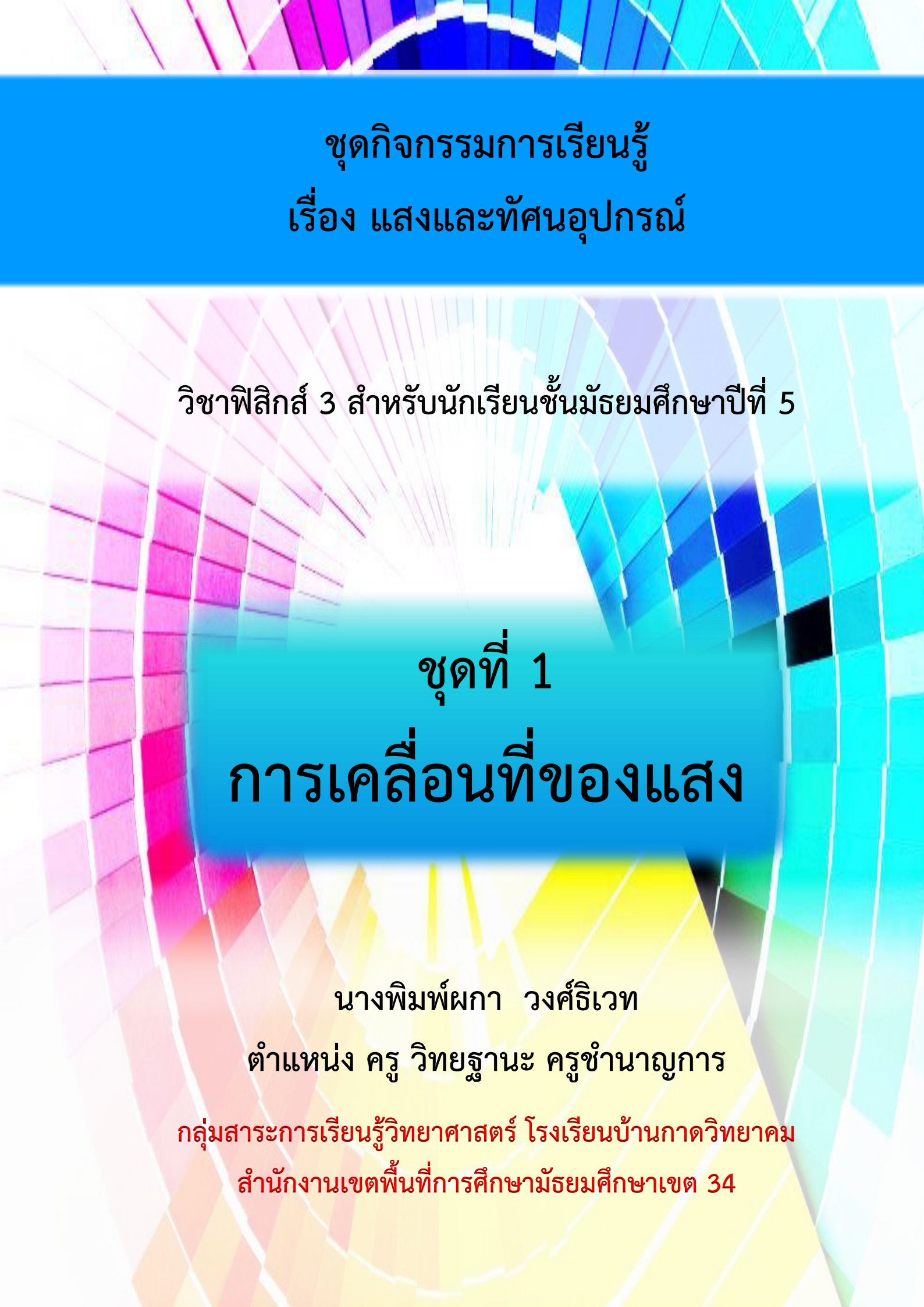




ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์

วิชาฟิสิกส์ 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสง

นางพิมพ์ผกา วงศ์ธิเวท

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านกาดวิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 34



คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดนี้ จัดทำขึ้น เพื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ตาม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เป็นอย่างดี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีองค์ประกอบ คือ คำชี้แจงสำหรับการใช้งาน คำแนะนำสำหรับครู คำแนะนำ สำหรับนักเรียน แบบทดสอบก่อน ใ้ความรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 - 4 และแบบทดสอบหลังเรียน ตลอดจนแนวการตอบหรือเฉลยคำตอบ ซึ่งนักเรียนควรศึกษาให้เข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อจะสามารถ ทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่กำหนด

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นสื่อนวัตกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รายละเอียดของการใช้สำหรับครูและนักเรียนอย่างละเอียดได้เสนอไว้ในคู่มือการใช้ชุดกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หวังว่าผู้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดนี้ จะได้รับประโยชน์ไม่มากนักน้อย

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านกาดวิทยาคม คณะครู และผู้ที่เกี่ยวข้อง ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และคำปรึกษาที่ดี ตลอดจนการให้กำลังใจในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบร่วมมือจนประสบผลสำเร็จด้วยดี

พิมพ์ผกา วงศ์อิเวท





คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทั้งหมด 9 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสง
- ชุดที่ 2 การสะท้อนของแสง
- ชุดที่ 3 ภาพที่เกิดจากการสะท้อนบนกระจกราบ
- ชุดที่ 4 ภาพที่เกิดจากการสะท้อนบนกระจกโค้งทรงกลม
- ชุดที่ 5 ภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านตัวกลางผิวเรียบ
- ชุดที่ 6 ภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์บาง
- ชุดที่ 7 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง
- ชุดที่ 8 ทัศนอุปกรณ์
- ชุดที่ 9 ความสว่างและสี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง
ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้
อย่างเป็นระบบ ตลอดจนสอดคล้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะใช้ชุดกิจกรรม
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ตามลำดับเนื้อหาไปที่ละชุดจนครบทั้งหมด เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนั้นยังได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลินจากกระบวนการเรียนรู้แบบเป็นกลุ่มนักเรียน
ยังสามารถนำความรู้ และทักษะกระบวนการดังกล่าวที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตลอดจน
ศึกษาศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้





คำแนะนำสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครูผู้สอนควรศึกษาและปฏิบัติ ตามขั้นตอน ดังนี้

1. แนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียนเข้าใจก่อนเรียน
2. ทำข้อตกลงกับนักเรียนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและ
ทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้แบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 4-5 คน
3. แจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดนี้ ให้นักเรียนเป็นรายบุคคล
4. ชี้แจงการใช้งานชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดนี้ ให้นักเรียนทราบก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ
5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อเป็นการประเมินว่า มีความรู้ ความเข้าใจ และ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพียงใด
6. นักเรียนศึกษาใบความรู้และทำกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน เพื่อฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ให้ครบถ้วน เพื่อทบทวนความรู้ ความเข้าใจ และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองอย่างถูกต้อง
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินดูว่านักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากขึ้นเพียงใด
8. ครูสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะพึงประสงค์ทางการเรียน และบันทึกผล
9. ครูตรวจคะแนนและบันทึกผลลงในแบบเก็บคะแนนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด
10. ครูแจ้งคะแนนและเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ และชมเชยนักเรียน
พร้อมให้คำแนะนำเพิ่มเติม





คำแนะนำสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ให้นักเรียนทุกคนรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และทำข้อตกลงกับในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โดยให้แบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 4-5 คน
2. นักเรียนฟังคำชี้แจงการใช้งานชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากครูผู้สอนให้เข้าใจก่อนศึกษา
3. ศึกษาคำชี้แจงการใช้งาน และคำแนะนำการใช้งานให้เข้าใจก่อนศึกษา
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อเป็นการประเมินว่า มีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพียงใด
5. นักเรียนศึกษาใบความรู้และทำกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน เพื่อฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ให้ครบถ้วน เพื่อทบทวนความรู้ ความเข้าใจ และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองอย่างถูกต้อง
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากขึ้นน้อยเพียงใด
7. เมื่อพบคำชี้แจงหรือคำถามในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ให้อ่านและทำกิจกรรม
อย่างรอบคอบให้ครบถ้วนทุกกิจกรรม
8. นักเรียนรวบรวมกระดาษคำตอบและผลงานส่งครู เพื่อให้ครูตรวจสอบและบันทึกผล
9. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ต้องจัดเก็บอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย
10. รับฟังการแจ้งคะแนนและเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ พร้อมรับฟังคำแนะนำเพิ่มเติม
จากครูผู้สอน

นอกจากนี้ ในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง นักเรียนควรให้ความร่วมมือในการ
ทำกิจกรรม ตั้งใจ และตรงต่อเวลาเสมอ





สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	ก
คำชี้แจง.....	ข
คำชี้แนะสำหรับครู.....	ค
คำแนะนำสำหรับนักเรียน.....	ง
สารบัญ.....	จ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์	
วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	1
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	2
ใบความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง.....	4
กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....	10
กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2.....	11
กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3.....	12
กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4.....	13
แบบทดสอบหลังเรียน.....	15
ภาคผนวก.....	17
- เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....	18
- เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2.....	19
- เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3.....	20
- เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4.....	21
- เกณฑ์การประเมิน.....	22
- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	30
บันทึกผลการเรียนรู้ระหว่างการทำกิจกรรม.....	31
บรรณานุกรม.....	32





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ วิชาฟิสิกส์ 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่ของแสง

สาระสำคัญ

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เคลื่อนที่ในแนวตรง ด้วยอัตราเร็ว 3.00×10^8 เมตรต่อวินาที และนิยมเรียกระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ได้ในสุญญากาศในเวลา 1 ปี ว่า 1 ปีแสง สำหรับอัตราเร็วแสงในตัวกลางต่างๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน และทุกอัตราเร็วจะมีค่าน้อยกว่าอัตราเร็วแสงในสุญญากาศ

ในการศึกษาเกี่ยวกับแสง กำหนดให้เส้นตรงที่ตั้งฉากกับหน้าคลื่น มีลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง เรียกว่า **รังสีของแสง** (light ray) หรือเรียกสั้นๆ ว่า **รังสี**

สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่ของแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของรังสีของแสง (K)
2. ยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่ออธิบายว่าแสงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง (K)
3. ยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อแสดงให้เห็นว่าอัตราเร็วของแสงสูงมาก และมีค่าคงตัว (K)
4. เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (P)
5. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

สมรรถนะที่สำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี



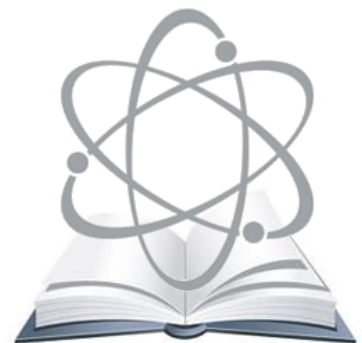


แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุด (10 คะแนน)

1. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดใด
 - ก. คลื่นกล
 - ข. คลื่นดล
 - ค. คลื่นตามยาว
 - ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงมีลักษณะเป็นไปตามข้อใด
 - ก. ทิศการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน
 - ข. ทิศการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งรอบๆ แหล่งกำเนิด
 - ค. ทิศการเคลื่อนที่เป็นแนวตรงออกจากแหล่งกำเนิด
 - ง. เป็นไปได้ทุกข้อ
3. นักวิทยาศาสตร์คนใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเพื่อวัดอัตราเร็วแสง
 - ก. เอดิสัน
 - ข. โรเมอร์
 - ค. ฟิโซ
 - ง. กาลิเลโอ
4. คำกล่าวที่ว่า “1 ปีแสง” หมายความว่าอย่างไร
 - ก. เวลาที่แสงเดินทางใน 1 ปี
 - ข. ระยะทางที่แสงเดินทางได้ใน 1 ปี
 - ค. เวลาที่แสงเดินทางจากดวงอาทิตย์มาถึงโลก
 - ง. ระยะทางที่แสงเดินทางจากดวงอาทิตย์มาถึงโลก
5. ระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ได้ในสุญญากาศในเวลา 1 ปี มีค่าเท่าใด
 - ก. 9.46×10^8 เมตร
 - ข. 9.46×10^{10} เมตร
 - ค. 9.46×10^{15} เมตร
 - ง. 9.46×10^{20} เมตร





6. ปัจจุบันอัตราเร็วของแสงในอากาศหรือสุญญากาศมีค่าประมาณเท่าใด
- 3×10^6 เมตรต่อวินาที
 - 3×10^7 เมตรต่อวินาที
 - 3×10^8 เมตรต่อวินาที
 - 3×10^9 เมตรต่อวินาที
7. ถ้ารัศมีวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เท่ากับ 1.47×10^{11} เมตร จงหาว่าแสงจากดวงอาทิตย์ต้องใช้เวลานานเท่าใดจึงจะเคลื่อนที่ถึงโลก
- 500 วินาที
 - 490 วินาที
 - 450 วินาที
 - 400 วินาที
8. ดาวฤกษ์ดวงหนึ่งอยู่ไกลจากโลก 2.5 ปีแสง ถ้ายานอวกาศใช้อัตราเร็ว 3×10^4 เมตรต่อวินาที จะใช้เวลาเดินทางจากโลกถึงดาวเคราะห์ดวงนี้ในเวลากี่ปี
- 2.5×10^4 ปี
 - 2.5×10^5 ปี
 - 3×10^4 ปี
 - 3×10^5 ปี
9. การแสดงในข้อใด ที่ใช้ประโยชน์โดยตรงจากการเกิดเงาของวัตถุ
- โซน
 - หนังตะลุง
 - ละครเวที
 - หุ่นกระบอก
10. ถ้านำฟุตบอลไปวางไว้ระหว่างหลอดไฟเล็กๆ กับฉาก เงาที่เกิดขึ้นบนฉากเป็นไปตามข้อใด
- เกิดเงามีดล้อมรอบเงามัว
 - เกิดเงามัวล้อมรอบเงามีด
 - เกิดเงามัวอย่างเดียว
 - เกิดเงามีดอย่างเดียว

ถึงจะยาก !!
แต่ก็ลองตั้งใจทำ
ก่อนนะครับ





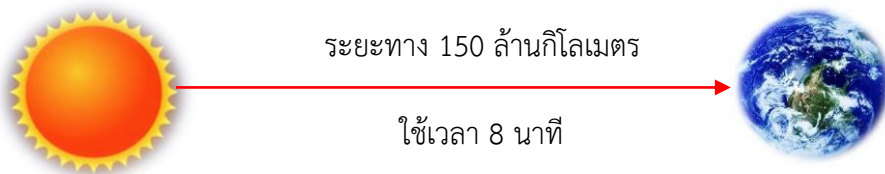
ใบความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

การเคลื่อนที่ของแสง

แสง (Light) เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก การที่มนุษย์หรือสัตว์สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆ ได้ เพราะแสง และแสงยังเป็นพลังงานรูปหนึ่ง สามารถทำให้เกิดพลังงานรูปอื่นๆ ได้ เช่น แสงสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ โดยการให้แสงตกกระทบกับโลหะบางชนิด จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากโลหะนั้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า แสงช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในการสังเคราะห์แสงของพืช

แหล่งกำเนิดแสง แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1. แหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ ได้แก่ แสงจากดวงอาทิตย์ แสงจากดวงดาว แสงจากหิ่งห้อย เป็นต้น แหล่งกำเนิดของแสงที่สำคัญที่สุดที่เรารู้จัก คือ ดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลก 150 ล้านกิโลเมตร แสงเดินทางประมาณ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที หรือ 1,080 ล้านกิโลเมตรต่อชั่วโมง สรุปว่า แสงสามารถเดินทางมาถึงโลกใช้เวลาเพียง 8 นาที



2. แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ได้แก่ แสงจากหลอดไฟฟ้า จากเทียนไข จากตะเกียง จากใต้ จากกองไฟ เป็นต้น

แนวทางการเคลื่อนที่ของแสง

แนวทางการเคลื่อนที่ของแสง พบว่า ในตัวกลางเดียวกัน แสงมีแนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เช่น การที่เราไม่สามารถมองอ้อมขอบวัตถุที่ขวางกันได้ หรือการมองเห็นไส้หลอดไฟฟ้าโดยมองผ่านรูเล็กๆ บนแผ่นกระดาษได้ ก็ต่อเมื่อ ไส้หลอดไฟฟ้า รูบนแผ่นกระดาษ และตา ต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

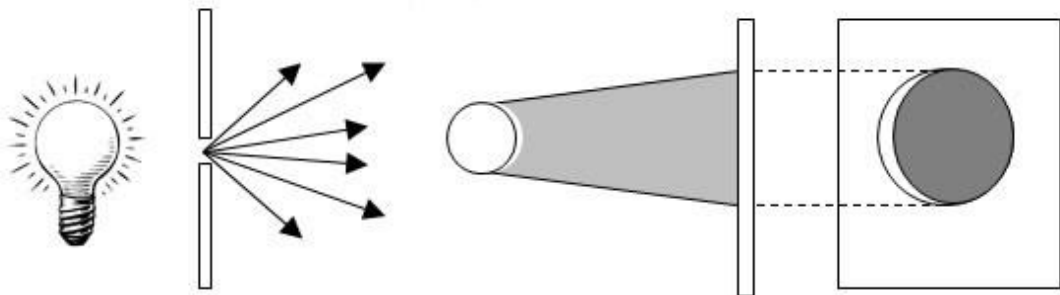




การเกิดเงาของวัตถุ

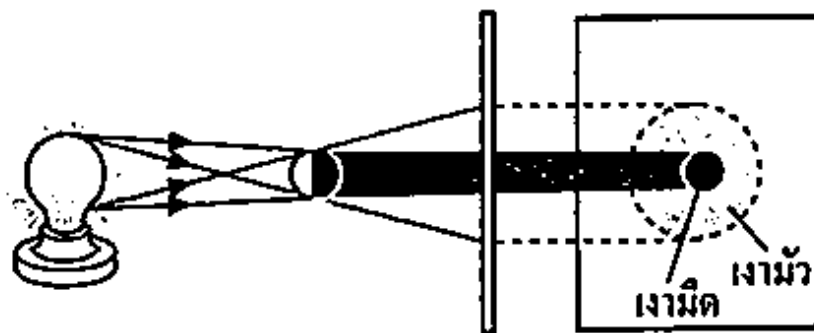
เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดไปกระทบวัตถุทึบแสง จะเกิดเงาขึ้นทางด้านหลังของวัตถุทึบแสง โดยเงาที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งกำเนิดแสง และขนาดของวัตถุ

กรณีแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเล็ก (ถือว่าเป็นจุด) จะเกิดเงามืดเพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 1 แสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นจุด

กรณีแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดใหญ่ จะเกิดเงามัวล้อมรอบเงามืด



ภาพที่ 2 แสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดใหญ่





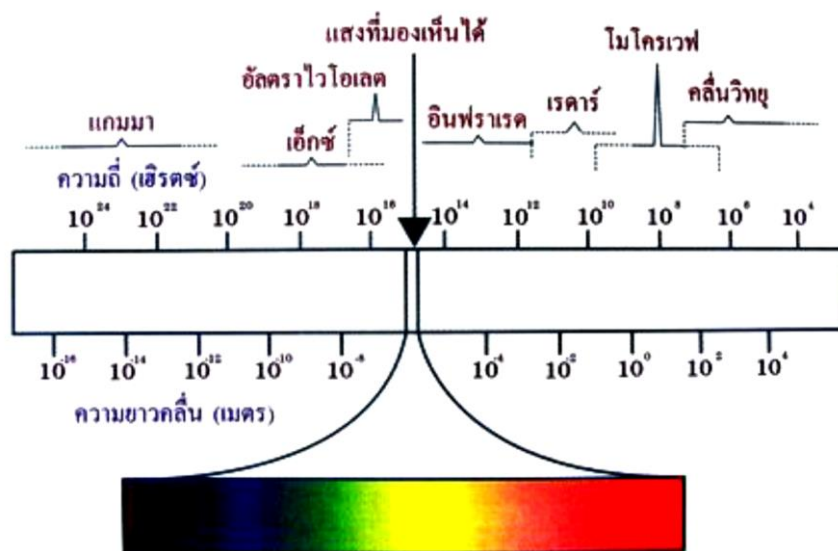
อัตราเร็วของแสง

การวัดอัตราเร็วแสงในอดีต

1. กาลิเลโอ เป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่พยายามวัดอัตราเร็วแสง แต่ไม่สำเร็จ เนื่องจากเขาไม่สามารถจับเวลาที่แสงเดินทางระหว่างยอดเขาสองยอดที่เขาใช้ทดลองได้ จึงสรุปว่า “อัตราเร็วของแสงมีค่าสูงมาก”
2. โรเมอร์ นักดาราศาสตร์ชาวเดนมาร์ก เป็นคนแรกที่สามารถแสดงว่า “แสงมีอัตราเร็วจำกัด”
3. ฟิโซ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการวัดอัตราเร็วของแสง โดยใช้เครื่องมือพิเศษที่สามารถวัดช่วงเวลาสั้นๆ ได้อย่างแม่นยำ เขาสามารถวัดอัตราเร็วของแสงได้ใกล้เคียงกับอัตราเร็วแสงที่ยอมรับในปัจจุบัน

แสงจะเกี่ยวข้องกับชีวิตของเราตลอด รวมทั้งปรากฏการณ์ต่างๆ ของแสง จากแหล่งกำเนิดหลากหลายชนิด แต่เราทราบหรือไม่ว่า ธรรมชาติของแสงเป็นอย่างไร แสงเคลื่อนที่อย่างไร และเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด

แสงที่ตามองเห็น ได้แก่ แสงจากดวงอาทิตย์ หรือเรียกอีกอย่างว่า แสงขาว แสงขาวดังกล่าว นั้น จะประกอบด้วยแสงสีต่างๆ หลายสี ได้แก่ แสงสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง



ภาพที่ 3 แสงที่ตามองเห็น

แสงสีดังกล่าว อยู่ในช่วงความถี่หนึ่ง จัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นเดียวกับ ไมโครเวฟ อัลตราไวโอเล็ต ฯลฯ ในสุญญากาศ แสงจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยอัตราเร็วต่างๆ ตามชนิดของตัวกลาง





อัตราเร็วของแสง

แสงเคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็ว 3×10^8 m/s ส่วนในตัวกลางอื่นๆ อัตราเร็วของแสงจะเปลี่ยนไป โดยมีค่าขึ้นกับดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางนั้นๆ ถ้าให้ n แทนดัชนีหักเห (Refractive Index) ของตัวกลางใดๆ จะได้

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



เมื่อ c = แทน อัตราเร็วแสงในสุญญากาศ หรืออากาศ (m/s)

v = แทน แทนอัตราเร็วแสงในตัวกลางใด ๆ (m/s)

ดังนั้น อัตราเร็วแสงในตัวกลางใดๆ มีค่าดังนี้

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

ค่าดัชนีหักเหของวัตถุ โดยทั่วไปหาจากแสงสีเหลืองที่อุณหภูมิ 20°C ซึ่งมีค่าต่าง ๆ ตามตารางต่อไปนี้

ตารางค่าดัชนีหักเหของวัตถุ และค่าของอัตราเร็วของแสงที่แน่นอน

ตัวกลาง	ดรรชนีหักเห	อัตราเร็วของแสง (เมตร/วินาที)
อากาศ	1.00	3.00×10^8
น้ำ	1.33	2.25×10^8
แอลกอฮอล์	1.36	2.21×10^8
แก้ว	1.50	2.00×10^8
พลาสติกใส	1.50	2.00×10^8
เพชร	2.42	1.24×10^8

จากตารางจะเห็นว่าแสงเคลื่อนที่ได้เร็วมากในอากาศ ซึ่งประมาณได้ว่า อัตราเร็วของแสงในอากาศเท่ากับสุญญากาศ การเรียกระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ได้ในสุญญากาศในเวลา 1 ปี เรียกว่า ระยะทาง 1 ปีแสง





ตัวอย่างการคำนวณอัตราเร็วของแสง

ตัวอย่าง 1 ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากดาวเคราะห์ดวงหนึ่งเป็นระยะทาง 1.5×10^{11} เมตร แสงจากดวงอาทิตย์จะต้องใช้เวลาเท่าใดจึงจะเดินทางถึงดาวเคราะห์ดวงนั้น

วิธีทำ ระยะทางระหว่างดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ $= 1.5 \times 10^{11}$ เมตร
อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ $= 3 \times 10^8$ เมตรต่อวินาที

จากสูตร $s = vt$

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

แทนค่าในสูตร จะได้ $t = \frac{1.5 \times 10^{11}}{3 \times 10^8}$
 $= 500$ วินาที

หรือ $= 8$ นาที 20 วินาที

ตอบ แสงจากดวงอาทิตย์จะต้องใช้เวลา 8 นาที 20 วินาที

ตัวอย่างที่ 2 แสงสีแดงมีความถี่ 5×10^{14} เฮิรตซ์ จงหาความยาวคลื่นแสงสีแดงในสุญญากาศ (กำหนดให้ $c = 3 \times 10^8$ m/s)

วิธีทำ ความถี่แสง $f = 5 \times 10^{14}$ เฮิรตซ์
อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ $c = 3 \times 10^8$ เมตรต่อวินาที

ต้องการหาความยาวคลื่นแสงในสุญญากาศ ($\lambda = ?$)

จากสูตร $v = f\lambda$

$$c = f\lambda$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{14}}$$

$$\lambda = 0.6 \times 10^{-6} \text{ เมตร}$$

$$\lambda = 6 \times 10^{-7} \text{ เมตร}$$

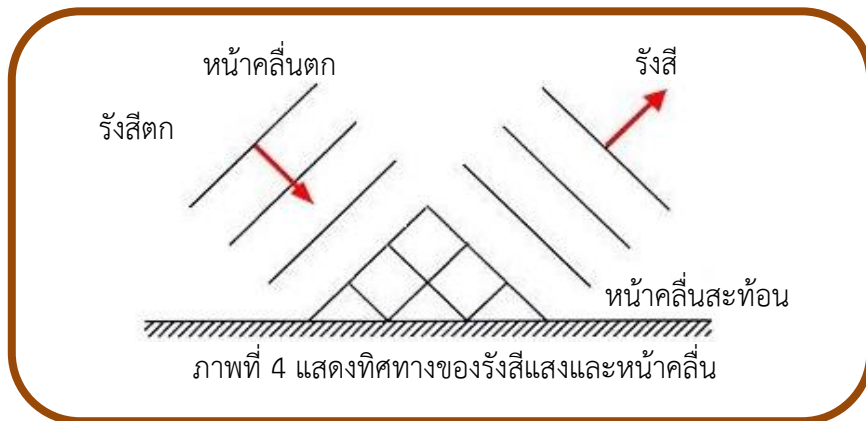
หรือ $\lambda = 600$ นาโนเมตร

ตอบ ความยาวคลื่นแสงสีแดงในสุญญากาศ เท่ากับ 600 นาโนเมตร





ในการศึกษาคลื่นแสงเกี่ยวกับคุณสมบัติต่างๆ จะเขียนเส้นตรงแสดงหน้าคลื่น และใช้รังสีแสดงทิศทาง



ตัวกลางแสง

ตัวกลางแสง คือ วัตถุที่ใช้กันการเดินทางของแสง แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. ตัวกลางโปร่งใส หรือวัตถุโปร่งใส หมายถึง วัตถุที่แสงผ่านได้หมดหรือเกือบหมดอย่างเป็นระเบียบ ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านเป็นเส้นตรงไปได้ จึงมองเห็นวัตถุได้อย่างชัดเจน เช่น อากาศ กระดาษใส แก้วใส่น้ำ แผ่นพลาสติกใส เป็นต้น
2. ตัวกลางโปร่งแสง หรือวัตถุโปร่งแสง หมายถึง วัตถุที่แสงผ่านได้อย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้แสงเคลื่อนที่ไม่เป็นเส้นตรง จึงมองเห็นวัตถุอีกด้านหนึ่งไม่ชัดเจน เช่น กระจกขุ่น น้ำมัน กระจกฝ้า กระจกไขหรือกระจกลอกลาย เป็นต้น
3. ตัวกลางทึบแสง หรือวัตถุทึบแสง หมายถึง วัตถุที่แสงผ่านไม่ได้ จึงมองไม่เห็นวัตถุ เช่น ผนังคอนกรีต แผ่นไม้ แผ่นอะลูมิเนียม แผ่นสังกะสี กระจกหนา เหล็ก และทองแดง เป็นต้น วัตถุทึบแสงจะสะท้อนแสงบางส่วนและดูดกลืนแสงบางส่วนไว้ทำให้เกิดเงาขึ้น



ต่อไปนี้ ครูขอให้ทุกคนตั้งใจศึกษา
และทำกิจกรรมกันนะจ๊ะ





กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงเป็นอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

ตอบ

.....

2. การเกิดเงาของวัตถุเป็นอย่างไร

ตอบ

.....

3. นักวิทยาศาสตร์คนแรกที่ยืนยันว่าอัตราเร็วแสง แต่ไม่สำเร็จ คือใคร

ตอบ

.....

4. นักวิทยาศาสตร์ที่ทำการวัดอัตราเร็วของแสง โดยใช้เครื่องมือพิเศษที่สามารถวัดช่วงเวลาสั้นๆ ได้อย่างแม่นยำ เขาสามารถวัดอัตราเร็วของได้ใกล้เคียงกับอัตราเร็วแสงที่ยอมรับในปัจจุบัน คือใคร

ตอบ

.....

5. แสงจากธรรมชาติเกิดจากอะไร และมีลักษณะอย่างไร

ตอบ

.....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อละ 2 คะแนน

คะแนนที่ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม.....10.....คะแนน





กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่อธิบายถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่อธิบายผิด (10 คะแนน)

-1) เราไม่สามารถมองอ้อมขอบวัตถุที่ขวางกันได้ เพราะแสงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
-2) เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดไปกระทบวัตถุทึบแสง จะเกิดเงาขึ้นทางด้านหน้าวัตถุ
-3) กรณีแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดใหญ่ จะเกิดเงามืดเพียงอย่างเดียว
-4) กรณีแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเล็ก จะเกิดเงามัวล้อมรอบเงามืด
-5) ไอแซก นิวตัน เป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่พยายามวัดอัตราเร็วแสง
-6) โรเมอร์ เป็นคนแรกที่สามารถแสดงว่า แสงมีอัตราเร็วจำกัด
-7) แสงจากดวงอาทิตย์ที่มองเห็นจะมีหลายสี ได้แก่ สีม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง
-8) แสงจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยอัตราเร็วตามชนิดของตัวกลาง
-9) แอลกอฮอล์เป็นตัวกลางที่มีดัชนีหักเหเท่ากับ 1.50 และมีอัตราเร็วของแสงเท่ากับ 2.00×10^8 (เมตร/วินาที)
-10) น้ำและพลาสติกใสเป็นตัวกลางที่มีดัชนีหักเหและมีอัตราเร็วของแสงเท่ากัน

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อละ 1 คะแนน

คะแนนที่ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม.....10.....คะแนน



เป็นยังไงบ้าง กิจกรรมของเรา
ไม่ยากเลย จริงไหมนักเรียน



กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 – 5 คน แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับค่าของอัตราเร็วของแสงที่แน่นอน และยอมรับในปัจจุบัน (20 คะแนน)

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

เกณฑ์การให้คะแนน ตามดุลพินิจครูผู้สอน

คะแนนที่ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม.....20.....คะแนน





กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

การทดลอง การมองไส้หลอดไฟผ่านรู

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

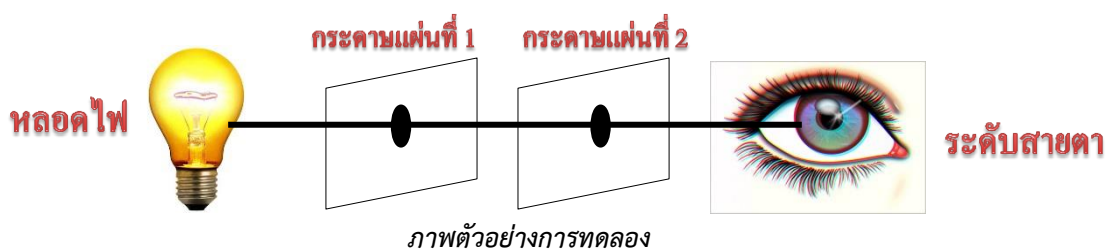
นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะแนวการเคลื่อนที่ของแสงได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. กล้องแสง
2. กระดาษปกลี ขนาด A4 เจาะรูตรงกลาง 2 แผ่น
3. แผ่นฉาก ขนาด A4 1 แผ่น

ขั้นตอนการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับวัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย ไฟฉาย 1 กระบอก แผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่น และแผ่นฉาก 1 แผ่น
2. ฉายแสงจากไฟฉายไปที่แผ่นฉาก ระยะห่าง 30 เซนติเมตร สังเกตลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉาก
3. ทำกิจกรรมเหมือนข้อ 2 แต่ให้นำแผ่นกระดาษเจาะรู 1 แผ่น มากั้นระหว่างแผ่นฉากกับ ไฟฉาย สังเกตลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉาก
4. ทำกิจกรรมเหมือนข้อ 2 แต่ให้นำแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่น มากั้นระหว่างแผ่นฉากกับไฟฉาย โดยให้รูของแผ่นกระดาษทั้ง 2 แผ่นไม่ตรงกัน สังเกตลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉาก
5. ทำกิจกรรมเหมือนข้อ 2 แต่ให้นำแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่น มากั้นระหว่างแผ่นฉากกับไฟฉาย โดยให้รูของแผ่นกระดาษทั้ง 2 แผ่นตรงกัน สังเกตลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉาก
6. บันทึกผลในแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4





แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

สถานการณ์การฉายแสง	ผลการสังเกตแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากร
ไม่มีกระดาษกั้น	
มีกระดาษเจาะรูกั้น 1 แผ่น	
มีกระดาษเจาะรูกั้น 2 แผ่น โดยที่รูทั้ง 2 ไม่ตรงกัน	
มีกระดาษเจาะรูกั้น 2 แผ่น โดยที่รูทั้ง 2 ตรงกัน	

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อไม่มีกระดาษกั้น ลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากรเป็นอย่างไร

ตอบ

2. เมื่อมีกระดาษเจาะรูกั้น 1 แผ่น ลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากรแตกต่างจากกรณีที่ไม่มีการเจาะรูหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

3. กรณีที่ฉายแสงผ่านแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่นที่ไม่ตรงกัน ลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากรเป็นอย่างไร

ตอบ

4. กรณีที่ฉายแสงผ่านแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่นที่ตรงกัน ลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากรเป็นอย่างไร แตกต่างจากกรณีที่กระดาษเจาะรูทั้ง 2 แผ่นไม่ตรงกันหรือไม่

ตอบ

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

เกณฑ์การให้คะแนน	5 หมายถึง ยอดเยี่ยม	4 หมายถึง ดีมาก	3 หมายถึง ดี
	2 หมายถึง พอใช้	1 หมายถึง ควรปรับปรุง	
คะแนนที่ได้.....คะแนน	คะแนนเต็ม.....25.....คะแนน		





แบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ทับหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุด

- ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงมีลักษณะเป็นไปตามข้อใด
 - ทิศการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน
 - ทิศการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งรอบๆ แหล่งกำเนิด
 - ทิศการเคลื่อนที่เป็นแนวตรงออกจากแหล่งกำเนิด
 - เป็นไปได้ทุกข้อ
- นักวิทยาศาสตร์คนใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเพื่อวัดอัตราเร็วแสง
 - เอ็ดสัน
 - โรเมอร์
 - ฟิโซ
 - กาลิเลโอ
- คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดใด
 - คลื่นกล
 - คลื่นดล
 - คลื่นตามยาว
 - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- คากล่าวที่ว่า “1 ปีแสง” หมายความว่าอย่างไร
 - เวลาที่แสงเดินทางใน 1 ปี
 - ระยะทางที่แสงเดินทางได้ใน 1 ปี
 - เวลาที่แสงเดินทางจากดวงอาทิตย์มาถึงโลก
 - ระยะทางที่แสงเดินทางจากดวงอาทิตย์มาถึงโลก
- ระยะทาง 1 ปีแสง มีค่าเท่าใด
 - 9.46×10^8 เมตร
 - 9.46×10^{10} เมตร
 - 9.46×10^{15} เมตร
 - 9.46×10^{20} เมตร





6. ถ้าวัดรัศมีวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เท่ากับ 1.47×10^{11} เมตร จงหาว่าแสงจากดวงอาทิตย์ต้องใช้เวลานานเท่าใดจึงจะเคลื่อนที่ถึงโลก

- ก. 500 วินาที
- ข. 490 วินาที
- ค. 450 วินาที
- ง. 400 วินาที

7. ปัจจุบันอัตราเร็วของแสงในอากาศหรือสุญญากาศมีค่าประมาณเท่าใด

- ก. 3×10^6 เมตรต่อวินาที
- ข. 3×10^7 เมตรต่อวินาที
- ค. 3×10^8 เมตรต่อวินาที
- ง. 3×10^9 เมตรต่อวินาที

8. ดาวฤกษ์ดวงหนึ่งอยู่ไกลจากโลก 2.5 ปีแสง ถ้ายานอวกาศใช้อัตราเร็ว 3×10^4 เมตรต่อวินาที จะใช้เวลาเดินทางจากโลกถึงดาวเคราะห์ดวงนี้ในเวลากี่ปี

- ก. 2.5×10^4 ปี
- ข. 2.5×10^5 ปี
- ค. 3×10^4 ปี
- ง. 3×10^5 ปี

9. ถ้านำลูกวอลเลย์บอลไปวางไว้ระหว่างหลอดไฟเล็กๆ กับฉากร่างที่เกิดขึ้นบนฉากเป็นไปตามข้อใด

- ก. เกิดเงามืดล้อมรอบเงามัว
- ข. เกิดเงามัวล้อมรอบเงามืด
- ค. เกิดเงามัวอย่างเดียว
- ง. เกิดเงามืดอย่างเดียว

10. การแสดงในข้อใด ที่ใช้ประโยชน์โดยตรงจากการเกิดเงาของวัตถุ

- ก. โขน
- ข. หนังตะลุง
- ค. ละครเวที
- ง. หุ่นกระบอก

คนเก่งของครู
จะทำได้ก็ข้อเอ๋ย





ภาคผนวก





เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงเป็นอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

ตอบ มีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เช่น การที่เราไม่สามารถมองอ้อมขอบวัตถุที่ขวางกันได้

2. การเกิดเงาของวัตถุเป็นอย่างไร

ตอบ เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดไปกระทบวัตถุทึบแสง จะเกิดเงาขึ้นทางด้านหลังของวัตถุทึบแสง โดยเงาที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งกำเนิดแสง และขนาดของวัตถุ

3. นักวิทยาศาสตร์คนแรกที่ยพยายามวัดอัตราเร็วแสง แต่ไม่สำเร็จ คือใคร

ตอบ กาลิเลโอ

4. นักวิทยาศาสตร์ที่ทำการวัดอัตราเร็วของแสง โดยใช้เครื่องมือพิเศษที่สามารถวัดช่วงเวลาสั้นๆ ได้ อย่างแม่นยำ เขาสามารถวัดอัตราเร็วของแสงได้ใกล้เคียงกับอัตราเร็วแสงที่ยอมรับในปัจจุบัน คือใคร

ตอบ ฟิโซ

5. แสงจากธรรมชาติเกิดจากอะไร และมีลักษณะอย่างไร

ตอบ แสงจากธรรมชาติเป็นแสงที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ เช่น แสงจากหิ่งห้อย แสงจากดวงดาว แสงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่างๆ อีกหลายสี ได้แก่ แสงสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อละ 2 คะแนน

คะแนนที่ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม.....10.....คะแนน





เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่อธิบายถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่อธิบายผิด (10 คะแนน)

- ...✓... 1) เราไม่สามารถมองอ้อมขอบวัตถุที่ขวางกันได้ เพราะแสงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
- ...✓... 2) เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดไปกระทบวัตถุทึบแสง จะเกิดเงาขึ้นทางด้านหน้าวัตถุ
- ...✕... 3) กรณีแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดใหญ่ จะเกิดเงามืดเพียงอย่างเดียว
- ...✕... 4) กรณีแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเล็ก จะเกิดเงามัวล้อมรอบเงามืด
- ...✕... 5) ไอแซก นิวตัน เป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่พยายามวัดอัตราเร็วแสง
- ...✓... 6) โรเมอร์ เป็นคนแรกที่สามารถแสดงว่า แสงมีอัตราเร็วจำกัด
- ...✓... 7) แสงจากดวงอาทิตย์ที่มองเห็นจะมีหลายสี ได้แก่ สีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง
- ...✓... 8) แสงจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยอัตราเร็วตามชนิดของตัวกลาง
- ...✓... 9) แอลกอฮอล์เป็นตัวกลางที่มีดัชนีหักเหเท่ากับ 1.50 และ มีอัตราเร็วของแสงเท่ากับ 2.00×10^8 (เมตร/วินาที)
- ...✓... 10) น้ำและพลาสติกใสเป็นตัวกลางที่มีดัชนีหักเหและมีอัตราเร็วของแสงเท่ากัน

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อละ 1 คะแนน

คะแนนที่ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม.....10.....คะแนน





เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับค่าของอัตราเร็วของแสงที่แน่นอน และยอมรับในปัจจุบัน (10 คะแนน)

อัตราเร็วของแสงในตัวกลางต่างๆ ขึ้นอยู่กับดัชนีหักเหของตัวกลาง ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อยอัตราเร็วแสงมีค่ามาก และตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากอัตราเร็วแสงมีค่าน้อย ดรรชนีหักเหของตัวกลางเขียนแทนด้วย n (ไม่มีหน่วย) ดังตาราง

ตัวกลาง	ดรรชนีหักเห	อัตราเร็วแสง (เมตรต่อวินาที)
สุญญากาศ	1	3.00×10^8
อากาศ	$1.003 \approx 1$	3.00×10^8
น้ำ	1.33	2.25×10^8
แอลกอฮอล์	1.36	2.20×10^8
ฟลูออไรด์	1.43	2.09×10^8
ซิลิกา	1.46	2.05×10^8
แก้ว	1.50	2.00×10^8
เพชร	2.42	1.23×10^8

จากตาราง จะเห็นว่าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่เป็นแก๊สจะมีค่ามากที่สุด มากกว่าในตัวกลางที่เป็นของเหลว และในตัวกลางที่เป็นของแข็งตามลำดับ และอัตราเร็วของแสงมีค่ามากที่สุดเมื่อแสงเคลื่อนที่ในสุญญากาศ ซึ่งเป็นที่ว่างเปล่า ดังนั้นถ้าแสงเคลื่อนที่แบบคลื่นก็เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เกณฑ์การให้คะแนน ตามดุลพินิจครูผู้สอน

คะแนนที่ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม.....20.....คะแนน





เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

สถานการณ์การฉายแสง	ผลการสังเกตแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉาก
ไม่มีกระดาษกั้น	แสงตกกระทบเต็มฉาก
มีกระดาษเจาะรูกั้น 1 แผ่น	แสงตกกระทบฉากเป็นจุด 1 จุด
มีกระดาษเจาะรูกั้น 2 แผ่น โดยที่รูทั้ง 2 ไม่ตรงกัน	ไม่มีแสงตกกระทบฉาก
มีกระดาษเจาะรูกั้น 2 แผ่น โดยที่รูทั้ง 2 ตรงกัน	แสงตกกระทบฉากเป็นจุด 1 จุด

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อไม่มีกระดาษกั้น ลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากเป็นอย่างไร

ตอบแสงตกกระทบเต็มฉาก.....

2. เมื่อมีกระดาษเจาะรูกั้น 1 แผ่น ลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากแตกต่างจากกรณีที่ไม่มีการดาษกั้นหรือไม่ อย่างไร

ตอบแตกต่าง คือ เมื่อไม่มีกระดาษกั้น แสงตกกระทบเต็มฉาก เมื่อมีกระดาษเจาะรูกั้น 1 แผ่น แสงตกกระทบฉากจะเป็นจุด 1 จุด.....

3. กรณีที่ฉายแสงผ่านแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่นที่ไม่ตรงกัน ลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากเป็นอย่างไร

ตอบไม่มีแสงตกกระทบฉาก.....

4. กรณีที่ฉายแสงผ่านแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่นที่ตรงกัน ลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนแผ่นฉากเป็นอย่างไร แตกต่างจากกรณีที่กระดาษเจาะรูทั้ง 2 แผ่นไม่ตรงกันหรือไม่

ตอบกรณีที่ฉายแสงผ่านแผ่นกระดาษเจาะรู 2 แผ่นที่ตรงกัน แสงตกกระทบฉากเป็นจุด 1 จุด ซึ่งแตกต่างจากกรณีที่กระดาษเจาะรูทั้ง 2 แผ่นไม่ตรงกัน ที่ไม่มีแสงตกกระทบฉาก.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

การที่มองไม่เห็นแสงตกกระทบบนฉาก แสดงว่าแสงไม่สามารถผ่านรู กระดาษ 2 แผ่นที่ไม่ตรงกันได้ และการที่มองเห็นแสงตกกระทบบนฉากนั้น แสดงว่าแสงสามารถเคลื่อนที่ผ่านรูกระดาษ 2 แผ่น ที่ตรงกันได้ แสดงว่าลักษณะทางเดินของแสงมีแนวการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง

เกณฑ์การให้คะแนน ตามดุลพินิจครูผู้สอน

คะแนนที่ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม.....25.....คะแนน





เกณฑ์การการประเมิน

ผู้ประเมิน ครู

ใช้เกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบปรนัยเลือกตอบ จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

รายการพิจารณา	คะแนน
ตอบถูกต้อง	1
ตอบผิด ไม่ตอบ ตอบหลายตัวเลือกหรือตอบเป็นอย่างอื่น	0

เกณฑ์การให้คะแนนการตอบคำถามอัตนัยเชิงอธิบาย จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1
เรื่องการเคลื่อนที่ของแสง

รายการพิจารณา	คะแนน
สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วน และเป็นขั้นตอน หรือ เขียนบรรยาย / อธิบายได้ชัดเจนมีเหตุผลสนับสนุน	2
สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน เขียนบรรยาย / อธิบายได้ชัดเจน	1
ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเป็นอย่างอื่น ไม่ตรงกับประเด็นคำถาม	0

เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบปรนัยเลือกตอบ ถูก-ผิด จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2
เรื่องการเคลื่อนที่ของแสง

รายการพิจารณา	คะแนน
ตอบถูกต้อง	1
ตอบผิด ไม่ตอบ ตอบหลายตัวเลือกหรือตอบเป็นอย่างอื่น	0





แบบประเมินการสืบค้น และลงความเห็นจากข้อมูล

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

การบันทึกคะแนน ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามความเป็นจริงที่สุด

รายการประเมิน	ดีมาก 4	ดี 3	พอใช้ 2	ปรับปรุง 1
1. แหล่งข้อมูลที่นำมา				
2. การจัดกระทำข้อมูล				
3. การนำเสนอข้อมูล				
4. การอธิบาย				
5. การเพิ่มความเห็น				

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินการสืบค้น และลงความเห็นจากข้อมูล จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเคลื่อนที่ของแสง

รายการประเมิน	เกณฑ์คะแนน / ประเด็นการประเมิน			
	4	3	2	1
1. แหล่งข้อมูลที่สืบค้น	สืบค้นข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น จากการสังเกต การวัด การทดลอง และอื่น ๆ และนำมาแหล่งละหลายรายการ	สืบค้นข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น จากการสังเกต การวัด การทดลอง และอื่นๆ แต่นำมาแหล่งละน้อยรายการ	สืบค้นข้อมูลมาจากน้อยแหล่ง และนำมาแหล่งละหลายรายการ	สืบค้นข้อมูลมาจากน้อยแหล่ง และนำมาน้อยรายการ
2. การจัดกระทำข้อมูล	จัดกระทำข้อมูลใหม่ โดยการเรียงลำดับ แยกประเภท หรือ คำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ชัดเจน และตรงประเด็น	จัดกระทำข้อมูลใหม่ โดยการเรียงลำดับ แยกประเภท หรือ คำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ชัดเจน แต่ไม่ตรงประเด็น	จัดกระทำข้อมูล โดยการเรียงลำดับ แยกประเภทใหม่ ชัดเจน แต่ตรงประเด็น	จัดกระทำข้อมูลใหม่ ไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น





รายการประเมิน	เกณฑ์คะแนน / ประเด็นการประเมิน			
	4	3	2	1
3. การนำเสนอข้อมูล	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงทุกประเด็น	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นเป็นส่วนใหญ่	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้ชัดเจน และตรงประเด็นเป็นส่วนน้อย	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอไม่อย่างชัดเจน และไม่ตรงประเด็น
4. การอธิบาย	อธิบายผลและข้อมูลได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นทุกครั้ง	อธิบายผลและข้อมูลได้ค่อนข้างชัดเจน และตรงประเด็น	อธิบายผลและข้อมูลได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ไม่ตรงประเด็น	อธิบายผลและข้อมูลได้ไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น
5. การเพิ่มความเห็น	เพิ่มความเห็นข้อมูลอย่างมีเหตุผลทุกครั้ง	เพิ่มความเห็นข้อมูลอย่างมีเหตุผลบ่อยครั้ง	เพิ่มความเห็นข้อมูลอย่างมีเหตุผลบางครั้ง	ไม่เพิ่มความเห็นข้อมูล หรือมักเพิ่มความเห็นข้อมูลอย่างไม่มีเหตุผล





แบบประเมินทักษะกระบวนการ การทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

การบันทึกคะแนน ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามความเป็นจริงที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ความสามารถในการออกแบบการทดลอง					
2. การปฏิบัติการทดลอง					
3. การบันทึกผลและสรุปผลการทดลอง					
4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง					
5. บอกปัญหา / อุปสรรคและแนวทางแก้ไข					
สรุป					

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก
(.....)

เกณฑ์การให้คะแนน 5 หมายถึง ยอดเยี่ยม 4 หมายถึง ดีมาก 3 หมายถึง ดี
2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
คะแนนที่ได้.....คะแนน คะแนนเต็ม.....25.....คะแนน





เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินทักษะกระบวนการ การทดลอง จากกิจกรรมการเรียนรู้
ที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่ของแสง

รายการ ประเมิน	5	4	3	2	1
1. ความ สามารถ ในการ ออกแบบ การทดลอง	กำหนดวิธีการ เลือกใช้อุปกรณ์ /สารเคมี อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม	กำหนดวิธีการ เลือกใช้อุปกรณ์ / สารเคมี อย่าง ถูกต้องเหมาะสม บ่อยครั้ง	กำหนดวิธีการ เลือกใช้อุปกรณ์ /สารเคมี อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม เป็นบางครั้ง	กำหนดวิธีการ เลือกใช้อุปกรณ์ /สารเคมี อย่างไม่ถูกต้อง	กำหนด วิธีการ เลือกใช้อุปกรณ์ / สารเคมี ไม่ถูกต้อง
2. การ ปฏิบัติการ ทดลอง	ทดลองตาม ขั้นตอนที่ กำหนดไว้ ทันเวลา ใช้อุปกรณ์และ สารเคมีอย่าง ถูกต้อง คล่องแคล่ว และเหมาะสม ทุกครั้ง	ทดลองตามขั้นตอน ที่กำหนดไว้ ทันเวลา ใช้อุปกรณ์และ สารเคมีอย่าง ถูกต้อง คล่องแคล่ว และเหมาะสม บ่อยครั้ง	ทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด ไว้ ทันเวลา ใช้อุปกรณ์และ สารเคมีอย่าง ถูกต้อง คล่องแคล่ว และ เหมาะสมบางครั้ง	ทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด ไว้ ทันเวลา ใช้อุปกรณ์และ สารเคมีไม่ถูกต้อง	การทดลอง ไม่เป็นไปตาม ขั้นตอน ไม่ทันเวลา ใช้อุปกรณ์และ สารเคมี ไม่ถูกต้อง ไม่คล่อง และ ไม่เหมาะสม
3. การบันทึก ผลและ สรุปผลการ ทดลอง	บันทึกผลการ ทดลองและ สรุปผลการ ทดลอง ถูกต้อง ตามจุดประสงค์ การทดลองและ นำเสนอเป็น ขั้นตอนชัดเจน	บันทึกผลการ ทดลองและสรุป ผลการทดลอง ถูกต้อง ตาม จุดประสงค์ การทดลองและ นำเสนอเป็น ขั้นตอนแต่ ไม่ชัดเจน	บันทึกผลการ ทดลองและ สรุปผลการ ทดลอง ถูกต้อง ตามจุดประสงค์ การทดลองและ นำเสนอไม่เป็น ขั้นตอน	บันทึกผลการ ทดลองและ สรุปผลการ ทดลองถูกต้อง แต่ไม่ครบตาม จุดประสงค์ การทดลองและ นำเสนอไม่เป็น ขั้นตอน	บันทึกผลการ ทดลองและ สรุปผลการ ทดลอง ไม่ถูกต้องตาม จุดประสงค์ การทดลองและ นำเสนอไม่เป็น ขั้นตอน





รายการประเมิน	5	4	3	2	1
4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง	เขียนบรรยายผลการทดลองตรง หรือ สอดคล้อง หรือ ตอบคำถาม ตามวัตถุประสงค์ การทดลอง หรือ ไม่ เพราะ เหตุอะไร / มีปัญหาอะไรจึงเป็นเช่นนั้น (นำกฎ ทฤษฎี หลักการ ฯลฯ ทางฟิสิกส์มาเขียนบรรยายสนับสนุน)	เขียนบรรยายผลการทดลองตรง หรือ สอดคล้อง หรือ ตอบคำถาม ตามวัตถุประสงค์ การทดลอง ได้บ้าง หรือ บอเหตุผล อะไร / มีปัญหาอะไรจึงเป็นเช่นนั้น ไม่ค่อยได้ (นำกฎ ทฤษฎี หลักการ ฯลฯ ทางฟิสิกส์มาเขียนบรรยายสนับสนุน)	เขียนบรรยายผลการทดลองตรง หรือ สอดคล้อง บ้างข้อ หรือ ตอบคำถาม ตาม วัตถุประสงค์ การทดลองได้ บ้าง หรือ ไม่บอเหตุผล อะไร / มีปัญหาอะไรจึงเป็นเช่นนั้น (นำกฎ ทฤษฎี หลักการ ฯลฯ ทางฟิสิกส์มาเขียนบรรยายสนับสนุน)	เขียนบรรยายผลการทดลอง ไม่ค่อยตรง หรือ สอดคล้อง หรือ ตอบคำถาม ไม่ตาม วัตถุประสงค์ การทดลอง หรือ ไม่ เพราะเหตุอะไร/มีปัญหาอะไรจึงเป็นเช่นนั้น (ไม่ได้ นำกฎ ทฤษฎี หลักการ ฯลฯ ทางฟิสิกส์มาเขียนบรรยายสนับสนุน)	เขียนบรรยายผลการทดลอง ไม่ค่อยสอดคล้อง หรือ ตอบคำถาม ไม่ตรงตาม วัตถุประสงค์ การทดลอง และไม่ได้ นำกฎ ทฤษฎี หลักการ ฯลฯ ทางฟิสิกส์มาเขียนบรรยายสนับสนุน)
5. บอกปัญหา / อุปสรรค และแนวทางแก้ไข	1. สามารถระบุปัญหา / อุปสรรคที่มีระหว่างการทดลองได้ชัดเจน 2. บอกแนวทางแก้ไขปัญหา / อุปสรรคที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสมและชัดเจนทุกข้อ	1. สามารถระบุปัญหา / อุปสรรคที่มีระหว่างการทดลองได้บ้าง 2. บอกแนวทางแก้ไขปัญหา / อุปสรรคที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน เป็นบางข้อ	1. สามารถระบุปัญหา / อุปสรรคที่มีระหว่างการทดลองได้บ้าง 2. บอกแนวทางแก้ไขปัญหา / อุปสรรคไม่ชัดเจน	1. สามารถระบุปัญหา / อุปสรรคที่มีระหว่างการทดลองได้บ้าง 2. ไม่บอกแนวทางแก้ไขปัญหา / อุปสรรค	1. สามารถระบุปัญหา / อุปสรรคที่มีระหว่างการทดลองไม่ค่อยได้ 2. ไม่บอกแนวทางแก้ไขปัญหา / อุปสรรค



คำชี้แจง ให้ใส่ระดับคะแนนแต่ละช่องตามความเป็นจริง โดยใช้เกณฑ์คะแนนดังนี้

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = พอใช้ 2 = ปรับปรุง 1 = แย่

[illegible]

.....

(.....)

ผู้ประเมิน

...../...../.....





เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการ ประเมิน	เกณฑ์คะแนน / ประเด็นการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. มีวินัย	ปฏิบัติตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบ ข้อบังคับใน ชั้นเรียนทุกครั้ง โดยไม่ต้องมีผู้กำกับ ดูแล	ปฏิบัติตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบ ข้อบังคับใน ชั้นเรียนบ่อยครั้ง โดยไม่ต้องมี ผู้กำกับดูแล	ปฏิบัติตามข้อ ตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับ ในชั้นเรียน เป็นบางครั้ง โดยไม่ต้องมี ผู้กำกับดูแล	ปฏิบัติตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบ ข้อบังคับในชั้น เรียนโดยมีผู้กำกับ ดูแล	ไม่ปฏิบัติตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับ ในชั้นเรียน
2. ใฝ่เรียนรู้	ร่วมมือกับผู้อื่น แสวงหาความรู้ จากแหล่ง เรียนรู้ และ สามารถตั้ง คำถามที่ แสวงหาคำตอบ ได้ชัดเจน	แนะนำช่วยเหลือ ผู้อื่นในการ แสวงหาความรู้ จากแหล่งเรียนรู้ และสามารถตั้ง คำถามที่แสวงหา คำตอบได้ชัดเจน	แสวงหาความรู้ จากแหล่งเรียนรู้ และสามารถตั้ง คำถามที่แสวงหา คำตอบได้ชัดเจน ด้วยตนเอง	แสวงหาความรู้ จากแหล่ง เรียนรู้ และ สามารถตั้ง คำถามที่แสวงหา คำตอบได้ชัดเจน โดยการดัดแปลง จากผู้อื่น	แสวงหาความรู้ จากแหล่ง เรียนรู้ และ สามารถตั้ง คำถามที่ แสวงหาคำตอบ ได้ชัดเจน จากผู้อื่น
3. มุ่งมั่นใน การทำงาน	ร่วมมือทำงาน ด้วยความเต็มใจ ยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น ได้ผลงานตาม เป้าหมายของ กลุ่ม สามารถ ตรวจสอบ วิเคราะห์พัฒนา ปรับปรุงต่อเนื่อง จนทำให้งาน ประสบ ความสำเร็จ	ร่วมมือทำงาน ด้วยความเต็มใจ ยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น ปรับปรุงพัฒนา งานด้วยความ รับผิดชอบ จนทำให้งาน ประสบ ความสำเร็จ	ร่วมมือทำงาน ด้วยความเต็มใจ ยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น ด้วยความ รับผิดชอบ จนทำให้งาน ประสบ ความสำเร็จ	ร่วมมือทำงาน ด้วยความเต็มใจ ยอมรับฟัง ความคิดเห็น ของผู้อื่น	ร่วมมือทำงาน ด้วยความ เต็มใจ





เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

ก่อนเรียน

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

หลังเรียน

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



เห็นไหมว่า กิจกรรมของเรา
ไม่ยากอย่างที่คิด





**บันทึกผลการเรียนรู้ระหว่าง
ทำกิจกรรม
เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง**

ตารางสรุปผลการเรียนรู้

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ความก้าวหน้า
ก่อนเรียน	10		
หลังเรียน	10		

เกณฑ์การประเมิน ต้องผ่านร้อยละ 70 ขึ้นไป หรือ 7 คะแนนขึ้นไป
☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

กิจกรรมฝึกทักษะ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
1	10				
2	10				
3	20				
4	25				
รวม	65				

เกณฑ์การประเมิน ต้องผ่านร้อยละ 70 ขึ้นไป หรือ 45.50 คะแนนขึ้นไป
☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน



ขอให้ทุกคนโชคดี
และหมั่นทบทวนความรู้ด้วยนะจ๊ะ





บรรณานุกรม

- ก่องกัญจน์ ภัทรากาญจน์. (2555). **ฟิสิกส์ ม.4**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารุณี เชิดชัยสภาพร. (2549). **วิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวศึกษา.
- ช่วง ทมิตตพงศ์ และคณะ. (2554). **ฟิสิกส์ ม.4-6 รายวิชาพื้นฐาน:กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ไชเอ็ด.
- นันทพงษ์ ลายทอง และคณะ. (2549). **วิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : อาชีวศึกษา.
- บัญชา แสนทวี และคณะ. (2551). **สื่อการเรียนรู้ แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน สมบูรณ์แบบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- _____. (2551). **ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- _____. (2551). **สาระการเรียนรู้พื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- ยิ่งศักดิ์ นิตยภักษ์. (2549). **ฟิสิกส์และเคมี**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วุฒิพันธ์ ปรัชญพฤทธ์.(2552). **ฟิสิกส์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). **คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- _____. (2554). **แนวการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สุอังคณา แก่นโนนสังข์. (2551). **วิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เมืองไทย.

