที = $\frac{1.5 \times 10^{11} \text{ เมตร}}{5 \times 10^2 \text{ วินาที}}$

ดังนั้น 3×10^8 เมตร/วินาที = 3×10^8 เมตร/วินาที

ตอบ แสงจากดวงอาทิตย์จะต้องใช้เวลา 500 วินาที

ตัวอย่าง 4

พรอกซิมา เซ็นทอรี เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุด คือ อยู่ห่างจากโลก 4.3 ปีแสง ถ้า ยานอวกาศเดินทางไปยังดาวฤกษ์ดวงนี้ด้วยอัตราเร็ว 30 กิโลเมตรต่อวินาที ยานอวกาศนั้น จะต้องใช้เวลาเดินทางกี่ปี

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา(Understanding the Problem)

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)
- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
อัตราเร็วแสงของยานอวกาศ	$v = 30 \text{ km/s} = 3 \times 10^4 \text{ m/s}$
ดาวพรอกซิมา เซ็นทอรี ห่างจากดวงอาทิตย์	$s = 4.3 \text{ ly} = 4.3 \times 9.5 \times 10^{15} \text{ เมตร}$

- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น
เวลา (t) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา(Devising a Plan)

4) เลือกสมการ จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

ดังนั้น $t = \frac{s}{v}$



ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา(Carrying Out the Plan)

5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

หาเวลา (t) = ?

จากสมการ

$$v = \frac{s}{t}$$

ดังนั้น

$$t = \frac{s}{v}$$

แทนค่า

$$t = \frac{4.3 \times 9.5 \times 10^{15} \text{ เมตร}}{3 \times 10^4 \text{ เมตร/วินาที}}$$

จะได้

$$t = \frac{4.3 \times 9.5 \times 10^{11}}{3} \text{ วินาที}$$

เนื่องจาก 1 ปี จะมีเวลาทั้งหมด = $365 \times 24 \times 60 \times 60$ วินาที)

ดังนั้น

$$= \frac{4.3 \times 9.5 \times 10^{11}}{3 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

ดังนั้น

$$t = 4.3 \times 10^4 \text{ ปี}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(Looking Back)

6) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตรวจสอบคำตอบ จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

เมื่อ

$$t = 4.3 \times 10^4 \text{ ปี} = 4.3 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ วินาที}$$

$$\text{จะได้ } 3 \times 10^4 \text{ เมตร/วินาที} = \frac{4.3 \times 9.5 \times 10^{15} \text{ เมตร}}{4.3 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ วินาที}}$$

$$\text{ดังนั้น } 3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที} = 3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที}$$

ตอบ ยานอวกาศจะต้องใช้เวลา 4.3×10^4 ปี เดินทางไปดาวพรอกซิมา เซนทอรี

YEAH! ลู๊ๆ

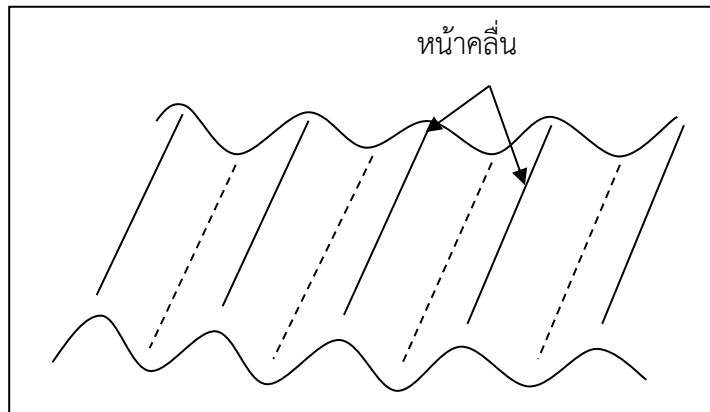


แผนผังมโนทัศน์สรุปผลการศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง

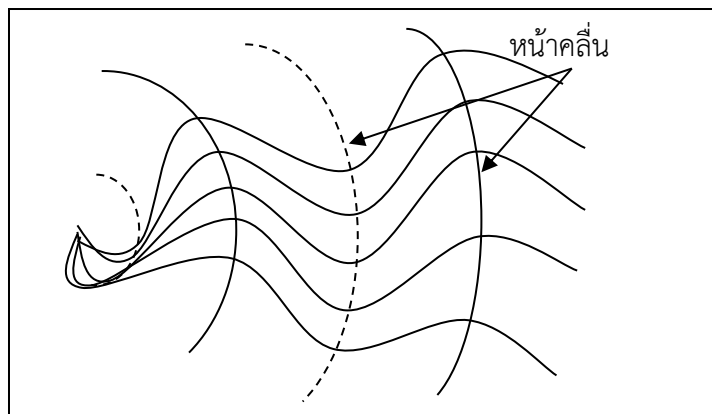
แบบฝึกหัดที่ 1.1
คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากรูปคลื่นต่อไปนี้ ให้นักเรียนวาดเส้นรังสีที่แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

1.1



1.2



2. จากรูปเป็นคลื่นขบวนหนึ่งกำลังเคลื่อนที่เข้าหาผนังหินอ่อน อยากทราบว่าหลังจากที่คลื่นกระทบกับผนังหินอ่อนแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร จงวาดรูป และเขียนอธิบาย

หน้าคลื่น

.....

.....

.....

.....

3. แสงเป็นคลื่นชนิดใด เพราะเหตุใด จงอธิบาย

4. เมื่อแสงเคลื่อนที่ไปกระทบวัตถุที่แสงไม่สามารถทะลุผ่านได้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

5. ลักษณะการเคลื่อนที่ของแสงเป็นอย่างไร และมีอัตราเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่เท่าใด

6. จงอธิบายกฎการสะท้อนของแสงมาให้เข้าใจ



แบบฝึกหัดที่ 1.2

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ โดยแสดงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ข้อที่ 1

กำหนดความเร็วแสงในสุญญากาศมีค่าเท่ากับ 3×10^8 เมตร/วินาที ดังนั้นในเวลา 1 ปี แสงจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางกี่เมตร

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา(Understanding the Problem)

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)
- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความเร็วแสงในสุญญากาศ	$v = \dots\dots\dots$ เมตร/วินาที
เวลา	$t = \dots\dots$ ปี = $\dots\dots\dots$ วินาที

- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

$\dots\dots\dots$ (.....) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา(Devising a Plan)

- 4) เลือกสมการ จากสมการ $v = \dots\dots\dots$

ดังนั้น

$s = \dots\dots\dots$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา(Carrying Out the Plan)

- 5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

หา..... (.....) = ?

จากสมการ

$v = \dots\dots\dots$

ดังนั้น

$s = \dots\dots\dots$

แทนค่า

$s = (\dots\dots\dots \text{ เมตร/วินาที})(\dots\dots\dots \text{ วินาที})$

ดังนั้นจะได้

$s = \dots\dots\dots \text{ เมตร}$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(Looking Back)

6) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตรวจคำตอบ จากสมการ $v = \frac{\dots\dots\dots}{t}$

เมื่อ $s = \dots\dots\dots$ เมตร

จะได้ $\dots\dots\dots$ เมตร/วินาที = $\dots\dots\dots$

ดังนั้น $\dots\dots\dots$ เมตร/วินาที = $\dots\dots\dots$ เมตร/วินาที

ตอบ ในเวลา 1 ปี แสงจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง $\dots\dots\dots$ เมตร

ข้อที่ 2

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีอัตราเร็ว 3×10^8 เมตร/วินาที ในสุญญากาศ ถ้าส่งสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังดาวเทียมซึ่งอยู่สูง 300 กิโลเมตร จากผิวโลก จงหาว่าหลังจากส่งสัญญาณไปแล้วนานก็มีลลิวินาทีจึงจะได้สัญญาณที่สะท้อนกลับมาจากดาวเทียม

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา(Understanding the Problem)

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)
- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความเร็วแสงในสุญญากาศ	$v = \dots\dots\dots$ เมตร/วินาที
ดาวเทียมสูงจากผิวโลก	$s = \dots\dots\dots$ กิโลเมตร = $\dots\dots\dots$ เมตร

- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

$\dots\dots\dots$ (.....) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา(Devising a Plan)

- 4) เลือกสมการ จากสมการ $v = \dots\dots\dots$

ดังนั้น $t = \dots\dots\dots$



ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา(Carrying Out the Plan)

5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

หาเวลา(t)=?

จากสมการ

$v = \dots\dots\dots$

ดังนั้น

$t = \dots\dots\dots$

แทนค่า

$$t = \frac{(\dots\dots\dots \text{ เมตร})(2)}{3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที}}$$

จะได้

$t = \dots\dots\dots$ วินาที

ดังนั้น

$t = \dots\dots\dots$ มิลลิวินาที

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(Looking Back)

6) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตรวจคำตอบ จากสมการ $v = \dots\dots\dots$

เมื่อ

$t = \dots\dots\dots$ วินาที

จะได้ $\dots\dots\dots$ เมตร/วินาที = $\frac{(\dots\dots\dots \text{ เมตร})(2)}{\dots\dots\dots \text{ วินาที}}$

ดังนั้น $\dots\dots\dots$ เมตร/วินาที = $\dots\dots\dots$ เมตร/วินาที

ตอบ หลังส่งสัญญาณไปแล้ว ... มิลลิวินาที จะได้รับสัญญาณสะท้อนจากดาวเทียม

YEAH!!! เราทำได้

รู้ ๆ ต่อไปนะ



ข้อที่ 3

ถ้ารัศมีวงโคจรของดาวเคราะห์ดวงหนึ่งรอบดวงอาทิตย์เป็นระยะทาง 1.2×10^{11} เมตร แสงจากดวงอาทิตย์จะต้องใช้เวลานานเท่าใด จึงจะเดินทางถึงดาวเคราะห์นั้น

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา**ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา(Understanding the Problem)**

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)
- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ข้อความจากโจทย์	เปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์
ความเร็วแสงในสุญญากาศ	
ดาวเคราะห์ห่างจากดวงอาทิตย์	

- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา(Devising a Plan)

- 4) เลือกสมการ จากสมการ

ดังนั้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา(Carrying Out the Plan)

- 5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

หา.....

จากสมการ

ดังนั้น

แทนค่า

จะได้

ดังนั้น



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(Looking Back)

6) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตรวจสอบคำตอบ จากสมการ

เมื่อ

จะได้

ดังนั้น

ตอบ แสงจากดวงอาทิตย์จะต้องใช้เวลานาน วินาที

ข้อที่ 4

พรอกซิมา เซนทอรี เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุด คือ อยู่ห่างจากโลก 4.3 ปีแสง ถ้ายานอวกาศเดินทางไปยังดาวฤกษ์ดวงนี้ด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อวินาที ยานอวกาศนั้นจะต้องใช้เวลาเดินทางกี่ปี

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา(Understanding the Problem)

- 1) อ่านสถานการณ์และเขียนรูปตามสถานการณ์(ถ้ามี)

- 2) พิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

- 3) วิเคราะห์ว่าต้องการหาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา(Devising a Plan)

4) เลือกสมการ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา(Carrying Out the Plan)

5) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(Looking Back)

6) ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้วตอบคำถามทวนสถานการณ์

ตรวจคำตอบ

ตอบ

ขั้นที่ 7 ขั้่นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

คำชี้แจง

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล อภิปรายและนำเสนอเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องการเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสงไปใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ประกอบมาให้เข้าใจ



แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดเป็นประโยชน์ที่น้อยที่สุดของแสง

- ก. แสงทำให้เกิดรู้
- ข. แสงใช้ในระบบการสังเคราะห์อาหารของพืช
- ค. ช่วยให้โลกมีอุณหภูมิเหมาะสมกับการดำรงชีวิต
- ง. ช่วยให้นักดาราศาสตร์สังเกตลักษณะของดาวฤกษ์ได้

2. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดใด

- ก. คลื่นดล
- ข. คลื่นกล
- ค. คลื่นตามยาว
- ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

3. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับหน้าคลื่น มีลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง เรียกว่า

- ก. รังสีของแสง
- ข. ลูกศรของแสง
- ค. ทิศทางของแสง
- ง. ทางเดินของแสง

4. ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงข้อใดถูกต้อง

- ก. ทิศการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน
- ข. ทิศการเคลื่อนที่เป็นแนวตรง
- ค. ทิศการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง
- ง. เป็นไปได้ทุกข้อ

5. ข้อใดถูกต้อง

- 1. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง
 - 2. แสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงกว่าเสียง
 - 3. ระยะทาง 1 ปีแสง เท่ากับ 9.5×10^{15} เมตร
 - 4. แสงเดินทางในสุญญากาศด้วยอัตราเร็ว 3×10^8 เมตร/วินาที
- ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 4 ค. 1 , 2 และ 3 ง. 1 , 2 , 3 และ 4

6. ข้อใดถูกต้อง

- 1. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดเดียวกับไมโครเวฟ
 - 2. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดเดียวกับอัลตราไวโอเล็ต
 - 3. อัตราเร็วแสงในตัวกลางชนิดต่าง ๆ จะมีค่าที่ไม่เท่ากัน
 - 4. อัตราเร็วแสงในตัวกลางชนิดต่าง ๆ จะมีค่ามากกว่าอัตราเร็วแสงในสุญญากาศ
- ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 4 ค. 1 , 2 และ 3 ง. 1 , 2 , 3 และ 4

7. ตัวกลางชนิดใดแสงไม่สามารถผ่านได้

ก. สุญญากาศ

ข. กระจกเงา

ค. น้ำทะเล

ง. กระจกฝ้า

8. ดาวฤกษ์ดวงหนึ่งอยู่ไกลจากโลก 2.5 ปีแสง ถ้ายานอวกาศใช้อัตราเร็ว 30 กิโลเมตรต่อวินาที จะใช้เวลาเดินทางจากโลกถึงดาวฤกษ์ดวงนี้ในเวลากี่ปี

ก. 3.5×10^4 ปี

ข. 3.5×10^5 ปี

ค. 2.5×10^4 ปี

ง. 2.5×10^5 ปี

9. ถ้ารัศมีของวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ มีค่า 1.47×10^{11} เมตร แสงจากดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่มาถึงโลกต้องใช้เวลาเท่าใด

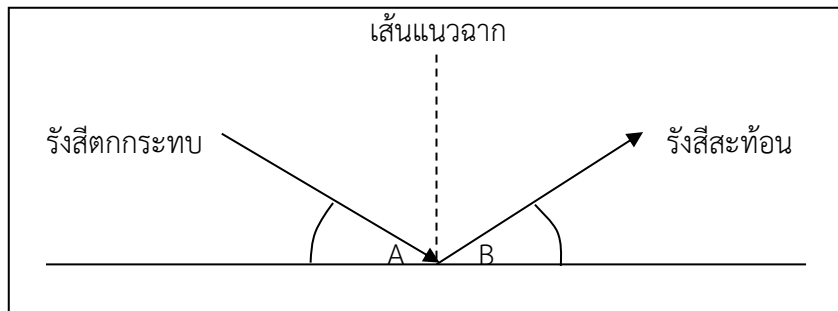
ก. 490 วินาที

ข. 430 วินาที

ค. 390 วินาที

ง. 330 วินาที

10.



จากรูปแสดงรังสีของแสง ถ้ามุม B มีขนาด 50 องศา มุมตกกระทบจะมีขนาดเท่าไร

ก. 90 องศา

ข. 60 องศา

ค. 50 องศา

ง. 40 องศา

เย้ ๆ ทำเสร็จแล้ว
เยี่ยมมาก



กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง การเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

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

สรุปคะแนนสอบก่อนเรียน

คิดเป็นร้อยละ.....ของคะแนนเต็ม



แนวทางการกำหนดเกณฑ์การประเมินชิ้นงานหรือภาระงาน

หลักฐาน/ชิ้นงาน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนนเต็ม
1. การตอบคำถามจากการอภิปรายในชั้นตรวจสอบความรู้เดิม	ตรวจการตอบคำถามจากการอภิปรายในชั้นตรวจสอบความรู้เดิม	แบบประเมินผลการตอบคำถามชั้นตรวจสอบความรู้เดิม	10
2. การตอบคำถามจากการสังเกตในชั้นสร้างความสนใจ	ตรวจการตอบคำถามจากการสังเกตในชั้นสร้างความสนใจ	แบบประเมินผลการสังเกตในชั้นสร้างความสนใจ	10
2. การเขียนขั้นตอนการทดลองตามกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	ตรวจการเขียนขั้นตอนการทดลองตามกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	แบบประเมินการออกแบบขั้นตอนการทดลองตามกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	5
3. การออกแบบตารางบันทึกผลทดลองทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	ตรวจการออกแบบตารางบันทึกผลทดลองการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	แบบประเมินการออกแบบตารางบันทึกผลทดลองการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	5
4. การวิเคราะห์ผลการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	ตรวจการวิเคราะห์ผลการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	แบบประเมินการวิเคราะห์ผลการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	5
5. การอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	ตรวจการอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	แบบประเมินการอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นสำรวจและค้นหา	5
6. การนำเสนอเพื่ออธิบายเรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นอธิบาย	ตรวจการนำเสนอเพื่ออธิบายเรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง ในชั้นอธิบาย	แบบประเมินการนำเสนอเพื่ออธิบายเรื่อง การเคลื่อนที่ของแสงในชั้นอธิบาย	10

หลักฐาน/ชิ้นงาน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนนเต็ม
7. การเขียนแผนผังมโนทัศน์ นำเสนอสรุปผลการศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่และการสะท้อน ของแสง ในชั้นขยายความรู้	ตรวจการการเขียนแผนผังมโน ทัศน์นำเสนอสรุปผล การศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง ใน ชั้นขยายความรู้	แบบประเมินการเขียนแผนผัง มโนทัศน์นำเสนอสรุปผล การศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง ใน ชั้นขยายความรู้	5
8. การทำแบบฝึกหัด เรื่อง การ เคลื่อนที่และการสะท้อนของ แสง ในชั้นประเมินผล	ตรวจการทำแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่และการสะท้อน ของแสง ในชั้นประเมินผล	แบบประเมินการทำ แบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่ และการสะท้อนของแสง ใน ชั้นประเมินผล	30
9. การนำเสนอข้อมูลและการ อภิปรายในชั้นนำความรู้ไปใช้	ตรวจนำเสนอข้อมูลและการ อภิปรายในชั้นนำความรู้ไปใช้	แบบประเมินผลนำเสนอ ข้อมูลและการอภิปรายในชั้น นำความรู้ไปใช้	10
รวม			95
เปอร์เซ็นต์คะแนนที่ได้			
10. ความรู้ความเข้าใจตาม จุดประสงค์การเรียนรู้	ทดสอบความรู้ความเข้าใจ ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบหลังเรียน	10
เปอร์เซ็นต์คะแนนที่ได้			

เกณฑ์ระดับคุณภาพ

คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป	ระดับดีมาก
คะแนนร้อยละ 70 - 79	ระดับดี
คะแนนร้อยละ 60 - 69	ระดับพอใช้
คะแนนร้อยละ 50 - 59	ระดับผ่านเกณฑ์ประเมิน
คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 50	ระดับควรปรับปรุง/ซ่อมเสริม



เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์/จิตวิทยาาสตร์

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์/ จิตวิทยาาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ	ตรวจสอบการทำ กิจกรรมอย่าง ละเอียดรอบคอบ ทุกครั้งกว่าจะทำ การสรุปผล	ตรวจสอบการทำ กิจกรรมอย่าง ละเอียดรอบคอบ บ่อยครั้งกว่าจะทำ การสรุปผล	ตรวจสอบการทำ กิจกรรมอย่าง ละเอียดรอบคอบ บางครั้งแล้วทำการ สรุปผล	ไม่ตรวจสอบการทำ กิจกรรมอย่าง ละเอียดรอบคอบ แล้วทำการสรุปผล
2. ความใจกว้าง ร่วมแสดงความ ความเห็นและรับฟัง ความเห็นของผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็น จากเพื่อนและครู ทุกครั้งที่ทำ กิจกรรม	รับฟังความคิดเห็น จากเพื่อนและครู บ่อยครั้งที่ทำ กิจกรรม	รับฟังความคิดเห็น จากเพื่อนและครู บางครั้งที่ทำ กิจกรรม	ไม่รับฟังความ ความเห็นจากเพื่อน และครูทุกครั้งที่ทำ กิจกรรม

เกณฑ์การประเมิน

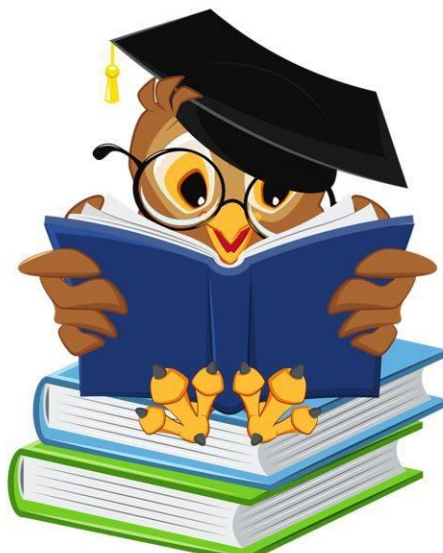
นักเรียนต้องผ่านการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์/จิตวิทยาาสตร์ทั้ง 2 ข้อ ในระดับคุณภาพเฉลี่ย 3.20 ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

สมรรถนะที่สำคัญ ของผู้เรียน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ความสามารถในการสื่อสาร	นำเสนองานได้ เข้าใจชัดเจนดีเลือก และผลิตชิ้นงาน ออกมาได้อย่าง สร้างสรรค์ทุกครั้ง	นำเสนองานได้ เข้าใจชัดเจนดีเลือก และผลิตชิ้นงาน ออกมาได้อย่าง สร้างสรรค์บ่อยครั้ง	นำเสนองานได้ เข้าใจชัดเจนดีเลือก และผลิตชิ้นงาน ออกมาได้อย่าง สร้างสรรค์บางครั้ง	นำเสนองานได้ไม่ เข้าใจชัดเจนดีเลือก และผลิตชิ้นงาน ออกมาได้อย่างไม่ สร้างสรรค์
2. ความสามารถในการคิด	มีการคิดต่อยอด พัฒนานอกเหนือ จากความรู้ที่มีอยู่ เดิมทุกครั้ง	มีการคิดต่อยอด พัฒนานอกเหนือ จากความรู้ที่มีอยู่ เดิมบ่อยครั้ง	มีการคิดต่อยอด พัฒนานอกเหนือ จากความรู้ที่มีอยู่ เดิมบางครั้ง	ไม่มีการคิดต่อยอด พัฒนานอกเหนือ จากความรู้ที่มีอยู่ เดิม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	สามารถแก้ปัญหา เฉพาะหน้าได้เมื่อ กำหนดสถานการณ์ มาให้ได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสม และทันเวลาทุกครั้ง	สามารถแก้ปัญหา เฉพาะหน้าได้เมื่อ กำหนดสถานการณ์ มาให้ได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสม และทันเวลา บ่อยครั้ง	สามารถแก้ปัญหา เฉพาะหน้าได้เมื่อ กำหนดสถานการณ์ มาให้ได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสม และทันเวลา บางครั้ง	ไม่สามารถ แก้ปัญหาเฉพาะ หน้าได้เมื่อกำหนด สถานการณ์มาให้ ได้และไม่ทันเวลา

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนต้องผ่านการประเมินสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียนทั้ง 3 ข้อ ในระดับคุณภาพเฉลี่ย 3.20 ขึ้นไป



เกณฑ์การประเมินทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

ทักษะที่จำเป็น สำหรับศตวรรษที่ 21	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. อ่านออกเขียนได้ คิดเลขเป็น	สามารถอ่าน เอกสารต่าง ๆ คิด คำนวณและ สามารถเขียน รายงานผลต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนทุกครั้ง	สามารถอ่าน เอกสารต่าง ๆ คิด คำนวณและ สามารถเขียน รายงานผลต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนบ่อยครั้ง	สามารถอ่าน เอกสารต่าง ๆ คิด คำนวณและ สามารถเขียน รายงานผลต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนบางครั้ง	ไม่สามารถอ่าน เอกสารต่าง ๆ คิด คำนวณและ ไม่สามารถเขียน รายงานผลต่าง ๆ ได้
2. ทักษะด้านการ คิดอย่างมี วิจารณญาณและ ทักษะในการ แก้ปัญหา	สามารถตอบ คำถามที่เกิดจาก การคิด, สามารถตั้ง คำถามที่เกิดการคิด , สามารถคิด วิเคราะห์หา ข้อเท็จจริงจาก เรื่องราวต่าง ๆ ได้ ทุกครั้ง	สามารถตอบ คำถามที่เกิดจาก การคิด, สามารถตั้ง คำถามที่เกิดการคิด , สามารถคิด วิเคราะห์หา ข้อเท็จจริงจาก เรื่องราวต่าง ๆ ได้ บ่อยครั้ง	สามารถตอบ คำถามที่เกิดจาก การคิด, สามารถตั้ง คำถามที่เกิดการคิด , สามารถคิด วิเคราะห์หา ข้อเท็จจริงจาก เรื่องราวต่าง ๆ ได้ บางครั้ง	ไม่สามารถตอบ คำถามที่เกิดจาก การคิด, ไม่สามารถ ตั้งคำถามที่เกิดการ คิด, ไม่สามารถคิด วิเคราะห์หา ข้อเท็จจริงจาก เรื่องราวต่าง ๆ ได้
3. ทักษะด้านความ ร่วมมือ การทำงาน เป็นทีม และภาวะ ผู้นำ	มีความรับผิดชอบ ต่อตนเอง, รับผิดชอบ ต่อการทำงาน , ประสานสอดคล้อง กันในทีมทุกครั้ง	มีความรับผิดชอบ ต่อตนเอง, รับผิดชอบ ต่อการทำงาน , ประสานสอดคล้อง กันในทีมบ่อยครั้ง	มีความรับผิดชอบ ต่อตนเอง, รับผิดชอบ ต่อการทำงาน , ประสานสอดคล้อง กันในทีมบางครั้ง	ไม่มีความ รับผิดชอบต่อ ตนเอง, ไม่มีความ รับผิดชอบต่อการทำงาน , ไม่มีการ ประสานที่สอดคล้องกัน ในทีม

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนต้องผ่านการประเมินทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ทั้ง 3 ข้อ ในระดับคุณภาพเฉลี่ย
3.20 ขึ้นไป

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552ข). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551** (พิมพ์ครั้งที่ 2).

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ไทยกู้ดวิว.คอม. (2559). **การสะท้อนของแสง**. สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2559, จาก

<http://www.thaigoodview.com/library/contest2552/type2/science04/01/page6.html>

บล็อกสปอต.คอม. (2559). **Light**. สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2559, จาก [http://work-](http://work-phy.blogspot.com/2010/11/blog-post.html)

[phy.blogspot.com/2010/11/blog-post.html](http://work-phy.blogspot.com/2010/11/blog-post.html)

วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ตลาดฟ้า
พับลิเคชั่น

วิไลวรรณ แสนพาน. (2553). **สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). **คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์**

เล่ม 3 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว

_____. (2556). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว