

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา 23101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ปีการศึกษา 2565



โดย
นางกนกวรรณ แปงใจ
ตำแหน่ง ครู



โรงเรียนเมืองрадวิทยาком อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์



แผนจัดการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายวิชาวิทยาศาสตร์
รหัสวิชา 23101

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จัดทำโดย

นางกนกวรรณ แปงใจ

ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

การนิเทศแผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา 23101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ความเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....
.....
.....

ลงชื่อ

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความเห็นหัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....
.....

ลงชื่อ

(นางรัชฎู บัวพันธ์)

หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความเห็นรองผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....
.....
.....

ลงชื่อ

(นายไพโรจน์ เดชะรัตน์)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

ความเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....
.....
.....

ลงชื่อ

(นายไพโรจน์ ทองเพ็ง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

คำนำ

แผนจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเมืองรัตวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์
จัดทำขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้
จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางจัดการเรียนการสอน ให้บรรลุตามตัวชี้วัด เพื่อให้นักเรียนมีลักษณะอันพึงประสงค์
ตามที่กำหนด

แผนจัดการเรียนรู้เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีก็ด้วย คำแนะนำจากเพื่อนครู และผู้บริหาร
โรงเรียนเมืองรัตวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณท่านมา
 ณ โอกาสนี้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
การนิเทศแผนการจัดการเรียนรู้.....	ก
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
สาระมาตรฐานการเรียนรู้	1
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี	3
โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	23
คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน	25
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	26
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	31
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	36
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	42
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5.....	47
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6.....	53
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7.....	58
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8.....	64
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9.....	70
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10.....	76
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11.....	82
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12.....	89
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13.....	95
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14.....	103
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15.....	110
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16.....	116
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17.....	123
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18.....	130
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19.....	135
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20.....	145
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 21.....	153
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 22.....	161
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 23.....	167
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 24.....	173

สารบัญ (ต่อ)	
เรื่อง	หน้า
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 25.....	182
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 26.....	188
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 27.....	193
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 28.....	202
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 29.....	207
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 30.....	213
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 31.....	220
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 32.....	225
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 33.....	232
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 34.....	138
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 35.....	245
ภาคผนวก	250
แบบทดสอบ	251

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

- มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

- มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิด ปฏิกิริยาเคมี
- มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

- มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ
- มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

- มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 1.1 ม3/1อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ	- ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์ จุลินทรีย์ และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิ แร่ธาตุ แก๊ส องค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กัน เช่น พืชต้องการแสง น้ำ และแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ ในการสร้างอาหาร สัตว์ต้องการอาหาร และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้น องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ระบบนิเวศจึงจะสามารถคงอยู่ต่อไปได้	สวนพฤกษศาสตร์ สวนป่า ในโรงเรียน และชุมชน
	ว 1.1 ม3/2 อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่เดียวกันที่ได้จากการสำรวจ	- สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะเหยือกกับผู้ล่า ภาวะปรสิต - สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน เรียกว่าประชากร - กลุ่มสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยประชากรของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิด อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน	
	ว 1.1 ม3/3 สร้างแบบจำลองในการอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร	- กลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบ่งตามหน้าที่ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย สารอินทรีย์ สิ่งมีชีวิตทั้ง 3 กลุ่มนี้ มีความสัมพันธ์กัน ผู้ผลิตเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เอง โดยกระบวนการ	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 1.1 ม3/4 อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ	สังเคราะห์ด้วยแสง ผู้บริโภค เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง และต้องกินผู้ผลิตหรือสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร เมื่อผู้ผลิตและผู้บริโภคตายลง จะถูกย่อยโดยผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งจะเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์กลับคืนสู่	
	ว 1.1 ม3/5 อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร	สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร จำนวนผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ จะต้องมีความเหมาะสม จึงทำให้กลุ่มสิ่งมีชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล - พลังงานถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ รวมทั้งผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ในรูปแบบสายใยอาหาร ที่ประกอบด้วย โซ่อาหารหลายโซ่ที่สัมพันธ์กัน ในการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหาร พลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปจะลดลงเรื่อย ๆ ตามลำดับของการบริโภค	-
	ว 1.1 ม3/6 ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ โดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ	- การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ อาจทำให้ มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้ จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และทำลายสมดุลในระบบนิเวศ ดังนั้นการดูแลรักษาระบบนิเวศให้เกิดความสมดุล และคงอยู่ตลอดไปจึงเป็นสิ่งสำคัญ	

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
-	-		-

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.3	ว 1.3 ม3/1 อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่าง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง	<ul style="list-style-type: none"> - ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม - โครโมโซมประกอบด้วย ดีเอ็นเอ และโปรตีน ขดอยู่ในนิวเคลียส ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน โดยบางส่วนของดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต - สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซม 2 ชุด โครโมโซมที่เป็นคู่กันมีการเรียงลำดับของยีนบนโครโมโซมเหมือนกัน เรียกว่า ฮอโมโลกัสโครโมโซม ยีนหนึ่งที่อยู่บนคู่ฮอโมโลกัสโครโมโซมอาจมีรูปแบบแตกต่างกัน เรียกแต่ละรูปแบบของยีนที่ต่างกันนี้ว่าแอลลีล ซึ่งการเข้าคู่กันของแอลลีลต่าง ๆ อาจส่งผลทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างกันได้ - สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมคงที่ มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 23 คู่ เป็นออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY 	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 1.3 ม3/2 อธิบายการ ถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม จากการผสมโดย พิจารณาลักษณะ เดียวที่แอลลีลเด่น ข่มแอลลีลด้อย อย่างสมบูรณ์	-เมนเดลได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของต้นถั่วชนิดหนึ่ง และนำมาสู่หลักการพื้นฐานของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต - สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมเป็น 2 ชุด ยีนแต่ละตำแหน่งบนฮอโมโลกัสโครโมโซมมี 2 แอลลีล โดยแอลลีลหนึ่งมาจากพ่อ และอีกแอลลีลมาจากแม่ ซึ่งอาจมีรูปแบบเดียวกัน หรือแตกต่างกัน แอลลีลที่แตกต่างกันนี้ แอลลีลหนึ่งอาจมีการแสดงออกข่มอีกแอลลีล	
	ว 1.3 ม3/3 อธิบายการเกิด จีโนไทป์และ ฟีนไทป์ของลูก และคำนวณ อัตราส่วนการเกิด จีโนไทป์ และ ฟีนไทป์ของ รุ่นลูก	หนึ่งได้ เรียกแอลลีลนั้นว่า เป็นแอลลีลเด่น ส่วนแอลลีลที่ถูกข่มอย่างสมบูรณ์เรียกว่าเป็นแอลลีลด้อย - เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แอลลีลที่เป็นคู่กัน ในแต่ละฮอโมโลกัสโครโมโซมจะแยกจากกันไปสู่วเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ โดยแต่ละเซลล์สืบพันธุ์จะได้รับเพียง 1 แอลลีล และจะมาเข้าคู่กับแอลลีลที่ตำแหน่งเดียวกันของอีกเซลล์สืบพันธุ์หนึ่งเมื่อเกิดการปฏิสนธิ จนเกิดเป็นจีโนไทป์และแสดงฟีโนไทป์ในรุ่นลูก	-
	ว 1.3 ม3/4 อธิบายความ แตกต่างของการ แบ่งเซลล์แบบไม โทซิสและไมโอซิส	- กระบวนการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี 2 แบบ คือ ไมโทซิส และไมโอซิส - ไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้น - ไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น เมื่อเกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ ลูกจะได้รับการถ่ายทอดโครโมโซมชุดหนึ่งจากพ่อและอีกชุดหนึ่งจากแม่ จึงเป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่และจะคงที่ในทุกๆ รุ่น	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 1.3 ม3/5 บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม	<p>การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม</p> <p>- โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้</p> <p>ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกันโดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม</p>	
	ว 1.3 ม3/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่าก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์ เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม		
	ว 1.3 ม3/7 อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้	<p>- มนุษย์เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตนี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม</p> <p>- ในปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิตอาหาร การผลิตยารักษาโรค การเกษตร อย่างไรก็ตาม ยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังทำการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว</p> <p>- ความหลากหลายทางชีวภาพ มี 3 ระดับ ได้แก่ ความหลากหลายของระบบนิเวศ</p>	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 1.3 ม3/9 เปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพ ในระดับชนิดสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต่าง ๆ	ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต และ ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพนี้มีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ ระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง จะรักษาสมดุลได้ดีกว่าระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำกว่า	
	ว 1.3 ม3/10 อธิบาย ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ และต่อมนุษย์	นอกจากนี้ความหลากหลายทางชีวภาพยังมีความสำคัญต่อมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นอาหาร ยารักษาโรค วัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของทุกคนในการดูแลรักษา ความหลากหลายทางชีวภาพให้คงอยู่	
	ว 1.3 ม3/11 แสดงความตระหนักในคุณค่าและความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ		

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 2.1 ม3/1 ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิกส์ และวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และ สารสนเทศ	<ul style="list-style-type: none"> - พอลิเมอร์ เซรามิกส์ และวัสดุผสม เป็นวัสดุที่ใช้มากในชีวิตประจำวัน - พอลิเมอร์เป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่เกิดจากโมเลกุลจำนวนมาก รวมตัวกันทางเคมี เช่น พลาสติก ยาง เส้นใย ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติแตกต่างกัน โดยพลาสติกเป็นพอลิเมอร์ที่ขึ้นรูปเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ ยางยืดหยุ่นได้ ส่วนเส้นใยเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถดึงเป็นเส้นยาวได้ พอลิเมอร์จึงใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน - เซรามิกส์เป็นวัสดุที่ผลิตจาก ดิน หิน ทราย และแร่ธาตุต่าง ๆ จากธรรมชาติ และส่วนมากจะผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้เครื่องปั้นดินเผา 	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 2.1 ม3/2 ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิกส์ และวัสดุผสม โดยเสนอแนะแนวทางการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า	<p>ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้เนื้อสารที่แข็งแรงเซรามิกส์สามารถทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ สมบัติทั่วไปของเซรามิกส์จะแข็ง ทนต่อการสึกกร่อน และเปราะ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น</p> <p>ภาชนะที่เป็น</p> <ul style="list-style-type: none"> - วัสดุผสมเป็นวัสดุที่เกิดจากวัสดุตั้งแต่ 2 ประเภท ที่มีสมบัติแตกต่างกันมารวมตัวกัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น เสื่อกันฝนบางชนิด เป็นวัสดุผสมระหว่างผ้ากับยาง คอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นวัสดุผสมระหว่างคอนกรีตกับเหล็ก - วัสดุบางชนิดสลายตัวยาก เช่น พลาสติก การใช้วัสดุอย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม 	วัสดุที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
	ว 2.1 ม3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ	<ul style="list-style-type: none"> - การเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่ โดยสารที่เข้าทำปฏิกิริยา เรียกว่า สารตั้งต้น สารใหม่ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ การเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการข้อความ - การเกิดปฏิกิริยาเคมี อะตอมของสารตั้งต้นจะมีการจัดเรียงตัวใหม่ ได้เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างจากสารตั้งต้น โดยอะตอมแต่ละชนิดก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาเคมีมีจำนวนเท่ากัน 	
	ว 2.1 ม3/4 อธิบายกฎทรงมวล โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> - เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี มวลรวมของสารตั้งต้นเท่ากับมวลรวมของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล 	
	ว 2.1 ม3/5 วิเคราะห์ปฏิกิริยาดูดความร้อนและปฏิกิริยาคายความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี มีการถ่ายโอนความร้อนควบคู่ไปกับการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมของสาร ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากระบบออกสู่สิ่งแวดล้อมเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์มอมิเตอร์ หัววัดที่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้อย่างต่อเนื่อง 	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	<p>ว 2.1 ม3/6 อธิบาย ปฏิบัติการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิบัติการของกรดกับโลหะ ปฏิบัติการของกรดกับเบส และ ปฏิบัติการของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และ อธิบายปฏิบัติการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว</p>	<p>- ปฏิบัติการเคมีที่พบในชีวิตประจำวันมีหลายชนิด เช่น ปฏิบัติการเผาไหม้ การเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิบัติการของกรดกับโลหะ ปฏิบัติการของกรดกับเบส ปฏิบัติการของเบสกับโลหะ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง ปฏิบัติการเคมีสามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการข้อความ ซึ่งแสดงชื่อของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เช่น</p> <p>เชื้อเพลิง + ออกซิเจน → คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ</p> <p>ปฏิบัติการเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารกับออกซิเจน สารที่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งถ้าเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การเกิดสนิมของเหล็ก เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเหล็ก น้ำ และออกซิเจน ได้ผลิตภัณฑ์ เป็นสนิมของเหล็ก - ปฏิบัติการเผาไหม้และการเกิดสนิมของเหล็ก เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารต่าง ๆ กับออกซิเจน - ปฏิบัติการของกรดกับโลหะ กรดทำปฏิกิริยากับโลหะได้หลายชนิด ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของโลหะและแก๊สไฮโดรเจน - ปฏิบัติการของกรดกับสารประกอบคาร์บอนเนต ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เกลือของโลหะ และน้ำ - ปฏิบัติการของกรดกับเบส ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของโลหะและน้ำ หรืออาจได้เพียงเกลือของโลหะ - ปฏิบัติการของเบสกับโลหะบางชนิด ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของเบสและแก๊สไฮโดรเจน - การเกิดฝนกรด เป็นผลจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำฝนกับออกไซด์ของไนโตรเจน หรือออกไซด์ของซัลเฟอร์ ทำให้น้ำฝนมีสมบัติเป็นกรด - การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นปฏิกิริยาระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ โดยมีแสงช่วยในการเกิดปฏิกิริยาได้ ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลกลูโคสและออกซิเจน 	ตัวอย่าง ปฏิบัติการในชีวิตประจำวัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 2.1 ม3/7 ระบุ ประโยชน์และโทษของ ปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อ สิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม และ ยกตัวอย่างวิธีการ ป้องกันและแก้ปัญหาที่ เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่ พบในชีวิตประจำวัน จากการสืบค้นข้อมูล	<p>- ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงต้องระมัดระวังผลจากปฏิกิริยาเคมีตลอดจนรู้จักวิธีป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน</p> <p>- ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสามารถบูรณาการกับคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์เพื่อใช้ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามต้องการหรืออาจสร้างนวัตกรรมเพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมี การเพิ่มปริมาณผลผลิต</p>	
	ว 2.1 ม3/8 ออกแบบ วิธีแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน โดยใช้ ความรู้ เกี่ยวกับ ปฏิกิริยาเคมี โดยบูรณา การวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	<p>สามารถบูรณาการกับคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์ เพื่อใช้ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามต้องการหรืออาจสร้างนวัตกรรมเพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมี การเพิ่มปริมาณผลผลิต</p>	

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
-	-	-	-

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.3	ว 2.3 ม 3/1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องโดยใช้สมการ $V = IR$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์	เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าครบวงจรจะมีกระแสไฟฟ้า ออกจากขั้วบวกผ่านวงจรไฟฟ้าไปยังขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งวัดค่าได้จากแอมมิเตอร์ - ค่าที่บอกความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยประจุระหว่างจุด 2 จุด เรียกว่า ความต่างศักย์ ซึ่งวัดค่าได้จากโวลต์มิเตอร์	-
	ว 2.3 ม 3/2 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแส ไฟฟ้า และความต่างศักย์ ไฟฟ้า	ขนาดของกระแสไฟฟ้ามีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำ โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า มีค่าคงที่ เรียกว่าค่าคงที่นี้ว่า ความต้านทาน	
	ว 2.3 ม 3/3 ใช้โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า		
	ว 2.3 ม 3/4 วิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัวต้านทานหลายตัว แบบอนุกรมและแบบขนานจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- ในวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ไฟฟ้า แต่ละชิ้นมีความต้านทาน ในการต่อตัวต้านทาน หลายตัว มีทั้งต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน - การต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบอนุกรมในวงจรไฟฟ้า ความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทาน แต่ละตัวมีค่าเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว โดยกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน	
	ว 2.3 ม 3/5 เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน	- การต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบขนานในวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านวงจรมีค่า	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.3	ว 2.3 ม 3/6 บรรยายการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรจากข้อมูลที่รวบรวมได้	เท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวโดยความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน - ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีหลายชนิด เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทราานซิสเตอร์ ตัวเก็บประจุ โดยชิ้นส่วนแต่ละชนิดทำหน้าที่แตกต่างกันเพื่อให้วงจรทำงานได้ตามต้องการ - ตัวต้านทานทำหน้าที่ควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า ไดโอดทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าผ่านทางเดียว ทราานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิดหรือเปิดวงจรไฟฟ้า และควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้า ตัวเก็บประจุทำหน้าที่เก็บและคายประจุไฟฟ้า - เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดที่ทำงานร่วมกัน การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยเลือกใช้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมตามหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้น ๆ จะสามารถทำให้วงจรไฟฟ้าทำงานได้ตามต้องการ	
	ว 2.3 ม 3/7 เขียนแผนภาพและต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า		
	ว 2.3 ม 3/8 อธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการ $W = Pt$ รวมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	เครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่ากำลังไฟฟ้าและความต่างศักย์กำกับไว้ กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็นโวลต์ ค่าไฟฟ้าส่วนใหญ่คิดจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งหาได้จากผลคูณของกำลังไฟฟ้า ในหน่วยกิโลวัตต์ กับเวลาในหน่วยชั่วโมง พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ ชั่วโมง หรือหน่วย	การคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าบ้านของตนเอง
	ว 2.3 ม 3/9 ตระหนักในคุณค่าของการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	- วงจรไฟฟ้าในบ้านมีการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบขนาน เพื่อให้ความต่างศักย์เท่ากัน การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันต้องเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าให้เหมาะกับการใช้งาน และการ	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และประหยัด	
ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 2.3 ม 3/10สร้างแบบจำลอง ที่อธิบายการเกิดคลื่นและ บรรยายส่วนประกอบของคลื่น	- คลื่นเกิดจากการส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลางและ ไม่อาศัยตัวกลาง ในคลื่นกล พลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่าน ตัวกลางโดยอนุภาคของตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น คลื่นที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นอย่างต่อเนื่องและ มีรูปแบบที่ซ้ำกัน บรรยายได้ด้วยความยาวคลื่น ความถี่ แอมพลิจูด	
	ว 2.3 ม 3/11 อธิบายคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัม คลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้าจากข้อมูลที่ รวบรวมได้	- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลาง ในการ เคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก เคลื่อนที่ใน สุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่จะเคลื่อนที่ด้วย อัตราเร็ว	
	ว 2.3 ม 3/12 ตระหนักถึง ประโยชน์และอันตรายจากคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำเสนอการ ใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และ อันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในชีวิตประจำวัน	ต่างกันในตัวกลางอื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็น ช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้ - เลเซอร์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเดียว เป็นลำแสงขนานและความเข้มสูง นำไปใช้ประโยชน์ใน ด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสารมีการใช้เลเซอร์สำหรับ ส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสง โดยอาศัยหลักการ การสะท้อนกลับหมดของแสง ด้านการแพทย์ใช้ในการ ผ่าตัด - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านอกจากจะสามารถนำไปใช้ ประโยชน์แล้ว ยังมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง หรือถ้าได้รับรังสีแกมมา	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูงและสามารถทะลุผ่านเซลล์และอวัยวะได้ อาจทำลายเนื้อเยื่อหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้เมื่อได้รับรังสีแกมมาในปริมาณสูง	
ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 2.3 ม 3/13 ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง	- เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง โดยรังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ภาพจากกระจกเงาเกิดจากรังสีสะท้อนตัดกันหรือต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริง จะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ไปตัดกัน จะเกิดภาพเสมือน	
	ว 2.3 ม 3/14 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา	- เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน เช่น อากาศและน้ำ อากาศและแก้ว จะเกิดการหักเห หรืออาจเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่แสงตกกระทบ การหักเหของแสงผ่านเลนส์ทำให้เกิดภาพที่มีชนิดและขนาดต่าง ๆ	-
	ว 2.3 ม 3/15 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์		
	ว 2.3 ม 3/16 .เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง	- แสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่าสเปกตรัมของแสงขาว เมื่อเคลื่อนที่ในตัวกลางใด ๆ ที่ไม่ใช่อากาศ จะมีอัตราเร็วต่างกัน จึงมีการหักเหต่างกัน	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	ว 2.3 ม 3/17 อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสงและการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้	- การสะท้อนและการหักเหของแสงนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง มิราจ และอธิบายการทำงานของทัศนอุปกรณ์ เช่น แว่นขยาย กระจกโค้งจระจก กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ และแว่นสายตา	-
ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 2.3 ม 3/18 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา	- ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตายาว เป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดี จึงต้องใช้เลนส์ในการแก้ไขเพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติ โดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตายาวใช้เลนส์นูน	
	ว 2.3 ม 3/19 อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อดวงตาจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น	- ความสว่างของแสงมีผลต่อดวงตามนุษย์ การใช้สายตาในสภาพแวดล้อมที่มีความสว่างไม่เหมาะสมจะเป็นอันตรายต่อดวงตา เช่น การดูวัตถุในที่มี ความสว่างมากหรือน้อยเกินไป การจ้องดูหน้าจอภาพเป็นเวลานาน ความสว่างบนพื้นที่รับแสงมีหน่วยเป็นลักซ์ ความรู้เกี่ยวกับความสว่างสามารถนำมาใช้จัดความสว่างให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจัดความสว่างที่เหมาะสมสำหรับการอ่านหนังสือ	
	ว 2.3 ม 3/20 วัดความสว่างของแสงโดยใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง		-
	ว 2.3 ม 3/21 ตระหนักในคุณค่าของความรู้ เรื่อง ความสว่างของแสงที่มีต่อดวงตา โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะ การจัดความสว่างให้เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ		

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.3	ว 3.1 ม 3/1 อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$	- ในระบบสุริยะมีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง โดยมีดาวเคราะห์และบริวาร ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และอื่น ๆ เช่น วัตถุคอยเปอร์ โคจรอยู่โดยรอบ ซึ่งดาวเคราะห์ และวัตถุเหล่านี้โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วง แรงโน้มถ่วงเป็นแรงดึงดูดระหว่างวัตถุสองวัตถุ โดยเป็นสัดส่วนกับผลคูณของมวลทั้งสอง และเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง แสดงได้โดยสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$ เมื่อ F แทนความโน้มถ่วงระหว่างมวลทั้งสอง G แทนค่านิจโน้มถ่วงสากล m_1 แทนมวลของวัตถุแรก m_2 แทนมวลของวัตถุที่สอง และ r แทนระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง	-
	ว 3.1 ม 3/2 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดฤดู และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์	- การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจร ทำให้ส่วนต่างๆบนโลกได้รับปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในรอบปีเกิดเป็นฤดู กลางวันกลางคืนยาวไม่เท่ากัน และตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ที่ ขอบฟ้า และเส้นทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนไปในรอบปี ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิต	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
-	<p>ว 3.1 ม 3/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดข้างขึ้นข้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง</p>	<p>- ดวงจันทร์โคจรรอบโลก โลกและดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวงตลอดเวลา เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกได้หันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน จึงทำให้คนบนโลกสังเกตเห็นสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันไปในแต่ละวันเกิดเป็นข้างขึ้นข้างแรม</p> <p>- ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกันกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นเข้าไปประมาณวันละ 50 นาที</p> <p>- แรงแม่เหล็กที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก วันที่น้ำมีระดับการขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดเรียก วันน้ำเกิด ส่วนวันที่ระดับน้ำมีการขึ้นและลงน้อยเรียก วันน้ำตาย โดยวันน้ำเกิด น้ำตาย มีความสัมพันธ์กับข้างขึ้นข้างแรม</p>	
	<p>ว 3.1 ม 3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>-</p>	<p>- เทคโนโลยีอวกาศได้มีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันมากมาย มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศ เช่น ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (GNSS) การติดตามพายุ สถานการณ์ไฟป่า ดาวเทียมช่วยภัยแล้ง การตรวจคราบน้ำมันในทะเล</p> <p>- โครงการสำรวจอวกาศต่าง ๆ ได้พัฒนาเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจต่อโลก ระบบสุริยะและเอกภพมากขึ้น เป็นลำดับ ตัวอย่างโครงการสำรวจอวกาศ เช่น การสำรวจสิ่งมีชีวิตนอกโลก การสำรวจดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ การสำรวจดาวอังคาร และบริวารอื่นของดวงอาทิตย์</p>	-

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายใน โลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ โลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
-	-	-	-

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 4.1 ม 3/1 วิเคราะห์สาเหตุ หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน	<ul style="list-style-type: none"> - เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหาหรือความต้องการของมนุษย์ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม - เทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ โดยวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานความรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยี และเทคโนโลยีที่ได้สามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ค้นคว้า เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ 	-
	ว 4.1 ม 3/2 . ระบุปัญหาหรือความต้องการของชุมชนหรือท้องถิ่น เพื่อพัฒนางานอาชีพ สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา	<ul style="list-style-type: none"> - ปัญหาหรือความต้องการอาจพบได้ในงานอาชีพของชุมชนหรือท้องถิ่น ซึ่งอาจมีหลายด้าน เช่น ด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง - การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา 	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.3	<p>ว 4.1 ม 3/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลายวางแผนขั้นตอนการทำงาน และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพยากร ปัญหา เงื่อนไขและทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม - การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน - เทคนิคหรือวิธีการในการนำเสนอแนวทาง การแก้ปัญหาที่หลากหลาย เช่น การใช้แผนภูมิ ตาราง ภาพเคลื่อนไหว - การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาคือช่วยให้การทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น 	-
	<p>ว 4.1 ม 3/4 ทดสอบประเมินผล วิเคราะห์ และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่า สามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาคือ - การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน และชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ 	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	ว 4.1 ม 3/5 ใช้ความรู้ และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้ถูกต้องกับลักษณะของ งาน และปลอดภัย เพื่อ แก้ปัญหาหรือพัฒนางาน	<ul style="list-style-type: none"> - วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก เซรามิก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อ เลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน - การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LED LDR มอเตอร์ เฟือง คาน รอก ล้อ เพลา - อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนา วิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา 	

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3	ว 4.2 ม3/1 พัฒนาแอปพลิเคชันที่ มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่าง สร้างสรรค์	<ul style="list-style-type: none"> - ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน - Internet of Things (IoT) - ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน เช่น Scratch, python, java, c, ApplInventor - ตัวอย่างแอปพลิเคชัน เช่น โปรแกรมแปลง สกุล เงิน โปรแกรมผันเสียงวรรณยุกต์ โปรแกรม จำลองการแบ่งเซลล์ ระบบรดน้ำอัตโนมัติ 	-
	ว 4.2 ม3/2 รวบรวมข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศตาม วัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือ บริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย	<ul style="list-style-type: none"> - การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและ ทุติยภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือ การตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ 	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ม.3		<ul style="list-style-type: none"> - การประมวลผลเป็นการกระทำกับข้อมูล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความหมายและมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้งาน - การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ต ที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล นำเสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ - ตัวอย่างปัญหา เช่น การเลือกโปรโมชันโทรศัพท์ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน สินค้าเกษตร ที่ต้องการและสามารถปลูกได้ในสภาพดินของท้องถิ่น 	
	<p>ว 4.2 ม3/3 ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล วิเคราะห์สื่อและผลกระทบจากการให้ข่าวสารที่ผิด เพื่อการใช้งานอย่างรู้เท่าทัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล เช่น ตรวจสอบและยืนยันข้อมูล โดยเทียบเคียงจากข้อมูลหลายแหล่ง แยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น หรือใช้ PROMPT - การสืบค้น หาแหล่งต้นตอของข้อมูล - เหตุผลวิบัติ (logical fallacy) - ผลกระทบจากข่าวสารที่ผิดพลาด - การรู้เท่าทันสื่อ เช่น การวิเคราะห์ถึงจุดประสงค์ของข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล ตีความ แยกแยะเนื้อหาสาระของสื่อ เลือกแนวปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม เมื่อพบข้อมูลต่าง ๆ 	
	<p>ว 4.2 ม3/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย และมีความรับผิดชอบต่อสังคม ปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เช่น การทำธุรกรรมออนไลน์ การซื้อสินค้า ซื้ซอฟต์แวร์ ค่าบริการสมาชิก ซื้ไอเท็ม - การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีความรับผิดชอบ เช่น ไม่สร้างข่าวลวง ไม่แชร์ข้อมูลโดยไม่ตรวจสอบข้อเท็จจริง - กฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ - การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม (fair use) 	

โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว23101)
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	แผนที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 วิทยาศาสตร์กับการ แก้ปัญหา	1	วิทยาศาสตร์ในชีวิต	2
	2	วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาของมนุษย์	2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์	3	โครโมโซมและการค้นพบของเมนเดล	2
	4	หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม	1
	5	โอกาสการเข้าสู่ของแอลลีล	2
	6	การเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์	1
	7	โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์	2
	8	การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	2
	9	โครโมโซมของทารกในครรภ์	2
	10	การวางแผนก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรเป็นโรคทางพันธุกรรม	1
	11	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	2
	12	กิจกรรมท้ายบท จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร	1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	13	คลื่นกล	2
	14	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	2
	15	กิจกรรมท้ายบท สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของตัวเอง	1
สอบกลางภาค			2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	16	การสะท้อนของแสง	1
	17	ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ	2
	18	การสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง	1
	19	ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง	2
	20	ความสัมพันธ์ระหว่างมุมหักเหและมุมตกกระทบ	2
	21	การสะท้อนกลับหมดของแสง	1
	22	การกระจายของแสง	2
	23	การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์	1

หน่วยการเรียนรู้	แผนที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	24	ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน	2
	25	ความสว่าง	1
	26	กิจกรรมท้ายบท สร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง	1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา	27	ขนาดของแรงโน้มถ่วง	2
	28	การเกิดฤดูของโลก	2
	29	การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์	2
	30	การเกิดข้างขึ้น ข้างแรม	2
	31	การเกิดน้ำขึ้น น้ำลง	1
	32	เทคโนโลยีอวกาศ	2
	33	ประโยชน์ของดาวเทียม	1
	34	ความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ	2
	35	กิจกรรมท้ายบท ดูดาววันไหนกันดี	1
สอบปลายภาค			2
รวมเวลาการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด			60

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

ว 23101 รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ในรุ่นลูก ความสำคัญของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส โรคทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ทดลอง วิเคราะห์ และอธิบายการเกิดคลื่นและส่วนประกอบของคลื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง การสะท้อนของแสงและการหักเหของแสง การทำงานของทัศนอุปกรณ์ความสว่างและการมองเห็น

สืบค้นข้อมูลและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดจากการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วง การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้น ข้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้น น้ำลง เทคโนโลยีอวกาศ โครงการสำรวจอวกาศ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูล บันทึก จัดกลุ่มข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัดรวม 24 ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6 ม.3/7 ม.3/8

ว 2.3 ม.3/10 ม.3/11 ม.3/12 ม.3/13 ม.3/14 ม.3/15 ม.3/16 ม.3/17 ม.3/18

ม.3/19 ม.3/20 ม.3/21

ว 3.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	
เรื่อง วิทยาศาสตร์ในชีวิต	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แพงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

-

2. ตัวชี้วัด

-

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ เพื่อตอบสนองความต้องการและช่วยยกระดับการใช้ชีวิตให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้นและในบางครั้งต้องอาศัยองค์ความรู้อื่น ๆ มาต่อยอดและผสมผสานกัน

2. ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ช่วยแก้ปัญหาและอำนวยความสะดวกทำให้เราใช้ชีวิตได้อย่างสุขสบายและมีความปลอดภัยมากขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ (K)
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (P)
3. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (P)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ มีจุดประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการและช่วยยกระดับการใช้ชีวิตให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และบางครั้งต้องอาศัยองค์ความรู้อื่น ๆ มาต่อยอดและผสมผสานกัน

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ช่วยแก้ปัญหาและอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ทำให้เราใช้ชีวิตได้อย่างสุขสบายและมีความปลอดภัยมากขึ้น แต่ในบางครั้งก็อาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งแวดล้อมและมนุษย์เอง ดังนั้นมนุษย์จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นด้วย

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิม และการนำข้อมูลต่าง ๆ มาช่วยในการตัดสินใจเบื้องต้นเพื่อการเลือกแนวทางและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยนำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ออกแบบ สร้าง และทดสอบต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม ซึ่งกระบวนการดังกล่าวก็คล้ายคลึงกับการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์นั่นเอง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- 1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยตั้งประเด็นคำถามดังนี้
 - วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร (ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ เพื่อตอบสนองความต้องการและช่วยยกระดับการใช้ชีวิตให้มีความสุขสบายยิ่งขึ้น)
 - นักเรียนคิดว่าการที่มนุษย์สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาได้ นั้นมีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร (เกี่ยวข้อง เพราะ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการค้นคว้าปรับปรุงแก้ไขผลงานให้ดีขึ้น มีความทันสมัย และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้)
- 2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำเรื่อง เกี่ยวกับการพัฒนาอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) หรือโดรน (drone) ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 2 เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องและต้องอาศัยองค์ความรู้อื่น ๆ มาต่อยอดและผสมผสานกัน

7.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

- 3) ครูนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างไร โดยตั้งประเด็นคำถามว่า นักเรียนคิดว่านอกจากตัวอย่างในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ดังที่กล่าวมาแล้ว มนุษย์ยังประยุกต์ใช้ความรู้และความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างไรอีกบ้าง และสิ่งประดิษฐ์เหล่านั้นมีความสำคัญต่อมนุษย์อย่างไร (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำมาประยุกต์ใช้พัฒนาในการแพทย์ เกษตรกรรม เศรษฐกิจ ธุรกิจต่าง ๆ เพื่อให้ทันสมัย มีการตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ได้หลากหลาย)
- 4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 4 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ของใช้ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ระดมความคิด เพื่อยกตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ วิเคราะห์ สืบค้น และอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีในประเด็นต่าง ๆ เช่น ชนิดของสิ่งประดิษฐ์ส่วนประกอบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน และการพัฒนา ส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์นั้น รายละเอียดหลักการทำงาน รวมทั้งประโยชน์ที่นำมาใช้ได้ของสิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น)

7.3 ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างไร โดยการตอบคำถามทำกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ทางด้านต่าง ๆ ที่มนุษย์นำมาประยุกต์ใช้สร้างสรรค์เทคโนโลยี มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยเทคโนโลยีที่สร้างสรรค์ขึ้นช่วยในการแก้ปัญหา อำนวยความสะดวก และตอบสนองความต้องการ ทำให้มนุษย์ใช้ชีวิตได้อย่างสุขสบายและมีความปลอดภัยมากขึ้น

6) ครูใช้ประเด็นคำถามว่า เพราะเหตุใดมนุษย์จึงต้องพัฒนาเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปเพิ่มเติมว่า แม้ว่ามนุษย์จะสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาและอำนวยความสะดวกในชีวิตซึ่งมีประโยชน์อย่างมาก แต่หากมนุษย์ใช้เทคโนโลยีโดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ทั้งต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ในที่สุดก็จะเป็นปัญหาส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์เอง

7.4 ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ครูขยายความรู้ โดยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่หัวข้อต่อไป เรื่อง วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาของมนุษย์ เพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยให้นักเรียนอ่านเกร็ดน่ารู้ หรือดูวิดีโอที่เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์เกินความจำเป็นและปัญหามลพิษ แล้วสรุปประเด็นร่วมกัน

7.5 ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) ครูและนักเรียนสรุปประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์เกินความจำเป็นและปัญหามลพิษ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ปัจจุบันสภาพแวดล้อมของโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และเป็นวงกว้าง ดังนั้นมนุษย์จึงมีการนำความรู้มาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 9.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์การเขียนต่าง ๆ
- 9.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างไร
- 9.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างไร
- 9.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. ยกตัวอย่างและอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 1.1 จำนวน 4 ข้อ	- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้กิจกรรมที่ 1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะสื่อสารและนำเสนอความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 1.1	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	
เรื่อง วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาของมนุษย์	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

-

2. ตัวชี้วัด

-

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ เพื่อตอบสนองความต้องการและช่วยยกระดับการใช้ชีวิตให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้นและในบางครั้งต้องอาศัยองค์ความรู้อื่น ๆ มาต่อยอดและผสมผสานกัน

2. ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ช่วยแก้ปัญหาและอำนวยความสะดวกทำให้เราใช้ชีวิตได้อย่างสุขสบายและมีความปลอดภัยมากขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้
2. นักเรียนมีทักษะการออกแบบการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ มีจุดประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการและช่วยยกระดับการใช้ชีวิตให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และบางครั้งต้องอาศัยองค์ความรู้อื่น ๆ มาต่อยอดและผสมผสานกัน

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ช่วยแก้ปัญหาและอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ทำให้เราใช้ชีวิตได้อย่างสุขสบายและมีความปลอดภัยมากขึ้น แต่ในบางครั้งก็อาจจะส่งผล

กระทบต่อสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งแวดล้อมและมนุษย์เอง ดังนั้นมนุษย์จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นด้วย

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิม และการนำข้อมูลต่าง ๆ มาช่วยในการตัดสินใจ เบื้องต้นเพื่อการเลือกแนวทางและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยนำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ออกแบบ สร้าง และทดสอบต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม ซึ่งกระบวนการดังกล่าวก็คล้ายคลึงกับการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์นั่นเอง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

7.1 ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยตั้งประเด็นคำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าเราสามารถที่จะประยุกต์ใช้ความรู้ด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ มาช่วยเหลือในการแก้ปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกได้อย่างไร (ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ มาช่วยแก้ปัญหาได้ โดยการสืบหาสาเหตุ วิเคราะห์ปัญหา และระบุแนวทางแก้ไขอย่างเป็นขั้นตอน)

- ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สำคัญของประเทศ เมื่อการเกิดไฟป่าขึ้นในประเทศไทย ให้นักเรียนช่วยหาสาเหตุที่อาจทำให้เกิดสถานการณ์ขึ้นได้ (การเกิดไฟป่า สาเหตุอาจเกิดได้หลายปัจจัย เช่น การชิงเผาของคนที่ประสงค์หาของป่า การถูกจ้างวานให้ชิงเผาป่า กลไกทางธรรมชาติของป่า หรือการเผาเพื่อผลประโยชน์ของคนบางกลุ่ม)

7.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (50 นาที)

2) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรมที่ 1.2 วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาอย่างไร ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 8 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การแก้ปัญหาโดยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ด้านต่าง ๆ)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ด้านต่าง ๆ)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (อ่านสถานการณ์และวิเคราะห์ เพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้น รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์แนวทางแก้ไขปัญหาคือเป็นไปได้อย่างไร สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมออกแบบและสร้างชิ้นงาน ทดสอบประเมินผล และนำเสนอรายละเอียดแนวทางการแก้ปัญหา)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยในการหลอมเหลวของน้ำแข็ง สมบัติของวัสดุแต่ละชนิด เวลาในการหลอมเหลว ขั้นตอนในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหา)

3) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูสังเกตการทำงานของนักเรียน และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีคำถาม โดยเฉพาะในส่วนของกระบวนการระบุปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ครูช่วยเหลือโดยการตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การถ่ายโอนพลังงานความร้อน การดูดกลืนและการคายพลังงานความร้อนของวัสดุที่มีลักษณะแตกต่างกัน รูปร่างรูปทรงของสิ่งที่จะออกแบบ

4) ครูให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมในส่วนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และในกระบวนการออกแบบชิ้นงาน ให้นักเรียนวาดแบบอย่างละเอียดที่สุดที่สามารถทำได้ และให้บันทึกในทุกขั้นตอนของการทำงาน เพื่อนำมาอภิปรายกระบวนการทำงานกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เป็นตัวแทนของการทำงานอย่างเป็นระบบ

7.3 ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (10 นาที)

5) ให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** ในการแก้ปัญหาหนึ่ง จำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันในการระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มาช่วยในการตัดสินใจเบื้องต้นเพื่อเลือกแนวทางและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในบางครั้งต้องมีการหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน จากนั้นควรมีการทดสอบต้นแบบหาข้อดีและสิ่งที่ควรปรับปรุง เพื่อพัฒนาชิ้นงานให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.4 ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (20 นาที)

6) นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา อ่านเกร็ดน่ารู้ และร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** การที่มนุษย์จะสร้างสรรค์ชิ้นงานที่ดีและสามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีกระบวนการในการทำงานที่เป็นระบบ ซึ่งระบบของกระบวนการทำงานออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงานที่นักประดิษฐ์ วิศวกร หรือผู้สร้างสรรค์เทคโนโลยี มักจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมักเริ่มต้นจากการระบุปัญหาหรือความต้องการ ซึ่งมีการใช้ความรู้ประสบการณ์เดิม และข้อมูลต่าง ๆ มาช่วยในการตัดสินใจเบื้องต้น เพื่อเลือกแนวทางและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นนำข้อมูลมาออกแบบ สร้างสรรค์ และทดสอบต้นแบบ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม นอกจากนี้การคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมมีส่วนช่วยให้การสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ปัญหามีความสมบูรณ์มากขึ้น

7.5 ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (30 นาที)

7) ครูตรวจสอบประเมินผลนักเรียนโดย สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากบทเรียน โดยการเขียนบรรยาย วาดภาพ หรือเขียนผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

9.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์การเขียนต่าง ๆ

9.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 1.2 วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาอย่างไร

9.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 1.2 วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาอย่างไร

9.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. ระดับขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการนำเสนอองค์ความรู้ในบทเรียนวิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา	- เกณฑ์การประเมินการนำเสนอองค์ความรู้ในบทเรียนวิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. ทักษะการออกแบบการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยประยุกต์ใช้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการออกแบบสิ่งประดิษฐ์จากสถานการณ์ที่กำหนด	- เกณฑ์การประเมินทักษะการออกแบบสิ่งประดิษฐ์	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	
เรื่อง โครโมโซมและการค้นพบของเมนเดล	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ 2 เรื่อง พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปะใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
2. โครโมโซมประกอบด้วย ดีเอ็นเอ และโปรตีนขดอยู่ในนิวเคลียส ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน โดยบางส่วนของดีเอ็นเอ ทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมโดยใช้แบบจำลองได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสังเกตลักษณะของโครโมโซมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ ลักษณะที่ถ่ายทอดนี้เรียกว่าลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับดีเอ็นเอซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่อยู่ในนิวเคลียสของเซลล์

ดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นสายยาวพันอยู่รอบโปรตีนที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม สายของดีเอ็นเอและโปรตีนก่อนระยะ แบ่งเซลล์จะมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ยาวพันกันอยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ เรียกว่า **โครมาทิน** เมื่อเข้าสู่ระยะการแบ่งเซลล์ โครมาทินจะหดตัวสั้นลง เรียกว่า **โครโมโซม** ส่วนบางช่วงของสายดีเอ็นเอที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า **ยีน**

เมนเดลค้นพบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในถั่วลันเตา ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เมนเดลพบว่าสิ่งมีชีวิตมีหน่วยควบคุมลักษณะ เรียกว่า **แฟกเตอร์**ซึ่งมีอยู่เป็นคู่ แฟกเตอร์ หนึ่งมาจากพ่อและอีกแฟกเตอร์หนึ่งมาจากแม่ เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แฟกเตอร์ที่อยู่เป็นคู่จะแยกจากกันเป็น แฟกเตอร์เดี่ยวในเซลล์สืบพันธุ์และเมื่อเซลล์สืบพันธุ์มาปฏิสนธิกัน จะทำให้ไซโกตซึ่งจะเจริญเติบโตเป็นสิ่งมีชีวิต รุ่นลูกมีแฟกเตอร์ที่อยู่เป็นคู่เช่นเดิมอีก ซึ่งในปัจจุบันแฟกเตอร์นี้ เรียกว่า **ยีน**

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

7.1 ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พันธุศาสตร์ โดยใช้ภาพนำหน่วย ซึ่งเป็นภาพรวงข้าว และใช้สื่อวีดิทัศน์แสดง 8 พันธุ์ข้าวไม่ขัดสี กินดีมีประโยชน์ (สืบค้นจาก https://www.youtube.com/watch?v=b_B3a7hrUwo)

2) ครูใช้คำถามว่าข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นมาได้อย่างไร เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แล้วให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน่วย และร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

- ถ้าขวนาต้องการขยายพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะตามที่ต้องการ เช่น เมล็ดข้าวที่มีลักษณะยาวเรียวย พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงขวนาจะทำอย่างไร (คัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าวจากต้นที่มีลักษณะตามต้องการแล้วนำไปปลูก รอนต้นข้าวเจริญเติบโตและออกผล สังเกตลูกที่เกิดขึ้นว่ามีลักษณะดังกล่าวหรือไม่)

- ขวนาทราบได้อย่างไรว่าหลังจากต้นข้าวเจริญเติบโตจนออกผล ต้นลูกที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะตามต้องการ (ทราบจากการสังเกตลักษณะที่ปรากฏในต้นข้าวแต่ละรุ่นซึ่งส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายคลึงพ่อแม่)

3) นักเรียนดูภาพนำบท หนังสือเรียนหน้า 14 จากนั้นครูใช้แนวคำถามต่อไปนี้

- แม่แมวและลูกแมวมีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร (นักเรียนตอบตามภาพที่เห็น เช่น แม่แมวกับลูกแมวมีสีขนคล้ายกัน)

- เหตุใดลูกแมวจึงมีลักษณะคล้ายคลึงกับแม่แมว (เพราะลูกแมวได้รับการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมบางลักษณะมาจากแม่แมว)

4) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนั้นมีมานานแล้วโดยสังเกตการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของพ่อแม่ไปยังลูก

5) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 17 จำนวน 3 ข้อ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

- ลักษณะใดไม่ได้เป็นลักษณะทางพันธุกรรม (การมีรอยสัก)
- ด.ญ. ก มีหนึ่งตาชั้นเดียว ซึ่งเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาจากบุคคลใด (พ่อ)
- สารพันธุกรรมพบอยู่ในโครงสร้างใดของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (นิวเคลียส)

7.2 ชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

6) ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของเซลล์ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- นิวเคลียสมีหน้าที่อะไร (นิวเคลียสควบคุมการทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์)
- นิวเคลียสเกี่ยวข้องกับสารพันธุกรรมอย่างไร (นิวเคลียสเป็นที่อยู่ของสารพันธุกรรม)
- สารพันธุกรรมมีหน้าที่อะไร (กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังลูกได้)

7) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร โดยใช้คำถามว่า สารพันธุกรรมอยู่ในโครงสร้างใดของนิวเคลียสและโครงสร้างนั้นมีลักษณะอย่างไร

8) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 18 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมภายในเซลล์ของปลายรากหอม)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและบรรยายลักษณะของโครโมโซมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สังเกตลักษณะของโครงสร้างภายในเซลล์ของปลายรากหอมจากสไลด์ถาวรโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วาดภาพหรือถ่ายภาพเซลล์ และระบุโครงสร้างที่เห็นภายในเซลล์ของปลายรากหอม)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตลักษณะโครงสร้างภายในเซลล์ของปลายรากหอม)

9) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำ ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น วิธีใช้กล้องจุลทรรศน์ การตรวจหาเซลล์ของปลายรากหอม ซึ่งครูควรรวบรวมปัญหา และข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังจากการทำกิจกรรม

7.3 ชั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

10) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เซลล์ของปลายรากหอมมีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นท่อน เรียกว่า โครโมโซม ซึ่งจะอยู่ในเซลล์บางเซลล์เท่านั้น แต่บางเซลล์เห็นเฉพาะนิวเคลียสที่ติดสี

7.4 ชั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

11) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครมาทิน โครโมโซมและส่วนต่างๆ ของโครโมโซม โดยอ่านเนื้อหาและสังเกตภาพ 2.4 ในหนังสือเรียนหน้า 19 และตอบคำถามระหว่างเรียนดังนี้

- โครมาทินและโครโมโซมเกี่ยวข้องกันอย่างไร (แนวคำตอบ โครมาทินเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ที่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ แต่เมื่อเซลล์แบ่งตัวเส้นใยเหล่านี้จะมีการจำลองตัวเอง จาก 1 เส้นเป็น 2 เส้น แล้ว ขดตัวสั้นลงเป็นโครโมโซมที่มี 2 โครมาทิด)

12) จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อเซลล์มีการแบ่งตัว โครมาทินแต่ละสายจะมีการจำลองตัวเองเป็น 2 เส้น จากนั้นจะขดตัวสั้นลงเป็นโครโมโซม 1 โครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาทิด ที่ติดกันอยู่บริเวณที่ติดกันนี้เรียกว่า เซนโทรเมียร์

7.5 ชั้นที่ 5 ชั้นประเมิน (Evaluation)

13) ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอและโปรตีนที่เป็นก้อนกลม ส่วนดีเอ็นเอ (DNA) ย่อมาจาก deoxyribonucleic acid เป็นสารที่มีสมบัติเป็นกรด โมเลกุลของดีเอ็นเอประกอบด้วยหน่วยย่อยเรียงต่อกันเป็นสายจำนวน 2 สายจับกันเป็นคู่ และบิดเป็นเกลียวคล้ายบันไดเวียน แต่ละหน่วยย่อยประกอบด้วยน้ำตาล หมู่ฟอสเฟต และเบส

14) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: 1) กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง 2) สไลด์ถาวรเซลล์ปลายรากหอม

8.2 คลิปวิดีโอทัศน์: 8 พันธุ์ข้าวไม่ขัดสี กินดีมีประโยชน์

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม มีลักษณะอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมที่ 2.1	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน ด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกต ลักษณะของโครโมโซม โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก การค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.1	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 2.1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม มีลักษณะอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	
เรื่อง หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับ กับลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไร	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ 2 เรื่อง พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
2. โครโมโซมประกอบด้วย ดีเอ็นเอ และโปรตีนขดอยู่ในนิวเคลียส ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน โดยบางส่วนของดีเอ็นเอ ทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายความเกี่ยวข้องของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมกับลักษณะของสิ่งแวดล้อมได้(K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการตีความหมายและสรุปผลการกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต โดยใช้แบบจำลอง (P)
3. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ ลักษณะที่ถ่ายทอดนี้เรียกว่าลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับดีเอ็นเอซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่อยู่ในนิวเคลียสของเซลล์

ดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นสายยาวพันอยู่รอบโปรตีนที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม สายของดีเอ็นเอและโปรตีนก่อนระยะ แบ่งเซลล์จะมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ยาวพันกันอยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ เรียกว่า **โครมาทิน** เมื่อเข้าสู่ระยะการแบ่งเซลล์ โครมาทินจะหดตัวสั้นลง เรียกว่า **โครโมโซม** ส่วนบางช่วงของสายดีเอ็นเอที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า **ยีน**

เมนเดลค้นพบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในถั่วลันเตา ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เมนเดลพบว่าสิ่งมีชีวิตมีหน่วยควบคุมลักษณะ เรียกว่า **แพกเตอร์**ซึ่งมีอยู่เป็นคู่ แพกเตอร์ หนึ่งมาจากพ่อและอีกแพกเตอร์หนึ่งมาจากแม่ เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แพกเตอร์ที่อยู่เป็นคู่จะแยกจากกันเป็น แพกเตอร์เดี่ยวในเซลล์สืบพันธุ์และเมื่อเซลล์สืบพันธุ์มาปฏิสนธิกัน จะทำให้ไซโกตซึ่งจะเจริญเติบโตเป็นสิ่งมีชีวิต รุ่นลูกมีแพกเตอร์ที่อยู่เป็นคู่เช่นเดิมอีก ซึ่งในปัจจุบันแพกเตอร์นี้ เรียกว่า **ยีน**

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อวิดีโอทัศน์แสดง 10 อันดับ สุนัขที่น่ารักที่สุดในโลก (สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=rIJZADwbj4>)

2) ครูใช้คำถามว่าสายพันธุ์สุนัขที่นักเรียนเห็นในวิดีโอทัศน์มีอะไรบ้างที่นักเรียนรู้จัก เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเข้าใจในความหลากหลายของสายพันธุ์ในสิ่งมีชีวิต (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.2 หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไร โดยใช้คำถามว่า หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมบนสายดีเอ็นเอทำงานได้อย่างไร

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 21 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (เพื่ออธิบายความเกี่ยวข้องของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตโดยใช้แบบจำลอง)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (หยิบชิ้นกระดาษที่มีรหัสภาพในซองกระดาษ ลักษณะละ 1 ชิ้น รวม5 ชิ้น แล้วนำไปเทียบกับตารางแปลลักษณะของสุนัข จากนั้นวาดรูปสุนัขจากลักษณะที่หยิบได้)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสุนัขที่ได้ จากระหัสภาพแล้วนำมาวาดภาพสุนัข)

5) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้ คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การสุมหยิบขึ้นกระดาดาซุรหัสภาพ การนำรหัสภาพไปเทียบกับ ตารางแปลลักษณะแล้วนำมาวาดเป็นภาพสุนัข ซึ่งครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของ นักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.2 หน่วยที่กำหนด ลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไร ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ตามลำดับในวิธีการทำกิจกรรม โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

7) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า หน่วยที่กำหนดลักษณะทาง พันธุกรรม ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมา การที่สิ่งมีชีวิตมีหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกัน จะทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะแตกต่างกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม สังเกตภาพ 2.6 จากหนังสือเรียนหน้า 25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนมาให้ให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ตามความเข้าใจ และให้นักเรียน ร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามระหว่างเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โครโมโซมอยู่ภายในเซลล์ โครโมโซมประกอบด้วย ดี เอ็นเอที่พันอยู่รอบโปรตีนที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม บางช่วงของดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การ ประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 9.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: ใบงานที่แสดงการกำหนดรหัสภาพ ของกระดาดา และกรรไกร
- 9.2 คลิปวิดีโอทัศน์: 10 อันดับ สุนัขที่น่ารักที่สุดในโลก
- 9.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.2 หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับลักษณะ ของสิ่งมีชีวิตอย่างไร
- 9.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.2 หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม เกี่ยวข้องกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไร
- 9.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายความเกี่ยวข้องของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมกับลักษณะของสิ่งแวดล้อมได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.2	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.2 หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไร จำนวน 5 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกตลักษณะของโครโมโซมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.2	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.2 หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	
เรื่อง โอกาสการเข้าสู่ของแอลลีล	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ 2 เรื่อง พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปะใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/2 อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสม โดยพิจารณาลักษณะเดี่ยวที่ แอลลีลเด่น ซ่อมแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เมนเดลได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของต้นถั่วชนิดหนึ่ง และนำมาสู่หลักการพื้นฐานของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมเป็น 2 ชุด ยีนแต่ละตำแหน่งบนฮอโมโลกัสโครโมโซมมี 2 แอลลีล โดย แอลลีลหนึ่งมาจากพ่อ และอีกแอลลีลมาจากแม่ ซึ่งอาจมีรูปแบบเดียวกัน หรือแตกต่างกัน แอลลีลที่แตกต่างกันนี้ แอลลีลหนึ่งอาจมีการแสดงออกซ่มอีกแอลลีลหนึ่งได้ เรียกแอลลีลนั้นว่าเป็นแอลลีลเด่น ส่วนแอลลีลที่ถูกซ่มอย่างสมบูรณ์ เรียกว่าเป็นแอลลีลด้อย

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดี่ยวที่แอลลีลเด่น ซ่อม แอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์ (K)
- นักเรียนใช้ทักษะการใช้จำนวน โดยคำนวณอัตราส่วนการเข้าคู่กันของแอลลีลและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (P)
- นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

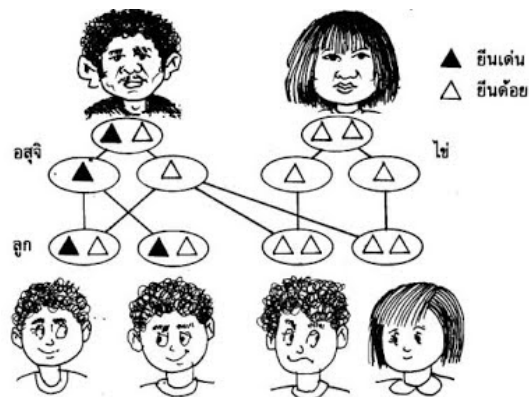
6. สารการเรียนรู้

ยีนที่ควบคุมลักษณะใดลักษณะหนึ่งจะอยู่เป็นคู่กันบนฮอมอโลกโครโมโซมซึ่งอาจมีรูปแบบเหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้ รูปแบบที่แตกต่างกันของยีน เรียกว่า แอลลีล

แอลลีล (allele) เป็นยีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกันแต่ต่างรูปแบบกัน แม้จะอยู่บนโครโมโซมคู่เหมือนตรงตำแหน่งเดียวกันก็ตาม เช่น ลักษณะของต้งหู (ให้ สัญลักษณ์ เป็น B) และ แอลลีลที่ควบคุมการไม่มีต้งหู (ให้ สัญลักษณ์ เป็น b)

แอลลีลเด่น (dominant allele) ลักษณะที่ปรากฏออกมาในทุก ๆ รุ่นอย่างเด่นชัด ซึ่งเกิดจากการจับคู่ของแอลลีลที่ควบคุมลักษณะเด่นเหมือนกันจับคู่กันหรืออาจเกิดจากการที่แอลลีลด้อยถูกข่มด้วยแอลลีลเด่นที่จับคู่กัน

แอลลีลด้อย (recessive) ลักษณะที่แอบแฝงไม่แสดงออกมาให้เห็นเมื่ออยู่คู่กับแอลลีลเด่น (ลักษณะเด่น) แต่จะแสดงออกมาเมื่อมีการเข้าคู่กับแอลลีลด้อยหรือ (ลักษณะด้อย) เหมือนกัน ซึ่งโอกาสที่จะแสดงออกให้เห็นมีน้อยกว่าการแสดงออกของแอลลีลเด่น (ลักษณะเด่น)



7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงความรู้เรื่องโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนไปสู่การค้นพบความรู้ทางพันธุกรรมของเมนเดล โดยใช้ประเด็นคำถามว่าดังนี้

- บุคคลสำคัญที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งพันธุศาสตร์คือใคร (เกรกอร์ โยฮันน์ เมนเดล: Gregor Johann Mendel)

- เมนเดลมีการศึกษาพืชชนิดใดที่นำไปสู่การเป็นพื้นฐานวิชาพันธุศาสตร์ (ถั่วลันเตา)

- เมนเดลเลือกศึกษาลักษณะของต้นถั่วที่ลักษณะ อะไรบ้าง (7 ลักษณะ ได้แก่ รูปร่างของเมล็ด สีของเมล็ด สีของดอก รูปร่างของฝัก สีของฝัก ตำแหน่งของดอก และความสูงของลำต้น)

- เมนเดลมีวิธีการคัดเลือกต้นถั่วพันธุ์แท้ที่มีลักษณะที่ต้องการศึกษาอย่างไร (เมนเดลเลือกต้นถั่วที่มีลักษณะที่ต้องการ ปล่อยให้ผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกัน เมื่อถั่วออกฝักจึงนำเมล็ดไปปลูกจนกระทั่งต้นถั่วเจริญเติบโตแล้วคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ต้องการ จากนั้นให้ผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกัน เมื่อต้นถั่วเจริญเติบโตและออกฝักจึงนำเมล็ดไปปลูก ทำเช่นนี้อีกหลาย ๆ รุ่น จนต้นถั่วทุกต้นที่ได้จากการผสมมีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ)
- เหตุใดเมนเดลจึงปล่อยให้ต้นถั่วมีการผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกันหลาย ๆ รุ่น (เพื่อคัดเลือกพันธุ์แท้ก่อนที่จะทำการผสมพันธุ์ ซึ่งจะทำให้ได้ต้นถั่วที่ใช้ในการผสมพันธุ์มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ให้นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์แผนภาพ ผลการทดลองผสมพันธุ์ต้นถั่วทั้ง 7 ลักษณะ จากตาราง 2.1 หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นม. 3 เล่ม 1 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. หน้า 29 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

- ลักษณะใดของต้นถั่วลันเตาที่เมนเดลศึกษาเป็นลักษณะเด่นและลักษณะด้อย (ลักษณะเด่น ได้แก่ เมล็ดกลม เมล็ดสีเหลือง ฝักอวบ ฝักสีเขียว ดอกเกิดที่ลำต้น ดอกสีม่วง และต้นสูง ส่วนลักษณะด้อย ได้แก่ เมล็ดขรุขระ เมล็ดสีเขียว ฝักแฟบ ฝักสีเหลือง ดอกเกิดที่ยอด ดอกสีขาวและต้นเตี้ย)

- เมื่อนำจำนวนของลูกในรุ่นที่ 2 ที่เป็นลักษณะด้อยหารด้วยจำนวนของลูกที่เป็นลักษณะเด่น จะได้ อัตราส่วนประมาณเท่าใด (อัตราส่วนระหว่างลักษณะเด่นและลักษณะด้อยในลูกรุ่นที่ 2 ประมาณ 3 : 1)

- จากการศึกษาดูแผนภาพ ผลการทดลองผสมพันธุ์ต้นถั่วทั้ง 7 ลักษณะ สรุปผลการทดลองของเมนเดล ได้อย่างไร (ลักษณะทั้ง 7 ลักษณะมีแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน กล่าวคือ ลูกรุ่นที่ 1 แสดงลักษณะเด่นเพียงลักษณะเดียว และลูกรุ่นที่ 2 แสดงทั้งลักษณะเด่นและลักษณะด้อยในอัตราส่วนประมาณ 3 : 1)

3) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการอธิบายผลการทดลองของเมนเดลตามรายละเอียดในหนังสือเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ลักษณะของพืชถูกควบคุมด้วยแฟกเตอร์หรือยีน ยีนที่ควบคุมลักษณะแต่ละลักษณะ จะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน เรียกรูปแบบที่แตกต่างกันของยีนนี้ว่า แอลลีล ในเซลล์ร่างกายจะมีแอลลีลอยู่เป็นคู่ เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แอลลีลที่อยู่เป็นคู่กันนี้จะแยกจากกันเป็นแอลลีลเดี่ยว และ จะมาเข้าคู่กันอีกเมื่อเกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย รุ่นลูกจะได้รับแอลลีลหนึ่งจากพ่อและอีกแอลลีลหนึ่งจากแม่

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) ครูอธิบายเพิ่มเติมเนื้อหาเกี่ยวกับแอลลีลเด่น แอลลีลด้อย การข่มอย่างสมบูรณ์ รวมทั้งการเขียนแอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- แอลลีลเด่นหรือแอลลีลที่ควบคุมลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิต หมายถึง แอลลีลที่ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงลักษณะเด่นนั้นออกมาได้แม้ว่าจะมีแอลลีลเด่นเพียงแอลลีลเดียว ส่วนแอลลีลด้อยหรือแอลลีลที่ควบคุมลักษณะด้อยของสิ่งมีชีวิต หมายถึง แอลลีลที่ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงลักษณะด้อยออกมาได้ เมื่อมีแอลลีลด้อยทั้งสอง แอลลีล

- สัญลักษณ์ที่ใช้แทนแอลลีลเด่นและแอลลีลด้อยใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่และเป็นตัวเอียงแทนแอลลีลเด่น และอักษรตัวพิมพ์เล็ก ตัวเอียง แทน แอลลีลด้อย เช่น T แทนแอลลีลเด่นที่ควบคุมลักษณะต้นสูงของถั่วลันเตา และ t เป็นแอลลีลด้อยที่ควบคุมลักษณะต้นเตี้ยของถั่วลันเตา ดังนั้น TT แสดงลักษณะต้นสูง ส่วน Tt จะแสดงลักษณะต้นสูงเช่นเดียวกัน เพราะ T ซ่อม t ไม่ให้แสดงลักษณะออกมา การซ่มในลักษณะนี้เรียกว่าการซ่มอย่างสมบูรณ์ ส่วน tt แสดงลักษณะต้นเตี้ยซึ่งเป็นลักษณะด้อย เพราะต้องมีแอลลีลด้อยทั้งสองแอลลีล

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.3 โอกาสการเข้าสู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด โดยใช้คำถามว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าโอกาสการเข้าสู่กันของแอลลีลเป็นเท่าใดเมื่อมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์

6) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 32 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การเข้าสู่ของแอลลีลโดยใช้ลูกปิดเป็นแบบจำลอง)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (เพื่อคำนวณและอธิบายโอกาสการเข้าสู่ของแอลลีล)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ใส่ลูกปิดสีแดงและสีขาวอย่างละ 5 เม็ดลงในกล่องพลาสติก 2 ใบคนให้ทั่ว จากนั้นหยิบลูกปิดจากกล่องทั้ง 2 ใบ ใบละ 1 เม็ดพร้อมกัน บันทึกรูปแบบของ สีลูกปิดที่หยิบได้ในแต่ละครั้ง จากนั้นให้ใส่ลูกปิดกลับคืนลงในกล่อง ทำให้ครบ 100 ครั้ง คำนวณอัตราส่วนจำนวนครั้งของรูปแบบของสีลูกปิดที่หยิบได้ทั้ง 3 แบบ นำผลการทดลองของทุกกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย คำนวณอัตราส่วนของจำนวนครั้งของรูปแบบของสีลูกปิดที่หยิบได้ของทั้งห้อง)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (รูปแบบของคูสีที่หยิบได้และจำนวนครั้งของคูสีลูกปิดที่หยิบได้)

7) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การหยิบลูกปิดออกจากกล่อง 2 ใบพร้อมกันโดยไม่มอง การใช้มือคนลูกปิดให้ทั่วก่อนหยิบลูกปิดแต่ละครั้ง เมื่อหยิบลูกปิดแล้วต้องใส่กลับลงในกล่องดังเดิม การบันทึกจำนวนครั้งของสีลูกปิดที่หยิบได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนจัดทำบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.3 ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนส่งงาน

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 9.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: ลูกปัดสีแดง ลูกปัดสีขาว กลองหรือถ้วยพลาสติกทึบ
- 9.2 แผนภาพ: ผลการทดลองการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา 7 ลักษณะของเมนเดล
- 9.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.3 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด
- 9.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.3 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด
- 9.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสม (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.3	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.3 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด จำนวน 5 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการใช้จำนวน โดยคำนวณอัตราส่วนการเข้าคู่กันของแอลลีลและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.3	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.3 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	
เรื่อง การเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/3 อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูก และคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แอลลีลที่เป็นคู่กันในแต่ละโฮโมโลกัสโครโมโซมจะแยกจากกันไปสู่อัลลีลเซลล์แต่ละเซลล์ โดยแต่ละเซลล์สืบพันธุ์จะได้รับเพียง 1 แอลลีล และจะมาเข้าคู่กับแอลลีลที่ตำแหน่งเดียวกันของอีกเซลล์สืบพันธุ์หนึ่ง เมื่อเกิดการปฏิสนธิจึงเกิดเป็นจีโนไทป์และแสดงฟีโนไทป์ในรุ่นลูก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการใช้จำนวน โดยคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกในตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่กำหนดได้ (P)
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นและรับผิดชอบในการทำงาน (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

การหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์สามารถใช้วิธีการเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์ แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกที่เกิดขึ้น

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมคงที่ มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 23 คู่ เป็นออโตโซมจำนวน 22 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX ส่วนเพศชายเป็น XY

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ผลจากการแบ่งเซลล์จะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้น ส่วนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้าง เซลล์สืบพันธุ์ ผลจากการแบ่งเซลล์จะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น เมื่อเกิด การปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย ลูกจะได้รับการถ่ายทอดโครโมโซมชุดหนึ่งจากพ่อและอีกชุดหนึ่งจาก แม่ จึงเป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่และจะคงที่ในทุก ๆ รุ่น

การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม อาจส่งผลให้เกิดโรคทางพันธุกรรม เช่น กลุ่มอาการดาวน์ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกันโดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม

มนุษย์สามารถเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นนี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม อย่างไรก็ตามแม้ว่าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมจะมีข้อดีหลายประการ แต่สังคมก็ ยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบที่จะมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

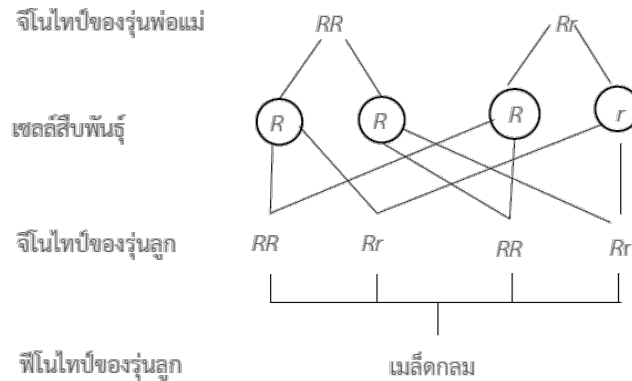
ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้แผนภาพแสดง การผสมพันธุ์ระหว่างถั่วรุ่นพ่อแม่และการผสมพันธุ์ระหว่างลูกรุ่นที่ 1 และตั้งประเด็นคำถามร่วมกันว่าดังนี้

- ความหมายของฟีโนไทป์ (ฟีโนไทป์ เป็นลักษณะที่แสดงออกซึ่งเป็นผลมาจากจีโนไทป์)

- ความหมายของฮอมอไซกัสและเฮเทอโรไซกัส (คู่แอลลีลที่เหมือนกัน เช่น TT tt เรียกว่า ฮอมอไซกัส ส่วนคู่แอลลีลที่แตกต่างกัน เช่น Tt เรียกว่า เฮเทอโรไซกัส)

- กำหนดให้ถั่วลิ้นเต้าที่มีแอลลีลควบคุมลักษณะเมล็ดกลม (R) เป็นแอลลีลเด่น และ แอลลีลควบคุมเมล็ดขรุขระ (r) เป็นแอลลีลด้อย ถ้านำถั่วลิ้นเต้าเมล็ดกลมที่มีจีโนไทป์ RR ผสมพันธุ์กับถั่วลิ้นเต้าเมล็ดกลมที่มีจีโนไทป์ Rr ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ เพื่อคำนวณหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ในรุ่นลูก (แผนภาพการผสมพันธุ์ถั่วลิ้นเต้า เป็นดังนี้)



ดังนั้นในรุ่นลูกจะมีอัตราส่วนจีโนไทป์ RR : Rr เท่ากับ 1 : 1 ส่วนฟีโนไทป์จะมีเมล็ดกลมทุกต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.4 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกขึ้นอยู่กับลักษณะของพ่อและแม่ นักเรียนจะคำนวณอัตราส่วนของ จีโนไทป์และฟีโนไทป์ได้อย่างไร

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 37 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (1.หาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด 2.คำนวณและอธิบายอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกสัตว์ประหลาด)
- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (โยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อม ๆ กันเพื่อหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ในแต่ละลักษณะของสัตว์ประหลาด แล้วนำฟีโนไทป์ทั้งหมดมาวาดเป็นภาพสัตว์ประหลาด จากนั้นเลือกจีโนไทป์ของลักษณะ 1 ลักษณะจากการทำงานกิจกรรมโดยกำหนดให้เป็นพ่อแม่ผสมพันธุ์กับแม่ที่มีลักษณะเดียวกันตามที่โจทย์กำหนดให้ แล้วเขียนแผนภาพเพื่อหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูก)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (รวบรวมฟีโนไทป์ของแต่ละลักษณะ แล้วนำมาวาดเป็นภาพสัตว์ประหลาด)

4) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำงานกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การหาฟีโนไทป์โดยการโยนเหรียญ การเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อและแม่ ซึ่งครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังจากการทำงานกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (10 นาที)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.4 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

6) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า การเข้าคู่กันของแอลลีลทำให้เกิดจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ที่กำหนดลักษณะที่แสดงออกหรือฟีโนไทป์ที่แตกต่างกัน เป็นผลให้สัตว์ประหลาด มีลักษณะแตกต่างกัน การเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์จะทำให้สามารถหาอัตราส่วนจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของ ลูกได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

7) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม เพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากกิจกรรมว่า การเข้าคู่ของแอลลีลทำให้เกิดจีโนไทป์ซึ่งเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตมีฟีโนไทป์ที่แตกต่างกัน ถ้าทราบจีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตรุ่นพ่อแม่ เราสามารถคำนวณหาอัตราส่วนจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (10 นาที)

8) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: เหยื่อญบาท กระดาษปฎิวหรือกระดาษวาดเขียน
- 8.2 แผนภาพ: การผสมพันธุ์ระหว่างถั่วรุ่นพ่อแม่และการผสมพันธุ์ระหว่างลูกรุ่นที่ 1
- 8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.4 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร
- 8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.4 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.4	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.4 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการใช้จำนวน โดยคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกในตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่กำหนดได้(ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.4	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.4 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ความมุ่งมั่นในการทำงานและความรับผิดชอบ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	- เกณฑ์การประเมินความมุ่งมั่นและความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	
เรื่อง โครโมโซมในเซลล์ร่างกายมนุษย์	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันและคงที่เสมอ
2. มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 23 คู่ เป็นออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนบอกความแตกต่างของโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิงได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสังเกตเปรียบเทียบลักษณะโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิงได้ (P)
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นและรับผิดชอบในการทำงาน (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

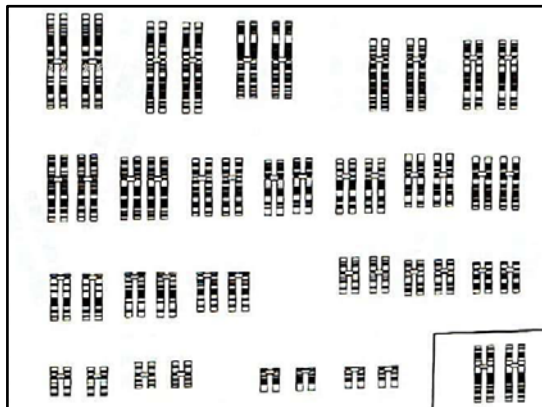
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีลักษณะแตกต่างกัน ลักษณะเหล่านี้ถูกควบคุมโดยยีนที่อยู่บนโครโมโซม โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน และมีจำนวนคงที่เสมอในแต่ละรุ่น ยกตัวอย่างโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

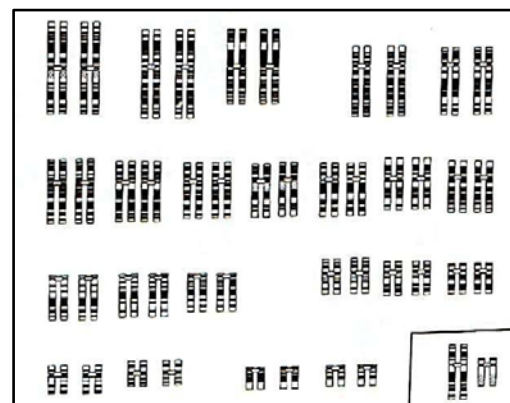
สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม
ถั่วลันเตา	14
หอมหัวใหญ่	16
มะเขือเทศ	24
ข้าวสาลี	42
แมลงวันผลไม้	8
ไส้เดือนดิน	36
ลิงชิมแปนซี	48
มนุษย์	46

เซลล์ร่างกายของมนุษย์แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 46 แท่งหรือ 23 คู่ เป็นโครโมโซมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศ เรียกว่า ออโตโซม (autosome) จำนวน 22 คู่ และเป็นโครโมโซมที่กำหนดเพศ เรียกว่า โครโมโซมเพศ (sex chromosome) จำนวน 1 คู่ ดังภาพ



ออโตโซม

โครโมโซมเพศ(XX)



ออโตโซม

โครโมโซมเพศ(XY)

ภาพแสดง โครโมโซมของมนุษย์

โครโมโซมเพศที่มีขนาดใหญ่ที่พบทั้งในเพศหญิงและเพศชาย เรียกว่า โครโมโซม X ส่วนโครโมโซมเพศที่มีขนาดเล็กกว่าที่พบเฉพาะในเพศชาย เรียกว่า โครโมโซม Y ดังนั้นเพศชายจะมีโครโมโซมเพศเป็น XY ส่วนเพศหญิงจะมีโครโมโซมเป็น XX

ไซโกต 1 เซลล์ที่เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ จะเจริญเติบโตเป็นมนุษย์ที่ประกอบไปด้วยเซลล์จำนวนมากประมาณ 40 ล้านล้านเซลล์

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ก่อนเข้าสู่เรื่อง โครโมโซมของมนุษย์และความผิดปกติทางพันธุกรรม โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 41 จำนวน 3 ข้อ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

- โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นท่อนในนิวเคลียสระยะที่มีการแบ่งเซลล์คือข้อใด (ข.โครโมโซม)
- จากภาพ A B และ C คืออะไรตามลำดับ (ก. โครโมโซม โครมาทิด เซนโทรเมียร์)
- จากภาพเซลล์ที่กำหนดให้ โครโมโซมคู่ใดเป็นโฮมอโลกัสโครโมโซม (ค. 3, 5)

2) ครูเชื่อมโยงไปสู่เรื่องจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- สิ่งใดเป็นตัวกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต (ยีน)
- ยีนอยู่บนโครงสร้างใดในนิวเคลียส (โครโมโซม)
- นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีโครโมโซมเท่ากันหรือแตกต่างกัน (นักเรียนตอบตามความ

เข้าใจของตนเอง)

3) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้แผนภาพแสดง จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิต (แนบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้) และตั้งประเด็นคำถามร่วมกันว่าดังนี้

- สิ่งมีชีวิตในตาราง 2.2 มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือต่างกัน อย่างไร (ส่วนใหญ่จะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน แต่มีสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันเช่น ยีสต์และหอมหัวใหญ่)

- จำนวนโครโมโซมมีความสัมพันธ์กับขนาดของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ อย่างไร (ไม่มีความสัมพันธ์กัน สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอาจมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ เช่นมนุษย์มีโครโมโซม 46 แท่ง ส่วนปลาตุ๊กตาดันมีโครโมโซม 104 แท่ง)

4) ครูและนักเรียนพิจารณตารางจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิต (แนบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้) หรือในหนังสือเรียนหน้า 42 และร่วมกันอภิปรายข้อมูลในตาราง จากนั้นตอบคำถามระหว่างเรียน อ่านเนื้อหาท้ายตาราง และร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน จะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน แต่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันเสมอและมีจำนวนคงที่ในทุก ๆ รุ่น และจำนวนโครโมโซมไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของสิ่งมีชีวิต

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

5) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.5 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร โดยใช้ข้อมูลจากตารางแสดงจำนวนโครโมโซมของนักเรียนเป็นเท่าไร และนักเรียนทราบหรือไม่ว่ามนุษย์เพศชายและหญิงมีโครโมโซมเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

6) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 43 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ลักษณะของโครโมโซมมนุษย์)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและเปรียบเทียบลักษณะโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง)
- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สังเกตและจับคู่โครโมโซมที่เหมือนกันของเพศชายโดยเขียนหมายเลขเดียวกันกำกับไว้ในแต่ละคู่ ตัดคู่ของโครโมโซมออก แล้วนำมาเรียงลำดับจากใหญ่ไปหาเล็ก จากนั้นจึงตัดและจัดเรียงลำดับโครโมโซมของมนุษย์เพศหญิง โดยใช้วิธีการเดียวกันกับเพศชาย เปรียบเทียบลักษณะของโครโมโซมเพศชายและหญิง แยกคู่โครโมโซมที่แตกต่างกันของเพศชายและหญิงมาวางเป็นคู่สุดท้าย)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตลักษณะโครโมโซมของเพศชายและเพศหญิง รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนคู่ของโครโมโซม ความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมเพศชายและเพศหญิง)

7) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงโครโมโซม การสังเกตคู่ที่ต่างกันระหว่างโครโมโซมเพศชายและเพศหญิง ซึ่งครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.5 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม

9) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 46 แท่งหรือ 23 คู่ โครโมโซม 22 คู่มีลักษณะเหมือนกันทั้งในเพศหญิงและเพศชาย ส่วนโครโมโซมอีก 1 คู่ มีลักษณะแตกต่างกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

10) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม โดยให้นักเรียนสังเกตภาพ 2.15 ในหนังสือเรียนหน้า 46 และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.5 กับภาพ 2.15 อ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 46 จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับออโตโซมและโครโมโซมเพศ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โครโมโซมคู่ที่ 1-22 เหมือนกันทั้งในเพศชายและเพศหญิง เรียกว่า ออโตโซม ส่วนโครโมโซมคู่ที่ 23 เรียกว่า โครโมโซมเพศ ซึ่งจะแตกต่างกันในเพศหญิงและชาย เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

11) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

12) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: กรรไกร กาวแท่งหรือสก็อตเทปใส และสำเนาภาพโครโมโซมของมนุษย์

8.2 แผนภาพ: จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิต

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.5 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.5 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. บอกความแตกต่างของโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิงได้(ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 2.5	- คำถามทำกิจกรรมที่ 2.5 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกตเปรียบเทียบลักษณะโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิงได้(ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.5	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.5 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ความมุ่งมั่นในการทำงานและความรับผิดชอบ(ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	- เกณฑ์การประเมินความมุ่งมั่นและความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	
เรื่อง การแบ่งเซลล์แต่ละแบบ	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/4 อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. กระบวนการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี 2 แบบ คือ ไมโทซิส และไมโอซิส
2. ไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้น
3. ไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น เมื่อเกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ ลูกจะได้รับการถ่ายทอดโครโมโซมชุดหนึ่งจากพ่อและอีกชุดหนึ่งจากแม่ จึงเป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่และจะคงที่ในทุก ๆ รุ่น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล มาอธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส (P)
3. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

โดยทั่วไปการแบ่งเซลล์ที่ทำให้ได้เซลล์ใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม จะพบได้ในการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ส่วนการแบ่งเซลล์ที่ทำให้ได้เซลล์ใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งจะพบได้ในการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้เซลล์ของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกที่เกิดจากการรวมตัวกันของเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่

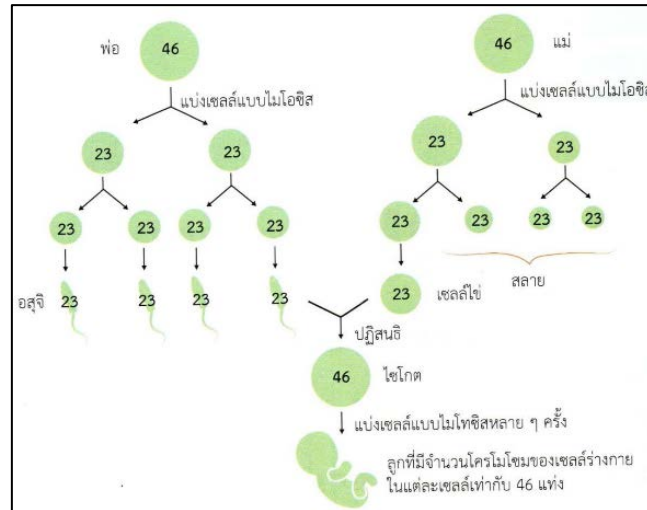
การแบ่งเซลล์ที่ทำให้เกิดเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้นทุกประการเรียกว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitotic cell division) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกายระหว่างการเจริญเติบโต และทดแทนเซลล์ ที่เสียหายหรือตาย และอาจพบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น พารามีซีียม และยีสต์ ซึ่งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีขั้นตอนดังภาพ 2.16 ในหนังสือเรียน



ในการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง เรียกว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiotic cell division) โดยเริ่มจากเซลล์ตั้งต้นหนึ่งเซลล์ เมื่อแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เกิดเป็นเซลล์ใหม่ 4 เซลล์ โดยแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง ดังภาพ 2.17 ในหนังสือเรียน

ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์ ในเพศชายเซลล์ใหม่ที่ได้ 4 เซลล์ จะเจริญเป็นอสุจิทั้งหมด ส่วนในเพศหญิงเซลล์ใหม่ที่ได้ 4 เซลล์จะมีเพียง 1 เซลล์ที่เจริญไปเป็นเซลล์ไข่ ส่วนอีก 3 เซลล์

จะสลายไป อสุจิและเซลล์ไข่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกายเท่ากับ 23 แห่ง ซึ่งเป็น ออโตโซม 22 แห่ง และโครโมโซมเพศ 1 แห่ง เมื่อมีการปฏิสนธิระหว่างอสุจิและเซลล์ไข่ เกิดเป็นไซโกตที่มี โครโมโซมจำนวน 46 แห่ง เท่ากับจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย เป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่และจะมีจำนวนคงที่ใน ทุก ๆ รุ่น ดังภาพ



โดยทั่วไปเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเป็นปกติ แต่ถ้าเกิดความผิดปกติในการแบ่งเซลล์ จะทำให้เซลล์ใหม่ที่ได้มีจำนวนหรือลักษณะของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้เกิดโรคทางพันธุกรรม

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการปฏิสนธิ การพัฒนาจากไซโกตเป็นเอ็มบริโอและทารก โดยใช้ประเด็นคำถามดังนี้

- นักเรียนเกิดขึ้นมาได้อย่างไร (เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อ ได้แก่ อสุจิ และเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ ได้แก่ เซลล์ไข่)

- เซลล์ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิเรียกว่าอะไร (ไซโกต)

- ไซโกต 1 เซลล์จะเจริญเติบโตเป็นร่างกายมนุษย์ที่ประกอบด้วยเซลล์เป็นจำนวนมากได้อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- นักเรียนและพ่อแม่มีโครโมโซมเป็นเท่าไร (46 แห่ง)

- เพราะเหตุใดโครโมโซมของนักเรียนจึงมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับพ่อแม่ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครุณำนักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมที่ 2.6 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 47 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สังเกตและเปรียบเทียบแผนภาพการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 และแบบที่ 2 คาดคะเนและวาดภาพจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการรวมกันของเซลล์ 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 และ 2 อภิปรายว่าการแบ่งเซลล์แบบใดเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตจำนวนเซลล์และจำนวนโครโมโซมของเซลล์ตั้งต้นและเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์ทั้ง 2 แบบ และนำมาเปรียบเทียบกัน)

3) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การวาดภาพจำนวนโครโมโซมภายในเซลล์ใหม่ที่ได้ ซึ่งครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.6 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม แบบที่ 2 ได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้นซึ่งเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เมื่อเกิดการปฏิสนธิ โยโกตที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับพ่อแม่

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

6) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมให้นักเรียนอ่านเนื้อหาและสังเกตภาพ 2.16 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และภาพ 2.17 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในหนังสือเรียนหน้า 49-50 แล้วตั้งประเด็นคำถามเพิ่มเติมดังนี้

- เพราะเหตุใดจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจึงเท่ากับเซลล์ตั้งต้น (แนวคำตอบ เพราะโครมาทินมีการจำลองตัวเองเป็นโครโมโซมที่มี 2 โครมาทิด จากนั้นโครโมโซมจะมาเรียงตัวบริเวณกึ่งกลางเซลล์ แต่ละโครมาทิดแยกไปอยู่ในเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ซึ่งจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ตั้งต้น)

- เพราะเหตุใดจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจึงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น (แนวคำตอบ เพราะโครมาทินมีการจำลองตัวเองเป็นโครโมโซมที่มี 2 โครมาทิด มีการเข้าสู่ของฮอโมโลกัสโครโมโซมและมาเรียงตัวในแนวกึ่งกลางเซลล์ มีการแยกกันของฮอโมโลกัสโครโมโซมไปอยู่ในเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ จากนั้น

แต่ละโครมาทิด 2 โครมาทิดที่ติดกันบริเวณเซนโทรเมียร์ของเซลล์ใหม่แต่ละเซลล์จะแยกกันไปอยู่ในเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ รวมทั้งหมดเป็น 4 เซลล์ ซึ่งจะมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ ต้นต้น)

7) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ต้นต้น เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกายในระหว่างการเจริญเติบโต และทดแทนเซลล์ที่เสียหายหรือตาย

- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ต้นต้นเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (10 นาที)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.6 การแบ่งเซลล์มีแบบใดบ้าง

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.6 การแบ่งเซลล์มีแบบใดบ้าง

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.6	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.6 การแบ่งเซลล์มีแบบใดบ้าง จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมาอธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.6	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.6 การแบ่งเซลล์มีแบบใดบ้าง	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

ได้แก่

1.

2.

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	
เรื่อง โครโมโซมของทารกในครรภ์	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/5 บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม
2. โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกัน โดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนบอกสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม และยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลที่รวบรวม อธิบายการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ที่อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรมได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล (P)
3. นักเรียนมีระเบียบวินัยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (A)

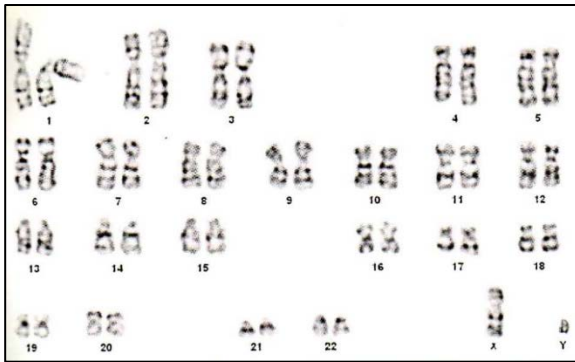
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

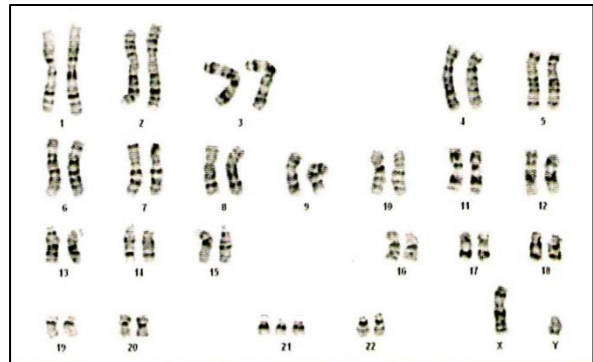
6. สาธารณการเรียนรู้

ยีนที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตอยู่บนโครโมโซม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมหรือยีนจึงส่งผลกระทบต่อลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต หากเกิดขึ้นในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดผลเสียนี้จะทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม

โรคทางพันธุกรรมที่มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโครโมโซม เช่น **กลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome)** จะมีโครโมโซมของเซลล์ร่างกายจำนวน 47 แห่ง โดยมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมาหนึ่งแท่งซึ่งแตกต่างจากคนปกติดังภาพ



ก. ชายปกติ



ข. ชายที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์

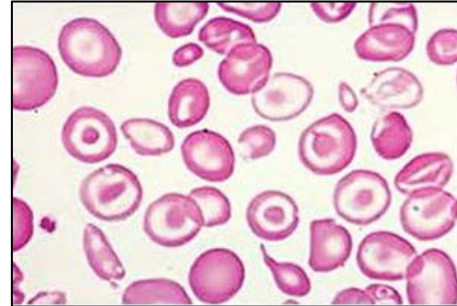
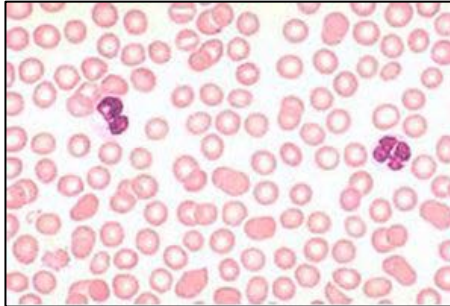
ภาพแสดง แผนภาพโครโมโซมของคนปกติและคนที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์

คนที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์จะมีความผิดปกติทางร่างกายหลายอย่าง เช่น ตาซีขึ้น ลิ้นจุกปาก ลิ้นแตกเป็นร่อง ดั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้นป้อม และมีพัฒนาการทางสมองช้าดังภาพ



ความเสี่ยงของมารดาที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์จะสัมพันธ์กับอายุของมารดาโดยมารดาที่มีอายุมาก จะมีความเสี่ยงสูงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์ เช่น มารดาที่มีอายุ 35 ปีมีความเสี่ยงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์มากกว่ามารดาที่มีอายุ 25 ปีประมาณ 3 เท่า

นอกจากโรคทางพันธุกรรมจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมแล้ว ยังมีโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีนด้วย เช่น **โรคธาลัสซีเมีย (thalassemia)** ซึ่งเกิดจากความผิดปกติของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบิน ทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงมีอายุสั้นและแตกง่าย ดังภาพ



ก. เซลล์เม็ดเลือดแดงของคนปกติ

ข. เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีรูปร่างผิดปกติ
ของผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย

ภาพแสดง ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดแดงของคนปกติและผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย

โรคธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เป็นลักษณะด้อย ผู้ป่วยจะมีแอลลีลด้อยทั้งคู่ ส่วนผู้ที่มีแอลลีลด้อยเพียงหนึ่งแอลลีลจะไม่แสดงอาการของโรค แต่สามารถถ่ายทอดแอลลีลด้อยไปสู่รุ่นลูกได้ เรียกบุคคลดังกล่าวว่า **พาหะของโรค(carrier)** ผู้ป่วยที่เป็นโรคธาลัสซีเมียจะมีภาวะซีด ตาเหลือง ตัวเหลือง ตับและม้ามโต และร่างกายเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ

โรคทางพันธุกรรมเป็นลักษณะทางพันธุกรรมแบบหนึ่ง เราสามารถคำนวณอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ได้ โดยใช้แผนภาพแสดงการผสมพันธุ์ ดังนั้นเมื่อทราบลักษณะทางพันธุกรรมของพ่อและแม่จะสามารถทำนายโอกาสการเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกได้

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยประเด็นคำถาม เพื่อสอบถามความเข้าใจเบื้องต้นในการเกิดโรคทางพันธุกรรมว่า สาเหตุเกิดจากพันธุกรรมหรือไม่เกิดจากพันธุกรรม

- โรคธาลัสซีเมีย (เกิดจากพันธุกรรม)
- โรคผิวหนัง (เกิดจากพันธุกรรม)
- โรคกลุ่มอาการดาวน์ซินโดรม (เกิดจากพันธุกรรม)
- โรคมะเร็ง (ไม่เกิดจากพันธุกรรม)
- โรคเบาหวาน (เกิดจากพันธุกรรม)
- โรคภูมิแพ้ (ไม่เกิดจากพันธุกรรม)

2) ครูให้นักเรียนตั้งคำถาม โดยยกตัวอย่างชื่อของโรคที่เกิดในมนุษย์ แล้วให้เพื่อนร่วมชั้นเรียน ตอบว่า สาเหตุเกิดจากพันธุกรรมหรือไม่เกิดจากพันธุกรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.7 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่ โดยใช้คำถามว่า ถ้ากระบวนการแบ่งเซลล์เกิดความผิดปกติ และทำให้เซลล์ใหม่มีจำนวนโครโมโซมผิดปกติ จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 52 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมที่อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมที่อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (อ่านสถานการณ์และสังเกตโครโมโซมของทารกจากแผนภาพเปรียบเทียบกับจำนวนโครโมโซมของคนปกติในภาพ 2.15 สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโรคและความผิดปกติของทารก)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตจำนวนโครโมโซมของทารกและเปรียบเทียบกับโครโมโซมของคนปกติ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความผิดปกติของทารกที่มีโครโมโซมตามแผนภาพ)

5) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การสังเกตโครโมโซมของทารกจากแผนภาพ การเปรียบเทียบกับโครโมโซมของคนปกติ วิธีการสืบค้นข้อมูล ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.7 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่ โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

7) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า ทารกที่มีจำนวนโครโมโซมจำนวน 47 แห่ง โดยมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แห่ง ทำให้ทารกเป็นกลุ่มอาการดาวน์ ซึ่งมีอาการผิดปกติทางร่างกาย เช่น ตาซีซัน ลิ้นจุกปาก ลิ้นแตกเป็นร่อง ตั้งจุกแบน นิ้วมือนิ้วโป้ง และมีพัฒนาการทางสมองช้า

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาและสังเกตภาพ 2.19 และภาพ 2.20 ในหนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 53-54 แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ของจำนวนโครโมโซมและลักษณะของผู้ที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 54 โดยครูอธิบายเพิ่มเติมว่ากลุ่มอาการดาวน์เป็นโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากการมีจำนวนโครโมโซมเกินมา 1 แท่งในโครโมโซมคู่ที่ 21 นอกจากนี้ยังมีโรคทางพันธุกรรมแบบอื่น ๆ ที่เกิดจากการเพิ่มหรือลดลงของจำนวนโครโมโซมในคู่อื่น ๆ อีก ซึ่งจะส่งผลต่อความผิดปกติทางพันธุกรรมเช่นกัน ทั้งนี้ความผิดปกติของจำนวนโครโมโซมในบางกรณีอาจไม่แสดงความผิดปกติทางร่างกายออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน

9) ครูสอบถามประเด็นคำถามเพิ่มเติมว่า

- เมื่อมารดาที่มีอายุเพิ่มขึ้น ความเสี่ยงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์เป็นอย่างไร (แนวคำตอบ อายุของมารดาที่เพิ่มขึ้นมีความเสี่ยงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์สูงขึ้นด้วย)

- โรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน จะทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรมอะไร (โรคธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบิน จึงทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงมีอายุสั้นและแตกง่าย อาการของโรคนี้ เช่น มีภาวะซีด ตัวเหลือง ตาเหลือง ตับและม้ามโต ร่างกายเจริญเติบโตช้า)

- ผู้ป่วยที่เป็นโรคธาลัสซีเมียจะมียีนที่เป็นแอลลีลแบบใด (แอลลีลด้อยทั้งคู่ ส่วนผู้ที่มียีนที่เป็นแอลลีลด้อยเพียงหนึ่งแอลลีล (มีจีโนไทป์เป็นเฮเทอโรไซกัส) จะเรียกว่าเป็นพาหะของโรค ซึ่งจะไม่แสดงอาการของโรคแต่สามารถถ่ายทอดแอลลีลด้อยนี้ไปสู่ลูกได้)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

10) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

11) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.7 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.7 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม และยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม (ด้านความรู้: K)	- ตรวจการตอบคำถาม ทำกิจกรรมที่ 2.7	- คำถามทำกิจกรรมที่ 2.7 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่ จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลที่รวบรวม อธิบายการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ที่อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรมได้(ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจการทำแบบบันทึก การค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.7	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.7 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ระเบียบวินัยในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการได้รับมอบหมาย บทบาทและภาระงานภายในชั้นเรียน	- เกณฑ์การประเมินระเบียบวินัยในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10	
เรื่อง การวางแผนก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรเป็นโรคทางพันธุกรรม	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่่าก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์ เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิต เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม
2. โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกัน โดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนเขียนแผนภาพการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการตีความหมายสรุปโอกาสที่ทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่่าก่อนแต่งงานหรือก่อนมีบุตรควรปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม (A)

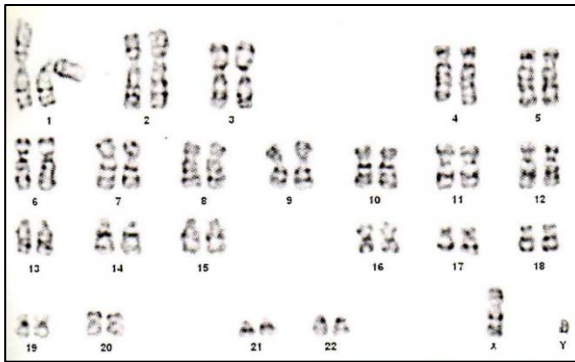
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

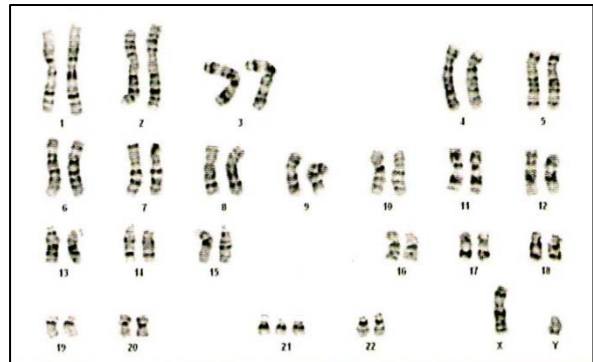
6. สารการเรียนรู้

ยีนที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตอยู่บนโครโมโซม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมหรือยีนจึงส่งผลกระทบต่อลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต หากเกิดขึ้นในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดผลเสียนี้จะทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม

โรคทางพันธุกรรมที่มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโครโมโซม เช่น **กลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome)** จะมีโครโมโซมของเซลล์ร่างกายจำนวน 47 แห่ง โดยมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมาหนึ่งแท่งซึ่งแตกต่างจากคนปกติดังภาพ



ก. ชายปกติ



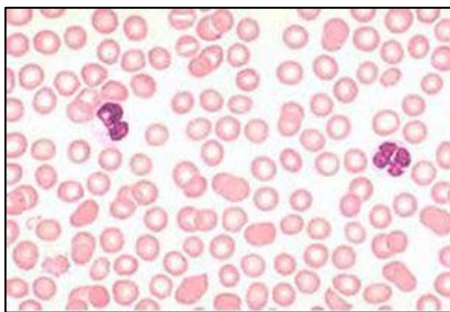
ข. ชายที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์

ภาพแสดง แผนภาพโครโมโซมของคนปกติและคนที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์

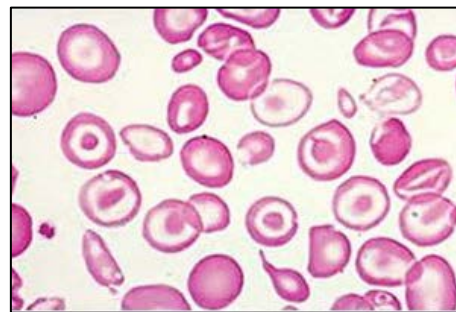
คนที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์จะมีความผิดปกติทางร่างกายหลายอย่าง เช่น ตาซีขึ้น ลิ้นจุกปาก ลิ้นแตกเป็นร่อง ตั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้นป้อม และมีพัฒนาการทางสมองช้า

ความเสี่ยงของมารดาที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์จะสัมพันธ์กับอายุของมารดาโดยมารดาที่มีอายุมาก จะมีความเสี่ยงสูงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์ เช่น มารดาที่มีอายุ 35 ปีมีความเสี่ยงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์มากกว่ามารดาที่มีอายุ 25 ปีประมาณ 3 เท่า

นอกจากโรคทางพันธุกรรมจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมแล้ว ยังมีโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีนด้วย เช่น **โรคธาลัสซีเมีย (thalassemia)** ซึ่งเกิดจากความผิดปกติของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบิน ทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงมีอายุสั้นและแตกง่าย ดังภาพ



ก. เซลล์เม็ดเลือดแดงของคนปกติ



ข. เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีรูปร่างผิดปกติของผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย

ภาพแสดง ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดแดงของคนปกติและผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย

โรคธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เป็นลักษณะด้อย ผู้ป่วยจะมีแอลลีลด้อยทั้งคู่ ส่วนผู้ที่มีแอลลีลด้อยเพียงหนึ่งแอลลีลจะไม่แสดงอาการของโรค แต่สามารถถ่ายทอดแอลลีลด้อยไปสู่รุ่นลูกได้ เรียกบุคคลดังกล่าวว่า **พาหะของโรค(carrier)** ผู้ป่วยที่เป็นโรคธาลัสซีเมียจะมีภาวะซีด ตาเหลือง ตัวเหลือง ตับและม้ามโต และร่างกายเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ

โรคทางพันธุกรรมเป็นลักษณะทางพันธุกรรมแบบหนึ่ง เราสามารถคำนวณอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ได้ โดยใช้แผนภาพแสดงการผสมพันธุ์ ดังนั้นเมื่อทราบลักษณะทางพันธุกรรมของพ่อและแม่จะสามารถทำนายโอกาสการเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกได้

โรคธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยแอลลีลด้อย ดังนั้นคู่แต่งงานที่มีแอลลีลด้อยจะมีความเสี่ยงที่บุตรจะมีจีโนไทป์เป็น bb ซึ่งจะเป็นโรคนี้ เช่น คู่แต่งงานที่มีจีโนไทป์เป็น Bb กับ Bb จะมีความเสี่ยงมากที่สุดที่บุตรจะเป็นโรคธาลัสซีเมีย คู่แต่งงานที่มีความเสี่ยงรองลงมาคือคู่แต่งงานที่เป็นพาหะทั้งคู่ ซึ่งมีจีโนไทป์เป็น BB และ Bb ส่วนคู่แต่งงานที่มีจีโนไทป์เป็น BB กับ Bb และ BB กับ bb บุตรไม่มีโอกาสเป็นโรคนี้ แต่มีโอกาสเป็นพาหะของโรค คู่แต่งงานที่มีจีโนไทป์เป็น BB กับ BB บุตรจะไม่เป็นโรคและไม่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย

โรคทางพันธุกรรมเป็นปัญหาที่สำคัญ เนื่องจากสามารถถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกได้ ตัวอย่างเช่นโรคธาลัสซีเมียในประเทศไทยมีประชากรที่เป็นพาหะของโรคประมาณ 18-24 ล้านคน เป็นผู้ป่วยประมาณ 6 แสนคน ในแต่ละปีมีเด็กเกิดใหม่ป่วยเป็นโรคเพิ่มขึ้นประมาณ 12,000 คน ซึ่งรัฐบาลต้องใช้งบประมาณในการรักษาผู้ป่วยปีละไม่น้อยกว่า 5,000 - 6,000 ล้านบาท จะเห็นได้ว่าโรคทางพันธุกรรมนอกจากจะส่งผลกระทบต่อครอบครัวแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพประชากร เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ดังนั้นการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากโรคทางพันธุกรรมเพื่อวางแผนก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูตั้งประเด็นคำถามนักเรียนจะใช้แผนภาพการผสมพันธุ์เพื่อทำนายโอกาสการเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกได้อย่างไรและจะนำผลที่ได้มาใช้ประโยชน์อย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.8 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรที่เป็นโรคทางพันธุกรรม โดยใช้คำถามว่า นักเรียนจะใช้แผนภาพการผสมพันธุ์เพื่อทำนายโอกาสการเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกได้อย่างไรและจะนำผลที่ได้มาใช้ประโยชน์อย่างไร

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 58 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การวางแผนก่อนแต่งงานและก่อนมีบุตรของคู่แต่งงาน โดยการเขียนแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของชายและหญิงแต่ละคู่)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (อธิบายโอกาสเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกเพื่อนำไปใช้วางแผนก่อนแต่งงานและมีบุตร)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (เขียนแผนภาพแสดงการผสมจีโนไทป์ของชายหญิงแต่ละคู่จากตารางที่กำหนดให้ ร่วมกันอภิปรายความเสี่ยงของการเกิดโรคธาลัสซีเมียในรุ่นลูก และวางแผนการมีบุตรของชายและหญิงแต่ละคู่)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (รวบรวมข้อมูลของแผนภาพการผสมจีโนไทป์ และนำมาวิเคราะห์เพื่ออภิปรายความเสี่ยงของการเกิดโรคธาลัสซีเมียในลูก)

4) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การเขียนแผนภาพการผสมจีโนไทป์ การวิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดโรคธาลัสซีเมีย ซึ่งครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.8 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรที่เป็นโรคทางพันธุกรรม โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

6) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า การวางแผนก่อนแต่งงานและก่อนมีบุตรมีความสำคัญ เพราะถ้าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเป็นโรคทางพันธุกรรมหรือพาหะของโรค จะทำให้ลูกที่เกิดมามีโอกาสเป็นโรคหรือพาหะของโรคทางพันธุกรรมได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม อ่านเนื้อหาเกี่ยวกับปัญหาของโรคธาลัสซีเมียในประเทศไทย ใน หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 59) และร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โรคทางพันธุกรรมโดยเฉพาะโรคธาลัสซีเมียเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย เพราะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของประชากร เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตร คู่สมรสจึงควรตรวจร่างกายและศึกษาภาวะเสี่ยงที่จะเกิดโรคธาลัสซีเมียเพื่อหาทางป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- 8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้
- 9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.8 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรที่เป็นโรคทางพันธุกรรม
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.8 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรที่เป็นโรคทางพันธุกรรม
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. เขียนแผนภาพการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.8	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.8 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรที่เป็นโรคทางพันธุกรรม	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการตีความหมายสรุปโอกาสที่ทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.8	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.8 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรที่เป็นโรคทางพันธุกรรม	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่าก่อนแต่งงานหรือก่อนมีบุตรควรปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม (ด้านเจตคติ: A)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.8	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.8 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรที่เป็นโรคทางพันธุกรรม จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11	
เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปะใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/7 อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. มนุษย์เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตนี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
2. ในปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิตอาหาร การผลิตยารักษาโรค การเกษตร อย่างไรก็ตามสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังทำการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลที่รวบรวมได้เกี่ยวกับ กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (P)
3. นักเรียนมีระเบียบวินัยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

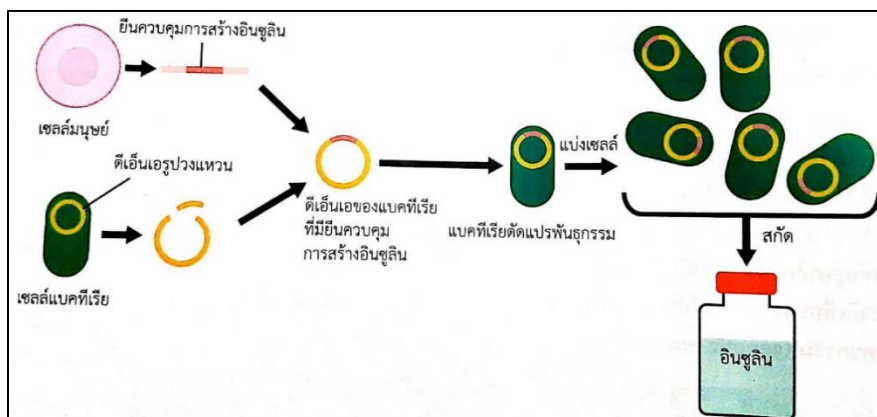
กระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ โดยอาจมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารพันธุกรรมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น เช่น การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมเนื่องจากเกิดความผิดปกติในการแบ่งเซลล์ และการได้รับยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ตัวอย่างเช่น พืชใบเลี้ยงคู่ที่มีบาดแผล เมื่อได้รับยีนจากแบคทีเรียที่มีชื่อว่า *Agrobacterium tumefaciens* จะทำให้เซลล์พืชบริเวณนั้นเกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จนเกิดปุ่มปม ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย มนุษย์สามารถเลียนแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ เพื่อประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ตามต้องการ เรียกกระบวนการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยมนุษย์นี้ว่า **พันธุวิศวกรรม (genetic engineering)**



ภาพแสดง ปุ่มปมบนต้นไม้ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens*

พันธุวิศวกรรมใช้เทคนิคการนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอ ซึ่งมียีนที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งจนเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่ถูกสร้างขึ้นใหม่นี้ว่า **สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (genetically modified organisms หรือ GMOs)** เช่น แบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่ได้รับยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์ ทำให้สามารถสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้

การสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์ เริ่มจากการนำยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์มาเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอรูปวงแหวนของแบคทีเรีย จากนั้นใส่ดีเอ็นเอนั้นเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียสามารถสร้างอินซูลินได้ และเมื่อเลี้ยงแบคทีเรียในสภาวะที่เหมาะสม แบคทีเรียจะแบ่งเซลล์ เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้สามารถสร้างอินซูลินปริมาณมากได้ ดังภาพ



ปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการดัดแปรพันธุกรรมอย่างหลากหลาย เช่น แบคทีเรียที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์สำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายน้ำมันและพลาสติกเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ข้าวสีทองที่มีวิตามินเอสูง เพื่อป้องกันโรคตาบอดในเด็กเนื่องจากการขาดวิตามินเอ ฝ้ายบีบีทีที่ทนต่อแมลงศัตรูพืช และข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช

มนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในหลาย ๆ ด้าน เช่น การผลิตอาหาร การแพทย์ การเกษตร และด้านสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกันสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นได้ ตัวอย่างเช่น ข้าวโพดบีบีที ซึ่งเป็นข้าวโพดที่ได้รับยีนของแบคทีเรียที่ควบคุมการสร้างสารที่เป็นพิษต่อระบบย่อยอาหารของแมลง ทำให้ข้าวโพดบีบีทีสามารถต้านทานหนอนเจาะฝักข้าวโพด ซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืช และยังพบว่าเรณูของข้าวโพดบีบีทีนั้นเป็นพิษต่อหนอนผีเสื้อจักรพรรดิ ทำให้ผีเสื้อจักรพรรดิซึ่งเป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรให้พืชชนิดอื่นมีจำนวนลดลง

ปัจจุบันมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพได้กำหนดลักษณะที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อป้องกันผลกระทบที่สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังตาราง

ตารางแสดง ตัวอย่างการประเมินความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ลักษณะที่ใช้ประเมิน	ระดับความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
แหล่งที่มาของสารพันธุกรรม	ต่างชนิดพันธุ์กัน	ชนิดพันธุ์ใกล้เคียงกัน	ชนิดพันธุ์เดียวกัน
ความสามารถในการอยู่รอดในสถานะที่ไม่เหมาะสม	อยู่รอดได้ระยะยาว	-	อยู่รอดได้ระยะสั้น
การขยายพันธุ์	ขยายพันธุ์ได้ด้วยตัวเอง	-	อาศัยมนุษย์

ที่มา: แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ สำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2559

ระดับความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่จะเกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมสามารถประเมินจากลักษณะต่าง ๆ เช่น แหล่งที่มาของสารพันธุกรรม ถ้าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมได้รับยีนมาจากสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน จะมีความเสี่ยงมากกว่ายีนที่มาจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน เช่น ความเสี่ยงที่จะเกิดสารก่อภูมิแพ้หรือสารพิษ เนื่องจากยีนอาจมีการแสดงออกที่แตกต่างกันไปในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน นอกจากนี้ ถ้าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมสามารถอยู่รอดได้ในสถานะที่ไม่เหมาะสมและอยู่ได้เป็นเวลานาน รวมถึงยังสามารถขยายพันธุ์ได้เอง จะทำให้ความเสี่ยงที่สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมนั้นหลุดรอดออกสู่ธรรมชาติและเพิ่มจำนวนประชากรได้มากขึ้น

ข้อตกลงการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมนั้นมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ บางประเทศยอมรับการผลิตและบริโภคสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม บางประเทศกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ต้องติดฉลากหากมีส่วนผสมจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และบางประเทศไม่ยอมรับการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ประเทศไทยเคยได้รับผลกระทบที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจจากกรณีมะละกอของประเทศไทยถูกสหภาพยุโรปปฏิเสธและส่งกลับ เนื่องจากตรวจพบว่ามะละกอที่ส่งออกมีมะละกอตัดแปรพันธุกรรมปะปนอยู่ด้วย จากเหตุการณ์ครั้งนั้นจึงห้ามปลูกพืชตัดแปรพันธุกรรมในแปลงเปิด แต่สามารถปลูกเพื่อทดลองเฉพาะในพื้นที่ราชการเท่านั้น และต้องทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพให้สาธารณชนได้รับทราบ จากกรณีตัวอย่างดังกล่าวทำให้ทุกคนต้องตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อวิดีโอทัศน์แสดง การตัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เป็นเรื่องปกติในธรรมชาติ เพื่อแสดงให้เห็นถึงกลไกการตัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (สืบค้นจาก https://www.youtube.com/watch?v=rZ3aK_jvqv8)

2) ครูและนักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงการตัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้น และพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยใช้การตอบว่า ถูกต้อง หรือ ไม่ถูกต้อง ในประเด็นคำถามดังนี้

- ความผิดปกติของโครโมโซมส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ถูกต้อง)
- ความผิดปกติของโครโมโซมเกิดขึ้นเฉพาะกับเซลล์ร่างกาย (ไม่ถูกต้อง เพราะความผิดปกติของโครโมโซมเกิดขึ้นได้กับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์)
- ความผิดปกติของยีนอาจส่งผลให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีลักษณะแตกต่างไปจากเดิม (ถูกต้อง)
- พันธุวิศวกรรมมีการทำเฉพาะกับพืชเท่านั้น (ไม่ถูกต้อง เพราะทำทั้งพืชและสัตว์)

4) ให้นักเรียนสังเกตสังเกตภาพ 2.25 ในหนังสือเรียนหน้า 61 เกี่ยวกับลักษณะที่ผิดปกติของพืชเมื่อได้รับยีนของแบคทีเรีย แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อพืชได้รับยีนของแบคทีเรียจะทำให้เกิดการสร้างปุ๋ยปม ซึ่งทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไป มนุษย์เลียนแบบกระบวนการนี้เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตตามที่ต้องการ จากนั้นนักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 61 เกี่ยวกับกระบวนการพันธุวิศวกรรม จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า พันธุวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่ใช้ในการตัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยใช้เทคนิคการนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอซึ่งมียีนที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งจนเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามที่ต้องการ สิ่งมีชีวิตนี้เรียกว่าสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (Genetically Modified Organisms หรือ GMOs)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.9 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า ในขณะที่มนุษย์ใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมก็มีข้อโต้แย้งถึงผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเช่นกัน นักเรียนควรนำสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาใช้ประโยชน์หรือไม่

6) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 63 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (อธิบายการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้)

- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (เลือกสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่เลือก อภิปรายและให้เหตุผลในการตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับ การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม รวมถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม)

7) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การอภิปรายร่วมกันในประเด็นที่กำหนดให้ ซึ่งครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยที่พบจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลัง จากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.9 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

9) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า การจะตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจซึ่งมีทั้งด้านบวกและด้านลบ เช่น แบคทีเรียที่ผลิตอินซูลินสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน แบคทีเรียที่สามารถย่อยน้ำมันและพลาสติก ข้าวสีทองที่มีวิตามินเอสูง ฝ้ายที่ทนต่อศัตรูพืช ข้าวโพดที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช เพราะผลจากข้อโต้แย้งเกี่ยวกับผลกระทบต่าง ๆ ที่มีต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม อีกด้วย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

10) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

11) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 วิดีทัศน์: การตัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เป็นเรื่องปกติในธรรมชาติ

8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 2.9 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรม เป็นอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.9 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.9	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2.9 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลที่รวบรวมได้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.9	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 2.9 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ระเบียบวินัยในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการได้รับมอบหมายบทบาทและภาระงานภายในชั้นเรียน	- เกณฑ์การประเมินระเบียบวินัยในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12	
เรื่อง กิจกรรมท้ายบท จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/8 ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. มนุษย์เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตนี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
2. ในปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิตอาหาร การผลิตยารักษาโรค การเกษตร อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังทำการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอภิปรายผลของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
2. นักเรียนใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสืบค้นได้อย่างสมเหตุสมผล
3. นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

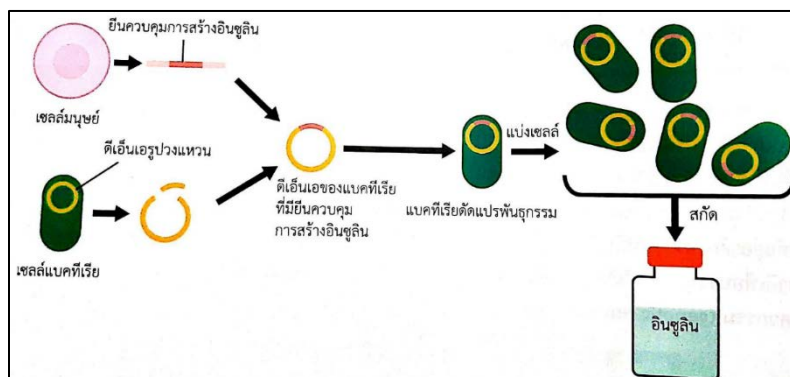
กระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ โดยอาจมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารพันธุกรรมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น เช่น การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมเนื่องจากเกิดความผิดปกติในการแบ่งเซลล์ และการได้รับยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ตัวอย่างเช่น พืชใบเลี้ยงคู่ที่มีบาดแผล เมื่อได้รับยีนจากแบคทีเรียที่มีชื่อว่า *Agrobacterium tumefaciens* จะทำให้เซลล์พืชบริเวณนั้นเกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จนเกิดปุ่มปม ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย มนุษย์สามารถเลียนแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ เพื่อประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ตามต้องการ เรียกกระบวนการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยมนุษย์นี้ว่า **พันธุวิศวกรรม (genetic engineering)**



ภาพแสดง ปุ่มปมบนต้นไม้ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens*

พันธุวิศวกรรมใช้เทคนิคการนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอ ซึ่งมียีนที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งจนเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่ถูกสร้างขึ้นใหม่นี้ว่า **สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (genetically modified organisms หรือ GMOs)** เช่น แบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่ได้รับยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์ ทำให้สามารถสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้

การสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์ เริ่มจากการนำยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์มาเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอรูปวงแหวนของแบคทีเรีย จากนั้นใส่ดีเอ็นเอนั้นเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียสามารถสร้างอินซูลินได้ และเมื่อเลี้ยงแบคทีเรียในสภาวะที่เหมาะสม แบคทีเรียจะแบ่งเซลล์ เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้สามารถสร้างอินซูลินปริมาณมากได้ ดังภาพ



ภาพแสดง การสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์

ปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการดัดแปรพันธุกรรมอย่างหลากหลาย เช่น แบคทีเรียที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์สำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายน้ำมันและพลาสติกเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ข้าวสีทองที่มีวิตามินเอสูง เพื่อป้องกันโรคตาบอดในเด็กเนื่องจากการขาดวิตามินเอ ผ้ายืดที่ทนต่อแมลงศัตรูพืช และข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช

มนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในหลาย ๆ ด้าน เช่น การผลิตอาหาร การแพทย์ การเกษตร และด้านสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกันสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นได้ ตัวอย่างเช่น ข้าวโพดบีที ซึ่งเป็นข้าวโพดที่ได้รับยีนของแบคทีเรียที่ควบคุมการสร้างสารที่เป็นพิษต่อระบบย่อยอาหารของแมลง ทำให้ข้าวโพดบีทีสามารถต้านทานหนอนเจาะฝักข้าวโพด ซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืช และยังพบว่าเรณูของข้าวโพดบีทีนั้นเป็นพิษต่อหนอนผีเสื้อจักรพรรดิ ทำให้ผีเสื้อจักรพรรดิซึ่งเป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรให้พืชชนิดอื่นมีจำนวนลดลง

ปัจจุบันมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพได้กำหนดลักษณะที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อป้องกันผลกระทบที่สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังตาราง

ตารางแสดง ตัวอย่างการประเมินความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ลักษณะที่ใช้ประเมิน	ระดับความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
แหล่งที่มาของสารพันธุกรรม	ต่างชนิดพันธุ์กัน	ชนิดพันธุ์ใกล้เคียงกัน	ชนิดพันธุ์เดียวกัน
ความสามารถในการอยู่รอดในสถานะที่ไม่เหมาะสม	อยู่รอดได้ระยะยาว	-	อยู่รอดได้ระยะสั้น
การขยายพันธุ์	ขยายพันธุ์ได้ด้วยตัวเอง	-	อาศัยมนุษย์

ระดับความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่จะเกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมสามารถประเมินจากลักษณะต่าง ๆ เช่น แหล่งที่มาของสารพันธุกรรม ถ้าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมได้รับยีนมาจากสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน จะมีความเสี่ยงมากกว่ายีนที่มาจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน เช่น ความเสี่ยงที่จะเกิดสารก่อภูมิแพ้หรือสารพิษ เนื่องจากยีนอาจมีการแสดงออกที่แตกต่างกันไปในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน นอกจากนี้ ถ้าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมสามารถอยู่รอดได้ในสถานะที่ไม่เหมาะสมและอยู่ได้เป็นเวลานาน รวมถึงยังสามารถขยายพันธุ์ได้เอง จะทำให้ความเสี่ยงที่สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมนั้นหลุดรอดออกสู่ธรรมชาติและเพิ่มจำนวนประชากรได้มากขึ้น

ข้อตกลงการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมนั้นมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ บางประเทศยอมรับการผลิตและบริโภคสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม บางประเทศกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ต้องติดฉลากหากมีส่วนผสมจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และบางประเทศไม่ยอมรับการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ประเทศไทยเคยได้รับผลกระทบที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจจากกรณีมะละกอของประเทศไทยถูกสหภาพยุโรปปฏิเสธและส่งกลับ เนื่องจากตรวจพบว่ามะละกอที่ส่งออกมีมะละกอดัดแปรพันธุกรรมปะปนอยู่ด้วย จากเหตุการณ์ครั้งนั้นจึงห้ามปลูกพืชดัดแปรพันธุกรรมในแปลงเปิด แต่สามารถปลูกเพื่อทดลองเฉพาะในพื้นที่ราชการ

เท่านั้น และต้องทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพให้สาธารณชนได้รับทราบ จากกรณีตัวอย่างดังกล่าวทำให้ทุกคนต้องตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิมชีวีตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อวิดีโอที่แสดง ปัญหาพีชจีเอ็มโอ

(สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=y5M37w-vyA0>)

2) ครูและนักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงปัญหาและสิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากมีการดัดแปรพันธุกรรมของสิมชีวีต ก่อเกิดผลกระทบอย่างไรได้บ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมท้ายบท เรื่อง จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 66 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกวิธีการที่ถูกต้อง เหมาะสม และคำนึงถึงจริยธรรมจากสถานการณ์เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (อ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ ร่วมกันอภิปรายและตัดสินใจเลือกวิธีการในแต่ละสถานการณ์)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (อภิปรายเกี่ยวกับความถูกต้อง เหมาะสม และจริยธรรมในการตัดสินใจเลือกวิธีการของแต่ละสถานการณ์)

5) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท เรื่อง จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า การตัดสินใจเลือกวิธีการใดในแต่ละสถานการณ์เกี่ยวกับจริยธรรมทางพันธุศาสตร์ต้องศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นและไม่ผิดจริยธรรม สร้างความเดือดร้อนและปัญหาให้ผู้อื่น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. การเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 วิดีทัศน์: ปัญหาพีซีเอ็มไอ สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=y5M37w-vyA0>

8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมท้ายบท จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อภิปรายผลของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสืบค้นได้อย่างสมเหตุสมผล (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (ด้านเจตคติ: A)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมท้ายบท	- คำถามท้ายกิจกรรมท้ายบท จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร จำนวน 2 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13	
เรื่อง คลื่นกล	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/10 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดคลื่นและบรรยายส่วนประกอบของคลื่น

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. คลื่นเกิดจากการส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลาง และไม่อาศัยตัวกลางในคลื่นกล พลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่านตัวกลาง โดยอนุภาคของตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น คลื่นที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกัน บรรยายได้ด้วยความยาวคลื่น ความถี่ แอมพลิจูด

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนบรรยายส่วนประกอบของคลื่นได้ด้วย สันคลื่น ท้องคลื่นความยาวคลื่น แอมพลิจูด คาบ ความถี่ อัตราเร็วคลื่นได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการทดลองสร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดคลื่นในสปริงได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

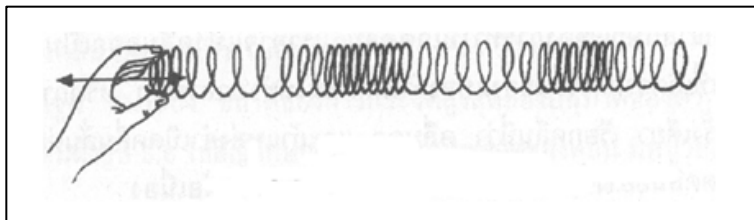
6. สารการเรียนรู้

1) ความหมายของคลื่น คือ ปรากฏการณ์จากการรบกวนแหล่งกำเนิด ทำให้มีการแผ่กระจายพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของคลื่น

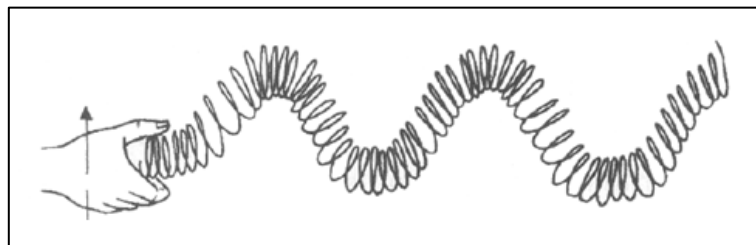
ดังนั้นเมื่อสับตปลายด้านหนึ่งของสปริง พลังงานจากการสับตมือ ซึ่งเป็นพลังงานกลสามารถส่งผ่านไปยังปลายอีกด้านหนึ่งของสปริง อนุภาคของสปริงที่ได้รับพลังงานจะส่งพลังงานต่อกันไปเป็นทอด ๆ โดยอนุภาคสั่นอยู่กับที่ ปรากฏการณ์การส่งผ่านพลังงานกลจากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่งโดยอนุภาคตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย เรียกว่า **คลื่นกล(mechanical wave)** เช่น คลื่นในสปริง คลื่นในเส้นเชือก คลื่นน้ำ คลื่นเสียง คลื่นแผ่นดินไหว

2) ชนิดของคลื่นกล

ถ้าพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวกลางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกล จะแบ่งคลื่นออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ ถ้าสับตสปริงในแนวตั้งฉากกับแนวการวางตัวของสปริงอนุภาคของสปริงจะเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น เรียกคลื่นประเภทนี้ว่า **คลื่นตามขวาง (transverse wave)** แต่ถ้าสับตสปริงกลับไปมาในแนวเดียวกับแนวการวางตัวของสปริง จะทำให้บางส่วนของสปริงอยู่ชิดกัน บางส่วนอยู่ห่างจากกัน เห็นเป็นส่วนหดส่วนขยายสลับกันเคลื่อนที่จากมือไปยังปลายอีกด้านหนึ่ง อนุภาคของสปริงจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เรียกคลื่นประเภทนี้ว่า **คลื่นตามยาว (longitudinal wave)** โดยเมื่ออนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่กลับไปมาครบ 1 รอบ จะเกิดคลื่นได้จำนวน 1 ลูกคลื่นพอดี



ก. คลื่นตามยาว



ข. คลื่นตามขวาง

ภาพแสดง การเคลื่อนที่ของอนุภาคของตัวกลางในขณะที่เกิดคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว

3) ส่วนประกอบของคลื่นกล

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของคลื่น จะเห็นลักษณะทางกายภาพที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

3.1) **สันคลื่น (crest)** คือ ตำแหน่งที่อนุภาคของตัวกลางอยู่ที่จุดสูงสุด หรือตำแหน่งบนสุดจาก

เส้นแกน

3.2) **ท้องคลื่น (trough)** คือ ตำแหน่งที่อนุภาคของตัวกลางอยู่ที่จุดต่ำสุด หรือตำแหน่งเว้าสุด

จากเส้นแกน

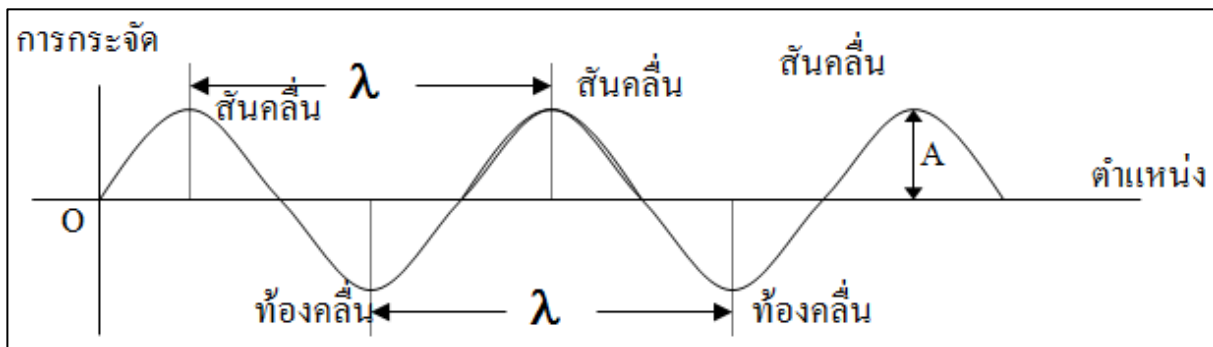
3.3) **ความยาวคลื่น (wavelength)** หมายถึง ระยะที่น้อยที่สุดระหว่างจุด 2 จุดบนคลื่นที่มีลักษณะการเคลื่อนที่ เหมือนกันทุกประการ เราใช้สัญลักษณ์ λ แทนความยาวคลื่น มีหน่วยเป็น เมตร

3.4) **แอมพลิจูด (amplitude)** หมายถึง ขนาดของการกระจัดสูงสุดของอนุภาคของตัวกลางที่คลื่นผ่าน จากตำแหน่ง สมดุลเดิม ใช้สัญลักษณ์ A มีหน่วยเป็น เมตร

3.5) **คาบของคลื่น (Period)** หมายถึง ช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ 1 ความยาวคลื่น หรือเวลาที่แหล่งกำเนิดคลื่น หรือตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านครบ 1 รอบ ใช้สัญลักษณ์ T มีหน่วยเป็นวินาที

3.6) **ความถี่ของคลื่น (frequency)** หมายถึง จำนวนคลื่นที่ผ่านจุด ๆ หนึ่ง ในหนึ่งหน่วยเวลาหรือจำนวนรอบที่ แหล่งกำเนิดคลื่นหรือตัวกลางสั่นได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ใช้สัญลักษณ์ f มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือเฮิรตซ์ (Hz)

3.7) **อัตราเร็วคลื่น (speed)** หมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ใน 1 หน่วยเวลา ใช้สัญลักษณ์ v มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที



ภาพแสดง ส่วนประกอบของคลื่น

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่หน่วยที่ 3 คลื่นและแสง โดยอภิปรายเชื่อมโยงเรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและพลังงานที่สำคัญของโลก โดยใช้คำถามว่าภาพดวงอาทิตย์ที่นักเรียนเคยเห็นมีสีและลักษณะอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

2) ให้นักเรียนสังเกตภาพนำหน่วยซึ่งเป็นภาพดวงอาทิตย์ที่สังเกตผ่านกล้องโทรทรรศน์ที่ตรวจวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความยาวคลื่นต่าง ๆ ในหนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 78 อ่านเนื้อหา นำหน่วยเกี่ยวกับการถ่ายภาพดวงอาทิตย์ด้วยกล้อง SDO และร่วมกันอภิปรายคำถามดังต่อไปนี้

- จากเรื่องที่อ่าน กล้อง SDO คืออะไร (กล้องโทรทรรศน์อวกาศเอสดีโอขององค์การนาซาที่สามารถรับและตอบสนองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความยาวคลื่นต่าง ๆ)

- ภาพดวงอาทิตย์ที่ถ่ายจากกล้อง SDO ต่างจากภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพธรรมดาอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (ภาพถ่ายดวงอาทิตย์จากกล้องถ่ายภาพธรรมดาจะเห็นเป็นรูปร่างกลมสีเหลืองหรือสีแดงส้ม ส่วนภาพถ่ายดวงอาทิตย์จากกล้อง SDO จะมีหลายสี มองเห็นรายละเอียดบนพื้นผิวดวงอาทิตย์แตกต่างกัน เพราะกล้อง SDO สามารถรับและตอบสนองต่อความยาวคลื่นช่วงอื่น ๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากดวงอาทิตย์ได้ เช่น ภาพที่ 2 เป็นภาพที่ถ่ายจากกล้อง SDO ซึ่งเป็นภาพของชั้นบรรยากาศชั้นหนึ่งของดวงอาทิตย์ซึ่งมีอุณหภูมิ 6,000 เคลวิน และส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความยาวคลื่น 4,500 อังสตรอม ออกมา)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 1 คลื่น โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำบทเกี่ยวกับคลื่นน้ำ หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม 1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 80 แล้วใช้คำถามต่อไปนี้

- ภาพที่เห็นเป็นภาพอะไร (คลื่นน้ำ)
- สามารถทำให้เกิดคลื่นน้ำดังภาพได้อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น ปาก่อนหินลงในน้ำ ใช้กิ่งไม้กระทบผิวน้ำ)

4) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือน ความแตกต่างของคลื่นน้ำและคลื่นที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

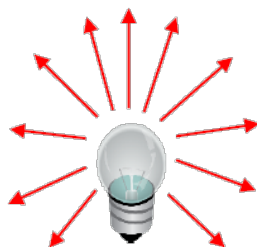
- คลื่นที่ใช้ส่งสัญญาณในโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงหนึ่งเหมือนหรือแตกต่างจากคลื่นที่เรามองเห็นบนผิวน้ำอย่างไร (สมบัติที่เหมือนกันคือเป็นคลื่นเหมือนกัน แต่สมบัติที่แตกต่างกันคือเราสามารถมองเห็นคลื่นบนผิวน้ำได้ แต่เราไม่สามารถมองเห็นคลื่นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้)

- นอกจากคลื่นน้ำและคลื่นที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้ว นักเรียนรู้จักคลื่นอื่น ๆ อีกบ้างหรือไม่ (นักเรียนตอบตามประสบการณ์เดิม เช่น รู้จักคลื่นเสียง คลื่นวิทยุ)

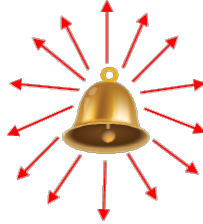
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

5) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องแบบจำลองการเกิดคลื่น ส่วนประกอบของคลื่นต่อไป

- เมื่อเปิดสวิตซ์ให้หลอดไฟฟ้าสว่าง จะเขียนลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงที่ออกจากหลอดไฟฟ้าได้อย่างไร(เฉลยตามลูกศรในภาพ)



- เมื่อสั่นกระดิ่งให้เกิดเสียงดัง จะเขียนลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงที่ออกจากกระดิ่งได้อย่างไร



6) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.1 คลื่นกลเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีลักษณะอย่างไร โดยใช้คำถามว่า นักเรียนเคยเห็นคลื่นในสปริงหรือไม่ เราจะทำให้เกิดคลื่นในสปริงได้อย่างไร

7) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 83 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การเกิดคลื่นกลและลักษณะของคลื่นกล)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดคลื่นในสปริง และเปรียบเทียบลักษณะของคลื่นในสปริงจากแนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสปริงและทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ยืดสปริงที่วางบนพื้นราบ ผูกริบบิ้นไว้กับสปริง จากนั้นสับัดปลายด้านหนึ่งของสปริงในรูปแบบต่าง ๆ สังเกตการเคลื่อนที่ของริบบิ้นและการเปลี่ยนแปลงของสปริง)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ทิศทางการเคลื่อนที่ของริบบิ้นและทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น)

8) ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น ทิศทางการสับัดมือ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นในสปริง วิธีการสังเกตการเคลื่อนที่ของริบบิ้น และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

9) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.1 คลื่นกลเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีลักษณะอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า คลื่นในสปริงเกิดขึ้นเมื่อเราออกแรงสับัดปลายด้าน A ของสปริง โดยคลื่นจะเคลื่อนที่จากปลายด้าน A ไปด้าน B และขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ไปนั้นริบบิ้นไม่เคลื่อนที่ไปตามคลื่นแต่จะเคลื่อนที่แบบสั่นกลับไปมา ถ้าพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของริบบิ้นกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นในสปริงจะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การ

เคลื่อนที่ของริบบิ้นที่มีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกับการเคลื่อนที่ของริบบิ้นที่มีทิศทางอยู่ในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

10) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการส่งผ่านพลังงานของคลื่น ลักษณะของคลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาวโดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 85 และตอบคำถามระหว่างเรียนหน้า 86 จากนั้นร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- คลื่นกลคือปรากฏการณ์การส่งผ่านพลังงานกลจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่งโดยอนุภาคตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย

- คลื่นตามขวางคือคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

- คลื่นตามยาวคือคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

11) ครูทบทวนและตรวจสอบความเข้าใจส่วนประกอบของคลื่น ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับส่วนประกอบของคลื่น โดยอ่านให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนเพิ่มเติม โดยใช้สถานการณ์จำลอง โปรแกรมออนไลน์ เรื่อง คลื่นในเส้นเชือก เข้าถึงได้จาก https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_th.html และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า คลื่นมีส่วนประกอบได้แก่ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น ความถี่ โดยพลังงานของคลื่นกลจะขึ้นอยู่กับแอมพลิจูด

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

12) ครูทดลองนักเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยใช้โปรแกรมออนไลน์ เรื่อง คลื่นในเส้นเชือก เพื่อให้นักเรียนชี้ระบุส่วนประกอบของคลื่นให้ถูกต้อง ได้แก่ สันคลื่น ท้องคลื่น ความยาวคลื่น แอมพลิจูด คาบ ความถี่ และ อัตราเร็วคลื่น ให้ครบทั้ง 7 ส่วนประกอบ

13) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: สปริง และริบบิ้นหรือเชือกฟาง

8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง คลื่นในเส้นเชือก เข้าถึงได้จาก

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_th.html

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.1 คลื่นกลเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีลักษณะอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.1 คลื่นกลเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีลักษณะอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ
ปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. บรรยายส่วนประกอบ ของคลื่นได้ด้วย สัน คลื่น ท้องคลื่น ความ ยาวคลื่น แอมพลิจูด คาบ ความถี่ อัตราเร็ว คลื่นได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม และชี้ระบุส่วนประกอบ ของคลื่นให้ถูกต้อง ได้แก่ สันคลื่น ท้องคลื่น ความ ยาวคลื่น แอมพลิจูด คาบ ความถี่ และ อัตราเร็วคลื่น ให้ครบทั้ง 7 ส่วนประกอบ	- สถานการณ์จำลอง โปรแกรมออนไลน์ เรื่อง คลื่นในเส้นเชือก	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการทดลอง สร้างแบบจำลองและ อธิบายการเกิดคลื่นใน สปริงได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก การค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.1	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.1 คลื่นกล เกิดขึ้นได้อย่างไรและ มีลักษณะอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้อุปกรณ์ ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14	
เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/11 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.3 ม.3/12 ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก เคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันในตัวกลางอื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านอกจากจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ยังมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง หรือถ้าได้รับรังสีแกมมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง และสามารถทะลุผ่านเซลล์และอวัยวะได้ ถึงเสียชีวิตได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะด้านการสื่อสาร โดยการนำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

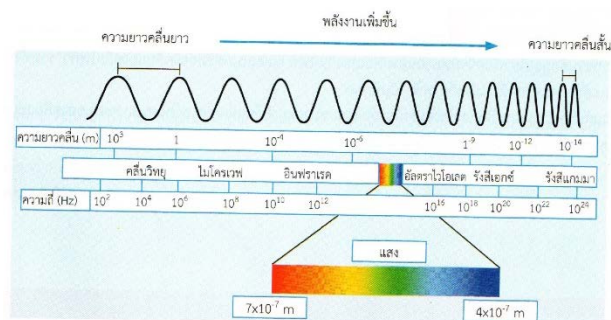
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

คลื่นน้ำ คลื่นในสปริง คลื่นเสียง เป็นคลื่นกลซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน แต่ยังมีคลื่นอีกหลายชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น คลื่นแสง คลื่นวิทยุ คลื่นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สามารถส่งผ่านพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้เช่นกัน เรียกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นที่พบในชีวิตประจำวันนอกจากคลื่นกล ซึ่งเป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน ยังมีคลื่นอีกประเภทหนึ่งที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน เรียกว่า **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า electromagnetic wave**) โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะอาศัยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าต่อเนื่องกันไปเป็นทอด ๆ เพื่อส่งผ่านพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

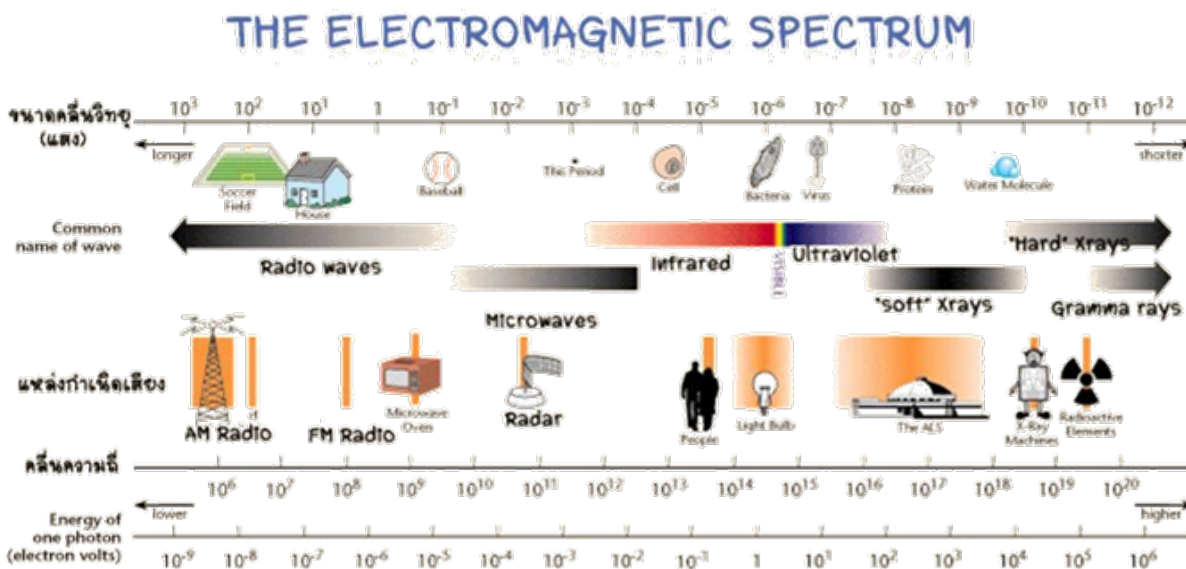
แหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สำคัญของโลกคือดวงอาทิตย์ ซึ่งจะแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่มากจะมีความยาวคลื่นสั้นโดยมีช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 10-12 เมตร จนถึงมากกว่า 10 เมตร คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า **สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum)** ซึ่งแต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา ดังภาพ



ภาพ สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น ๆ โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงจะมีพลังงานมาก จึงสามารถทะลุทะลวงสิ่งกีดขวางได้มากกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ต่ำ มนุษย์นำคลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละช่วงความถี่ไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น การใช้คลื่นวิทยุส่งสัญญาณวิทยุ การใช้คลื่นไมโครเวฟส่งสัญญาณสื่อสารผ่านโทรทัศน์และโทรศัพท์เคลื่อนที่ และยังสามารถใช้คลื่นไมโครเวฟในการอุ่นอาหารหรือทำให้อาหารสุกได้อีกด้วย การใช้แสงเลเซอร์สำหรับส่งข้อมูลผ่านเส้นใยนำแสง การใช้รังสีเอกซ์ในการศึกษาโครงสร้างกระดูกภายในร่างกายมนุษย์ และแสงยังทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ นอกจากนี้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีประโยชน์แล้ว คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูงก็อาจมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ตอาจทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง รังสีแกมมาอาจทำลายเนื้อเยื่อหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้ถ้าได้รับรังสีแกมมาในปริมาณสูง



ภาพ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้ดูภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหาหน้าเรื่อง ในหนังสือเรียน หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 96 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

- ในระบบรักษาความปลอดภัยของสนามบิน การตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในกระเป๋าของนักท่องเที่ยว โดยไม่ต้องเปิดกระเป๋าทำได้อย่างไร (ใช้เครื่องเอกซเรย์)

- เครื่องเอกซเรย์สร้างภาพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในกระเป๋าได้อย่างไร (ทำได้โดยปล่อยรังสีเอกซ์ให้ทะลุผ่านกระเป๋าเดินทาง เนื่องจากวัตถุแต่ละชนิดมีความหนาแน่นต่างกัน จะยอมให้รังสีเอกซ์ผ่านได้ในปริมาณต่างกัน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นภาพของวัตถุที่อยู่ในกระเป๋า)

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่ารังสีเอกซ์คืออะไร มีประโยชน์และอันตรายต่อมนุษย์อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

2) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยตอบถูกหรือผิด จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อไป

- คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นในสปริงเป็นคลื่นกลที่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน

(ถูกต้อง)

- ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านมายังโลกได้โดยไม่อาศัยตัวกลาง (ถูกต้อง)
- การแผ่รังสีความร้อนเป็นการส่งผ่านพลังงานแบบอาศัยตัวกลาง (ผิด)

3) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่อไปนี้

- ถ้านำกระดิ่งไฟฟ้าที่กำลังส่งเสียงดังและหลอดไฟฟ้าที่กำลังให้แสงสว่างไปไว้ในครอบแก้วใส จากนั้นสูบอากาศออกจนหมด นักเรียนคิดว่าจะยังคงได้ยินเสียงกระดิ่งและเห็นแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

4) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร โดยใช้คำถามว่า คลื่นแสงที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีการส่งผ่านพลังงานต่างจากคลื่นเสียงที่เป็นคลื่นกลอย่างไร และมีคลื่นอะไรอีกบ้างที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (นักเรียนตอบตามความเข้าใจโดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบ)

5) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 83 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และบอกการใช้ประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้ประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นวิเคราะห์ จัดกระทำและนำเสนอข้อมูล)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้ประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมยกตัวอย่าง)

6) ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการณ์ทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น แหล่งข้อมูลสำหรับการสืบค้น แนวทางการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากตามประเด็นกิจกรรมดังนี้

- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือคลื่นประเภทหนึ่งที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน โดยจะอาศัยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าต่อเนื่องกันไป

- สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมา จากแหล่งกำเนิดคลื่น เช่น ดวงอาทิตย์ โดยแต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา

- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามช่วงความถี่ เช่น การใช้คลื่นวิทยุส่งสัญญาณวิทยุ การใช้คลื่นไมโครเวฟสำหรับการสื่อสารโทรทัศน์และโทรศัพท์เคลื่อนที่ และยังสามารถใช้อุ่นอาหารหรือทำให้อาหารสุกได้อีกด้วย การถ่ายภาพด้วยกล้องอินฟราเรดที่ใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ และการแพทย์ และอุตสาหกรรม การใช้แสงเลเซอร์สำหรับส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสง การใช้เส้นใยนำแสงติดกล้องถ่ายรูปเข้าไปสำรวจ ภายในร่างกาย การใช้รังสีเอกซ์ศึกษาโครงสร้างกระดูกภายในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

- อันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ตอาจทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง รังสีแกมมาสามารถทะลุผ่านเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะได้ อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้หากได้รับรังสีแกมมาในปริมาณสูง

ขั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 96-97 จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าในการส่งผ่านพลังงานไปโดยไม่อาศัยตัวกลาง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีหลายช่วงความถี่ เรียกว่าสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน มีทั้งประโยชน์และอันตรายต่างกัน พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความถี่โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงจะมีพลังงานมาก และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงจะมีความยาวคลื่นสั้น

ขั้นที่ 5 ชั้นประเมิน (Evaluation)

9) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

10) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก การค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.2	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะด้านการสื่อสาร โดยการนำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก การค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.2	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (ด้านเจตคติ: A)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมทำ บท	- คำถามทำกิจกรรม ทำบท จริยธรรมด้าน พันธุศาสตร์ของนักเรียน เป็นอย่างไร จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15	
เรื่อง สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของตัวเอง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/11 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก เคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันในตัวกลางอื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านอกจากจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ยังมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง หรือถ้าได้รับรังสีแกมมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง และสามารถทะลุผ่านเซลล์และอวัยวะได้ ถึงเสียชีวิตได้
3. เลเซอร์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเดียว เป็นลำแสงขนานและมีความเข้มสูง นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสารมีการใช้เลเซอร์สำหรับส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสง โดยอาศัยหลักการการสะท้อนกลับหมดของแสง ด้านการแพทย์ใช้ในการผ่าตัด

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

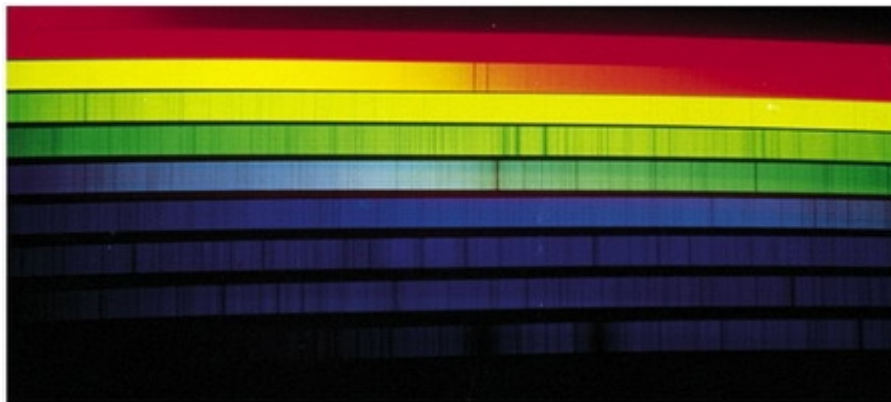
1. นักเรียนเปรียบเทียบสเปกตรัมของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลองเครื่องมืออย่างง่ายเพื่อตรวจสอบสเปกตรัมของแสง (P)
3. นักเรียนมีลักษณะจิตสาธารณะร่วมกับผู้อื่น (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

ในปี ค.ศ.1672 เซอร์ไอแซค นิวตัน ได้ทำการทดลองโดยใช้แท่งแก้วปริซึมหักเหแสงอาทิตย์ ให้แยกออกเป็นแถบแสงสีรุ้ง ซึ่งเรียกว่า "สเปกตรัม" ต่อมาในปี ค.ศ.1814 โจเซฟ ฟอน ฟรังโฮเฟอร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ทำการทดลองซ้ำโดยใช้แผ่นเกรตติ้งแทนแท่งแก้วปริซึมหักเหแสงอาทิตย์ เขาพบเส้นมืดปรากฏบนแถบสเปกตรัมมากกว่า 600 เส้น ดังภาพ (ในปัจจุบันตรวจพบมากกว่า 30,000 เส้น) นักเคมีในยุคต่อมาเรียกเส้นมืดเหล่านี้ว่า เส้นดูดกลืน (Absorption lines) ธาตุแต่ละชนิดทำให้เกิดเส้นดูดกลืนที่แตกต่างกัน

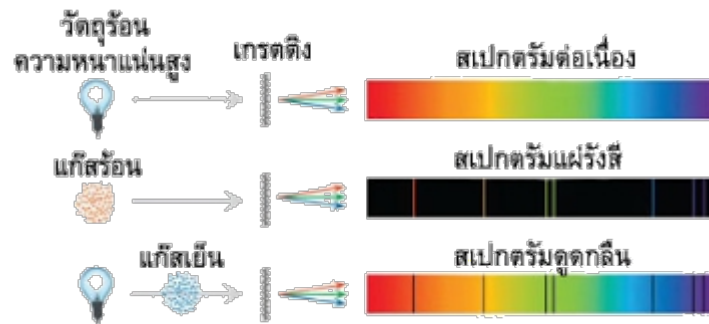


ภาพ สเปกตรัมของดวงอาทิตย์

ปี ค.ศ.1859 โรเบิร์ต บุนเซน และ กุสตาฟ เคิร์ชฮอฟ นักเคมีชาวเยอรมันได้ทำการทดลองเผาแก๊สร้อน แล้วพบว่า แสงจากแก๊สร้อนทำให้เกิดเส้นสว่างบนแถบสเปกตรัม สเปกตรัมของแก๊สแต่ละชนิดมีจำนวนและตำแหน่งของเส้นสว่างแตกต่างกัน เราเรียกเส้นสว่างนี้ว่า “เส้นแผ่รังสี” (Emission lines) ในเวลาต่อมา เคิร์ชฮอฟ ได้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่าง เส้นดูดกลืนและเส้นแผ่รังสี ตามกฎของเคิร์ชฮอฟ (Kirchhoff's laws) ดังนี้

(1) การแผ่รังสีของวัตถุดำ ทำให้เกิดสเปกตรัมต่อเนื่อง (Continuous spectrum)

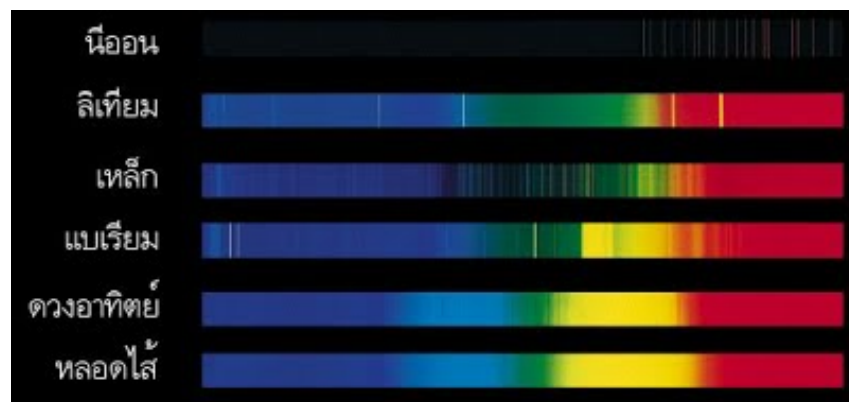
(2) การแผ่รังสีของแก๊สร้อน ทำให้เกิดสเปกตรัมแผ่รังสี (Emission spectrum) ปรากฏเป็นเส้นสีสว่างบนแถบมืด แก๊สเย็นขวางกั้นการแผ่รังสีจากวัตถุดำ ทำให้เกิดสเปกตรัมดูดกลืน (Absorption spectrum) ปรากฏเป็นเส้นมืดบนแถบสีรุ้ง ดังภาพ



ภาพ กฎของเคิร์ชฮอฟ (Kirchhoff's laws)

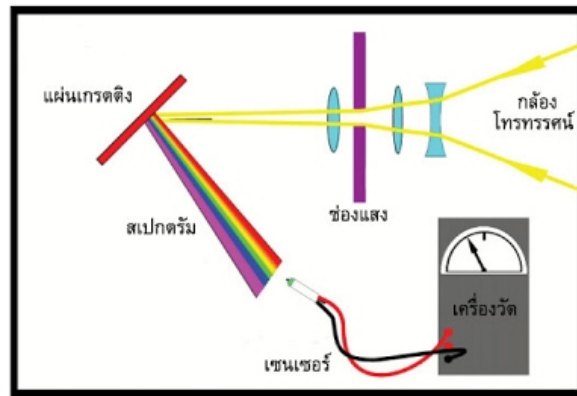
สเปกตรัมที่เกิดขึ้นจากการแผ่รังสีของสสารแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะตัว ดังตัวอย่างในภาพ เส้นสเปกตรัมที่เกิดขึ้นจากธาตุแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไม่ซ้ำกันเลย ทำนองเดียวกับเส้นลายมือของมนุษย์ ถ้าเราทราบข้อมูลสเปกตรัมของวัตถุต้นกำเนิด เราก็จะสามารถวิเคราะห์ได้ว่า วัตถุนั้นมีองค์ประกอบเป็นธาตุอะไร

- (1) วัตถุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัตถุดำ เช่น โลหะไส้หลอดไฟฟ้า แผ่รังสีทำให้เกิดสเปกตรัมต่อเนื่อง
- (2) กลุ่มแก๊ส เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ เนบิวลา โคมาของดาวหาง แผ่รังสีทำให้เกิดสเปกตรัมแผ่รังสี
- (3) วัตถุที่มีแก๊สหรือบรรยากาศห่อหุ้ม เช่น ดวงอาทิตย์ ดาวฤกษ์ แผ่รังสีทำให้เกิดให้สเปกตรัมดูดกลืน



ภาพ ตัวอย่างสเปกตรัม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาสเปกตรัมเรียกว่า สเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer) ทำงานโดยใช้เลนส์ของกล้องโทรทรรศน์ (Primary lens) รวมแสงของวัตถุให้ตกผ่านช่องแคบๆ (Slit) เพื่อบังคับให้เป็นแถบแสงผ่านเข้าสู่แผ่นเกรตติง (Diffraction grating) ซึ่งเป็นพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นร่องสามเหลี่ยมคล้ายสันของปริซึมจำนวนมากเรียงขนานกันเป็นแถว เพื่อหักเหแสงให้เกิดสเปกตรัม แล้วทำการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องวัด (Detector) หรืออุปกรณ์บันทึกภาพ CCD



ภาพ ฝั่งการทำงานของสเปกโตรมิเตอร์

(อ้างอิงเนื้อหาจาก: ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์ (LESA))

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อวิดีโอทัศน์แสดง การสาธิตการใช้ Spectrometer แบบมาตรฐาน เพื่อให้ นักเรียนเห็น ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=JGKI3vS0JiA>)

2) ครูและนักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงการใช้ประโยชน์จากเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงที่สามารถบอกแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมท้ายบท เรื่องสร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงได้อย่างไร

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 98 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (สเปกตรัมของแสง)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สร้างเครื่องมืออย่างง่ายเพื่อตรวจสอบสเปกตรัมของแสง)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วางแผนและออกแบบวิธีการสร้างเครื่องมือตรวจสอบ

สเปกตรัมของแสง)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ลักษณะที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสง)

5) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบผลการใช้งาน เครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงอย่างง่าย โดยส่องดูแสงจากแหล่งกำเนิดแสงรอบตัว เช่น หลอดไฟฟ้า เพลวเทียนไฟ แล้วบันทึกผล

7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท เรื่อง สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงได้อย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลของการทดสอบใช้เครื่องมือภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อใช้เครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงอย่างง่ายมองแสงจากแหล่งกำเนิดแสง สิ่งที่เห็นมีลักษณะเห็นเป็นแถบสีต่าง ๆ เรียงกันไป เช่น ม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง แดง ที่มีรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

9) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

10) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 วิดีทัศน์: การสาธิตการใช้ Spectrometer สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=JGKI3vSOJiA>
- 8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: เกรตติง ท่อทรงกระบอกหรือแกนกระดาดำระ กระดาดำแข็ง เทปกาว กรรไกร และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมท้ายบท สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงได้อย่างไร
- 8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงได้อย่างไร
- 8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. เปรียบเทียบสเปกตรัมของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำยกิจกรรมทำยบท	- คำถามทำยกิจกรรมทำยบท จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร จำนวน 2 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนนระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลองเครื่องมืออย่างง่ายเพื่อตรวจสอบสเปกตรัมของแสง (ด้านกระบวนการ: P)	- ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมืออย่างง่ายเพื่อตรวจสอบสเปกตรัมของแสง	- เกณฑ์การประเมินทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสง	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนนระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. คุณลักษณะการมีจิตสาธารณะ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น	- เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านการมีจิตสาธารณะ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนนระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16	
เรื่อง การสะท้อนของแสง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/13 ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสม ในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง โดยรังสีตกกระทบเส้นแนวฉาก รังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ภาพจากกระจกเงาเกิดจากรังสีสะท้อน ตัดกันหรือต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ไปตัดกัน จะเกิดภาพเสมือน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสงได้ (K)
- นักเรียนใช้ทักษะการวัดจากการใช้อุปกรณ์วัดมุมพร้อมระบุหน่วยการวัดได้ (P)
- นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

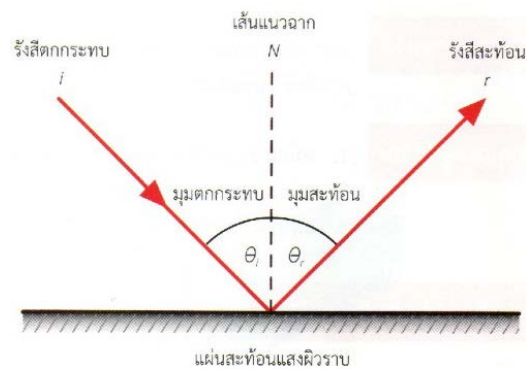
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

เรามองเห็นแหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟฟ้า เปลวเทียนไขได้ เนื่องจากมีแสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงเหล่านั้นเข้าสู่ตาเราโดยตรง และเรายังสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงจันทร์ โຕ้ะ หนังสือได้เช่นกัน เนื่องจากมีแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบที่วัตถุแล้วสะท้อนออกจากผิววัตถุนั้น ๆ เข้าสู่ตาเรา

ถ้าฉายลำแสงเล็ก ๆ ลงบนกระจกเงาราบ จะพบว่าลำแสงจะสะท้อนออกจากผิวของกระจกเงาราบนั้น เราสามารถศึกษาการสะท้อนของแสงได้โดยการเขียนลูกศรแสดงรังสีของแสงแทนแนวการเคลื่อนที่ของแสงที่ ตกกระทบและแสงที่สะท้อนจากกระจกเงาราบดังภาพ



ภาพ การสะท้อนของลำแสงเล็ก ๆ เมื่อตกกระทบกระจกเงาราบ

กำหนดให้

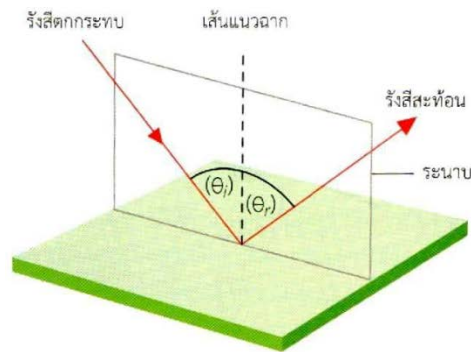
- i แทน รังสีตกกระทบ (incident ray) ซึ่งเป็นรังสีของแสงที่ตกกระทบผิวสะท้อนแสง
- r แทน รังสีสะท้อน (reflected ray) ซึ่งเป็นรังสีของแสงที่สะท้อนออกจากผิวสะท้อนแสง
- N แทน เส้นแนวฉาก (normal line) ซึ่งเป็นเส้นสมมติที่ลากตั้งฉากกับผิวสะท้อนแสง ณ จุดที่แสงตกกระทบ

θ_i แทน มุมตกกระทบ ซึ่งเป็นมุมระหว่างรังสีตกกระทบกับเส้นแนวฉาก

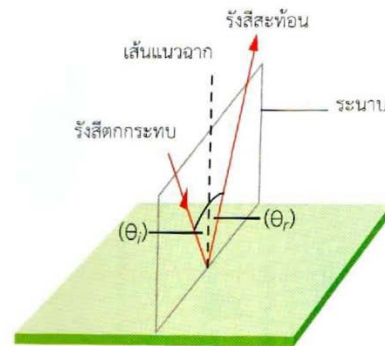
θ_r แทน มุมสะท้อน ซึ่งเป็นมุมระหว่างรังสีสะท้อนกับเส้นแนวฉาก

เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนของแสงที่ผิวของวัตถุนั้น ถ้าขนาดของมุมตกกระทบเปลี่ยนแปลงขนาดของมุมสะท้อนก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยเมื่อมุมตกกระทบมีขนาดเพิ่มขึ้น ขนาดของมุมสะท้อนก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยและขนาดของมุมตกกระทบเท่ากับขนาดของมุมสะท้อนเสมอ เมื่อพิจารณารังสีสะท้อนพบว่ารังสีสะท้อนจะอยู่ในระนาบเดียวกับรังสีตกกระทบและเส้นแนวฉากเสมอ ดังภาพจึงสรุปเป็น **กฎการสะท้อน (law of reflection)** ของแสงได้ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบ (θ_i) เท่ากับมุมสะท้อน (θ_r) ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ



ก. แผ่นสะท้อนแสง



ข. แผ่นสะท้อนแสง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 2 แสง โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำบทอ่านเนื้อหาบท (หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 103) จากนั้นร่วมกันอภิปรายตามประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

- ภาพที่เห็นเป็นภาพอะไร (ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นที่ภูชี้ฟ้า)
- แสงเป็นคลื่นประเภทใด (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)
- ข้อความที่กล่าวว่าเรามองเห็นภาพในอดีตของดวงอาทิตย์เมื่อ 8 นาที ที่ผ่านมา หมายความว่าอย่างไร (เรามองเห็นดวงอาทิตย์ได้เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่เข้าสู่ตาเรา ซึ่งกว่าแสงนั้นจะมาถึงโลกต้องใช้เวลาประมาณ 8 นาที ดังนั้น แสงที่มาถึงเราแล้วทำให้เราเห็นดวงอาทิตย์คือแสงที่เกิดขึ้นเมื่อ 8 นาทีที่แล้ว)
- แสดงวิธีการคำนวณหาเวลาที่แสงใช้เคลื่อนที่จากดวงอาทิตย์ถึงโลกได้อย่างไร (หาเวลาที่แสงใช้เคลื่อนที่จากดวงอาทิตย์ถึงโลกได้โดยแสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที และโลก ซึ่งอยู่ห่างดวงอาทิตย์เป็นระยะทางประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร

จาก อัตราเร็ว = ระยะทาง/เวลา

เวลา = ระยะทาง/อัตราเร็ว

เวลา = $150 \times 10^6 \times 10^3$ เมตร / 3×10^8 เมตรต่อวินาที

เวลาที่แสงเคลื่อนที่จากดวงอาทิตย์ถึงโลก คือ = 500 วินาที หรือ 8.3 นาที)

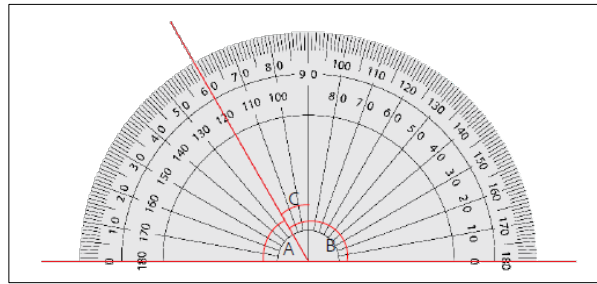
- นักเรียนรู้จักปรากฏการณ์ใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับแสง (นักเรียนตอบตามประสบการณ์ของตนเอง เช่น การมองเห็นวัตถุ ภาพในกระจก รุ้ง)

2) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องการสะท้อนของแสงต่อไป

- เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด

- (1) การมองเห็นวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงเพราะมีแสงจากวัตถุนั้นเข้าสู่ตาโดยตรง (ถูกต้อง)
- (2) การมองเห็นวัตถุที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง ต้องมีแสงจากแหล่งกำเนิดแสงไปตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าตาเรา (ถูกต้อง)

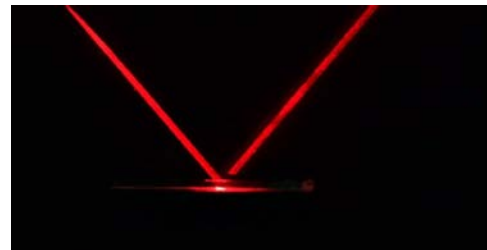
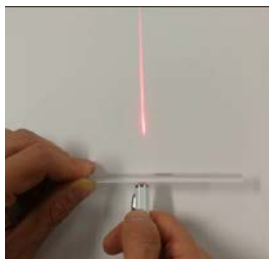
- จากภาพ มุม A มุม B และมุม C มีค่าเท่าใดตามลำดับ



(แนวคำตอบ มุม A = 60 องศา มุม B = 120 องศา มุม C = 30 องศา)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

- 3) ครูสาธิตการสะท้อนของแสง โดยจัดห้องให้มีมืดแล้วฉายแสงจากชุดกล่องแสงหรือปากกาเลเซอร์ที่ฉายแสงผ่านแท่งแก้วคนสารให้ตกกระทบกระจกเงาราบ ดังภาพ

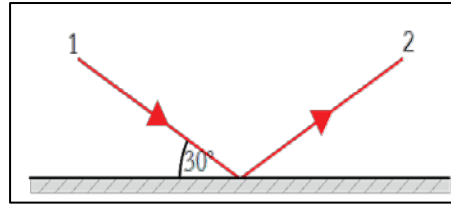


ภาพ การฉายเลเซอร์แสงผ่านแท่งแก้วคนสาร

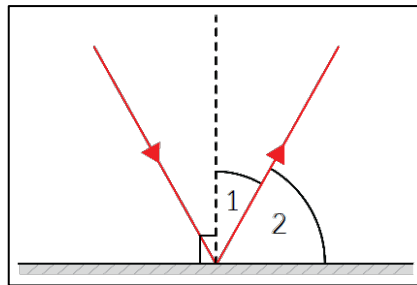
ภาพ การสาธิตการสะท้อนของแสง

จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 106-107 เพื่อให้นักเรียนสังเกตการณ์สะท้อนของแสงเมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบ ให้นักเรียนรู้จักรังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อนมุมตกกระทบ และมุมสะท้อน เพื่อใช้ในการศึกษาการสะท้อนของแสง อีกทั้งการสาธิตการสะท้อนของแสงจะช่วยให้ นักเรียนคุ้นเคยกับการจัดอุปกรณ์เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3.3 ได้ง่ายขึ้น

- 4) ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับรังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อน มุมตกกระทบ และมุมสะท้อนโดยใช้คำถามระหว่างเรียนหน้า 107 ในประเด็นคำถามดังนี้



- จากภาพ รังสีหมายเลข 1 และ 2 คือรังสีอะไร ทราบได้อย่างไร (แนวคำตอบ รังสีหมายเลข 1 คือ รังสีตกกระทบ รังสีหมายเลข 2 คือรังสีสะท้อน ทราบได้จากหัวลูกศร โดยรังสีหมายเลข 1 หัวลูกศรชี้เข้าหา



กระจกเงาราบแสดงว่าเป็นรังสีตกกระทบ รังสีหมายเลข 2 หัวลูกศรชี้ออกจากกระจกเงาราบแสดงว่าเป็น รังสีสะท้อน)

- จากภาพ มุมสะท้อนคือหมายเลขใด ทราบได้อย่างไร (แนวคำตอบ หมายเลข 1 คือ มุมสะท้อนเพราะเป็นมุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นแนวฉาก)

5) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อน เป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าถ้าแสงตกกระทบตั้งฉากกับผิวสัมผัส แนวของรังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อนเป็นอย่างไร และถ้ามุมตกกระทบเปลี่ยนไป มุมสะท้อนจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ มุมสะท้อนมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร

6) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 108 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อน)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสง)
- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ออกแบบการทดลอง ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และดำเนินการทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสง)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกต วัด และบันทึกขนาดของมุมตกกระทบและขนาดของมุมสะท้อน)

7) ครูควรเดินสังเกตการณ์ทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ แนวทางการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า

- เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อนของแสงที่ผิวของกระจกเงาราบนั้น
- ถ้าขนาดของมุมตกกระทบเพิ่มขึ้น ขนาดของมุมสะท้อนก็จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยขนาดของมุมตกกระทบจะเท่ากับขนาดของมุมสะท้อนเสมอ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

9) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎการสะท้อนของแสงโดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 110-112 และตอบคำถามระหว่างเรียนหน้า 111-112 (เฉลยแนวทำแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การสะท้อนของแสงจะเกิดขึ้นบนพื้นผิวของวัตถุทุกชนิดทั้งที่เรียบ มันวาว หรือขรุขระ โดยการสะท้อนของแสงจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง

- รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน
- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- 10) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้
- 11) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.3 จำนวน 9 รายการ
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ
ปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสงได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.3	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการวัดจากการใช้อุปกรณ์วัดมุมพร้อมระบุหน่วยของการวัด (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.3	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17	
เรื่อง ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปะใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/13 ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสม ในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. แสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อตกกระทบกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อน และถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้เสมือนตัดกันหลังกระจกจะเกิดภาพเสมือน
2. ภาพจากกระจกเงาราบมีขนาดเท่าวัตถุ ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุจึงนิยมใช้กระจกเงาราบเพื่อส่องดูตัวเอง และช่วยในการแต่งตัว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต โดยสังเกตผลการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

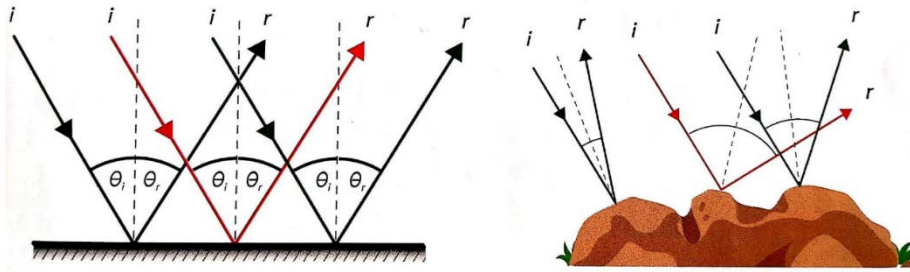
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

การสะท้อนของแสงบนวัสดุผิวเรียบและวัสดุผิวขรุขระมีผลทำให้ลักษณะของรังสีสะท้อนต่างกัน โดยเมื่อแสงขนาน ขนาดตกกระทบวัตถุผิวเรียบ มุมตกกระทบของแต่ละรังสีตกกระทบจะมีขนาดเท่า ๆ กัน

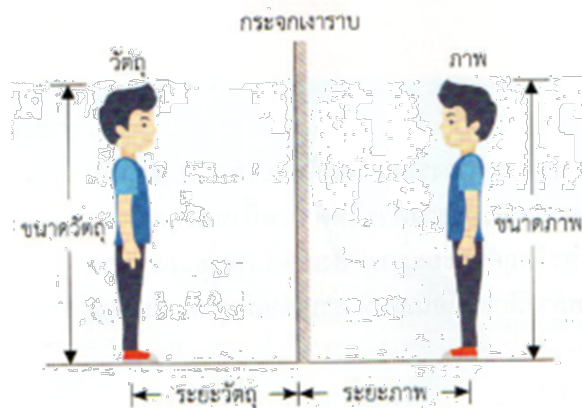
มุมสะท้อนจึงมีขนาดเท่า ๆ กัน ทำให้รังสีสะท้อนสะท้อนออกมาอย่างเป็นระเบียบ แต่ถ้าแสงขนานตกกระทบวัตถุผิวขรุขระ มุมตกกระทบของแต่ละรังสีตกกระทบ ที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะไม่เท่ากัน ดังนั้นมุมสะท้อนของแต่ละรังสีสะท้อนก็ จะไม่เท่ากันด้วย ทำให้รังสีสะท้อนสะท้อนอย่างไม่เป็นระเบียบ แต่อย่างไรก็ตามการสะท้อนของแสงของทุกรังสีตก กระทบจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงเสมอ ดังภาพ



ก. การสะท้อนของแสงบนวัตถุผิวเรียบ รังสีสะท้อน จะสะท้อนออกมาอย่างเป็นระเบียบ

ข. การสะท้อนของแสงบนวัตถุผิวขรุขระ รังสีสะท้อน จะสะท้อนออกมาอย่างไม่เป็นระเบียบ

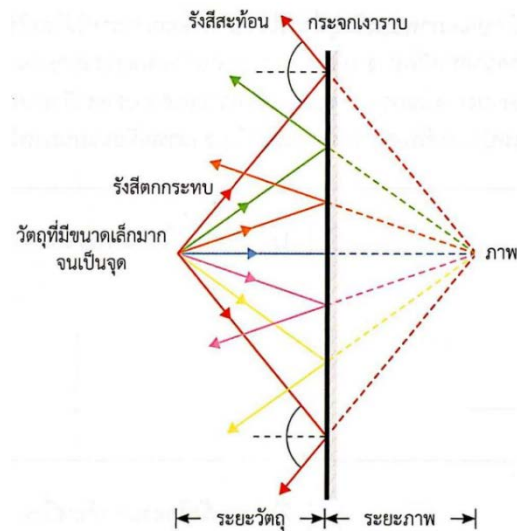
เมื่อวางวัตถุไว้หน้าแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ เช่น กระจกเงาราบ จะเกิดภาพในแผ่นสะท้อนแสงผิวราบนั้น เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุหน้าแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ ตำแหน่งของภาพก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วยเรียกระยะห่างจาก ผิวของแผ่นสะท้อนแสงถึงตำแหน่งของวัตถุว่า ระยะวัตถุ (object distance) และเรียกระยะห่างจากผิวสะท้อนแสง ถึงตำแหน่งภาพว่า ระยะภาพ (mage distance) โดยระยะภาพจะเท่ากับระยะวัตถุ และภาพที่เกิดจากการสะท้อน แสงของแผ่นสะท้อนแสงผิวราบจะมีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุเสมอ ดังภาพ



ภาพ ภาพที่เกิดในกระจกเงาราบ

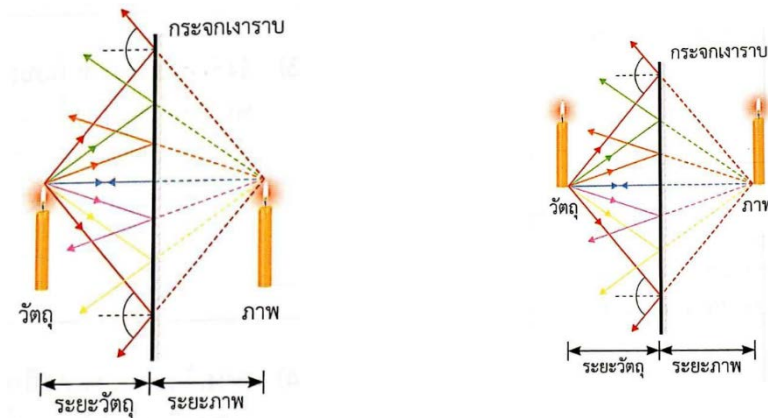
เมื่อวางวัตถุที่มีขนาดเล็กมากจนเป็นจุดไว้หน้ากระจกเงาราบก็จะเกิดภาพเป็นจุดในกระจกเงาราบด้วย โดยมีแสงมาตกกระทบกับวัตถุนั้น แสงจะสะท้อนออกจากวัตถุนั้นทุกทิศทาง แสงบางส่วนที่ตกกระทบกระจกเงาราบก็จะ เกิดการสะท้อนที่กระจกเงาราบนั้น โดยการสะท้อนของแสงทุกตำแหน่งบนกระจกเงาราบ มุมตกกระทบจะเท่ากับมุม

สะท้อนเสมอซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง เมื่อต่อแนวของรังสีสะท้อนจากแต่ละตำแหน่งออกไปทางด้านหลังกระจกด้วยเส้นประ แนวของเส้นประเหล่านี้จะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง จุดนั้นคือตำแหน่งของภาพ ดังภาพการต่อเส้นประไปตัดกันเช่นนี้ เสมือนกับแนวรังสีสะท้อนไปตัดกันหลังกระจกเงาราบ โดยที่รังสีสะท้อนไม่ได้ตัดกันจริง เรียกภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ว่า **ภาพเสมือน (virtual image)** ภาพเสมือนที่เกิดขึ้นจะอยู่ห่างจากกระจกเท่ากับระยะห่างจากวัตถุถึงกระจกและภาพจะมีขนาดเท่ากับขนาดวัตถุ



ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาราบของวัตถุที่เป็นจุด

สำหรับวัตถุที่มีขนาด เช่น เทียนไข เมื่อวางวัตถุนั้นไว้หน้ากระจกเงาราบจะพิจารณาภาพที่เกิดจากแต่ละจุดของวัตถุนั้น จะได้ว่าภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบก็จะเป็นภาพเสมือนที่มีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ และมีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย สามารถเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพได้เช่นเดียวกับภาพของวัตถุ ที่เป็นจุดดังภาพ



ก. การเกิดภาพของเปลวเทียนไข

ข. การเกิดภาพของฐานเทียนไข

ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาราบของวัตถุที่มีขนาด

เราสามารถหาดำแหน่งและลักษณะภาพของวัตถุที่วางไว้หน้ากระจกเงาราบได้ โดยใช้แผนภาพรังสีของแสงและอาศัยหลักการที่ว่าแสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อน และถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพในกระจกเงาราบ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามว่า การที่เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสงได้ จะต้องมีส่วนประกอบที่วัตถุแล้วสะท้อนออกจากผิววัตถุนั้น ๆ เข้าสู่ตา ซึ่งการสะท้อนจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงเสมอ แล้วการที่เราส่องกระจกเงาราบแล้วมองเห็นภาพสะท้อนของตัวเองในกระจกเงาราบนั้นเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงหรือไม่ อย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบมีลักษณะอย่างไร จุดประสงค์และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 113 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและบอกลักษณะของภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ และบอกความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพ)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วางเข็มหมุดบนตารางของชุดศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพด้านใดด้านหนึ่ง และวางเข็มหมุดตัวที่ 2 ด้านหลังแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบ โดยให้เข็มหมุดตัวที่ 2 ซ้อนทับกับภาพของเข็มหมุดตัวที่ 1 ในแผ่นพลาสติก วัดระยะห่างจากแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบถึงเข็มหมุดตัวที่ 1 และเข็มหมุดตัวที่ 2)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ลักษณะภาพของเข็มหมุด ขนาดของภาพ ขนาดวัตถุ ระยะภาพ ระยะวัตถุ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบการวางตำแหน่งเข็มหมุดตัวที่ 2 ให้ซ้อนทับกับภาพของเข็มหมุดตัวที่ 1 ในแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบ การวัดระยะวัตถุและระยะภาพ

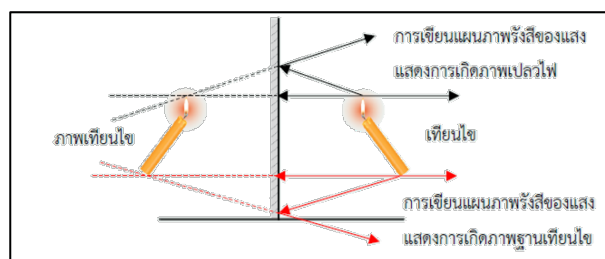
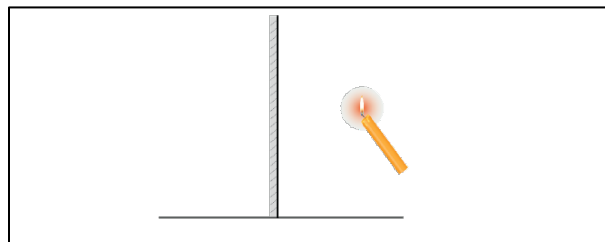
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงฉิวราบมีลักษณะอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อบางวัตถุไว้หน้าแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงฉิวราบจะเกิดภาพในแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงฉิวราบนั้น โดยเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุหน้าแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงฉิวราบ ตำแหน่งของภาพก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยระยะภาพจะเท่ากับระยะวัตถุ และภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงของแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงฉิวราบจะมีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุเสมอ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาตำแหน่งของภาพในกระจกเงาราบ การมองเห็นภาพในกระจกเงาราบ และการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการสะท้อนของแสงในกระจกเงาราบ โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียน หน้า 114-120 และตอบคำถามชวนคิดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- เขียนรังสีของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะภาพที่เกิดขึ้นเมื่อบางวัตถุวางไว้หน้ากระจกเงาราบ ดังภาพ



6) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** เมื่อบางวัตถุไว้หน้าแผ่นสะท้อนแสง ฉิวราบ เช่น กระจกเงาราบ จะเกิดภาพในแผ่นสะท้อนแสงฉิวราบนั้น โดยระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุและขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุ สามารถหาตำแหน่งและลักษณะภาพของวัตถุได้จากการเขียนแผนภาพรังสีของแสง โดยให้แสงจากวัตถุตกกระทบบนกระจกเงาราบอย่างน้อย 2 แนว แสงตกกระทบบนกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อนได้รังสีสะท้อน และถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกันจะเกิดภาพในกระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบ เป็นภาพเสมือน ซึ่งเราสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จากกระจกเงาราบ โดยนำมาประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (20 นาที)

7) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

8) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: ชุดศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพ เข็มหมุด และดินน้ำมัน

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงฉิวราบมีลักษณะอย่างไร

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงฉิวราบมีลักษณะอย่างไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.4	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงฉิวราบมีลักษณะอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกตโดยสังเกตผลการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.4	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงฉิวราบมีลักษณะอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18	
เรื่อง การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. กระจกเงาโค้ง คือกระจกเงาที่ผิวสะท้อนมีลักษณะโค้ง โดยกระจกเงาเว้าจะใช้ผิวโค้งเว้าเป็นผิวสะท้อนแสง ส่วนกระจกเงานูนจะใช้ผิวโค้งนูนเป็นผิวสะท้อนแสง
2. แสงตกกระทบที่จุดใด ๆ บนกระจกเงาโค้งจะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน
3. ถ้าแสงขนานที่ขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบกระจกเงาเว้าแสงสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัสของกระจกเงาเว้า
4. ถ้าแสงขนานที่ขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบกระจกเงานูน แสงสะท้อนจะไม่ได้ตัดกันแต่ถ้าลากเส้นตามแนวรังสีสะท้อนต่อไปยังด้านหลังของกระจกเงานูนพบว่าจะตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัสเสมือนของกระจกเงานูน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

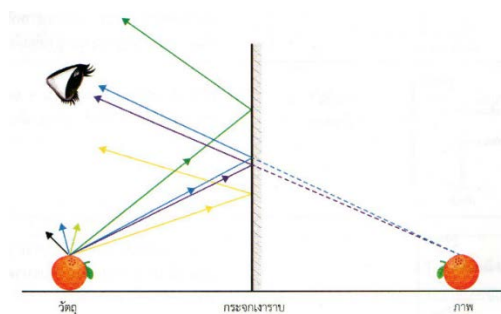
1. นักเรียนอธิบายการสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้าและผิวโค้งนูน (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพจากกระจกเงาได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

กฎการสะท้อนของแสงนอกจากจะใช้อธิบายการเกิดภาพในกระจกเงาราบแล้ว ยังสามารถอธิบายการมองเห็นภาพของวัตถุต่าง ๆ ในกระจกเงาราบได้อีกด้วย โดยเมื่อวางวัตถุที่มีขนาด เช่น ผลส้ม ไว้หน้ากระจกเงาราบ แสงจะเคลื่อนที่ออกจากผลส้มทุกทิศทาง เมื่อแสงจากผลส้มตกกระทบกระจกเงาราบก็จะเกิดการสะท้อนโดยมีแสงบางส่วนสะท้อนเข้าสู่ตาเราทำให้เห็นภาพ ดังภาพ



ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการมองเห็นภาพของวัตถุในกระจกเงาราบ

เนื่องจากภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบเป็นภาพที่มีขนาดเท่าขนาดวัตถุและมีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ จึงนิยมใช้กระจกเงาราบ เพื่อดูภาพของตัวเองหรือช่วยในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ช่วยในการแต่งตัว การมองวัตถุด้านหลัง การตกแต่งร้านค้าหรือห้องพักเพื่อให้ดูกว้างขึ้น รวมทั้งใช้เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง เช่น เครื่องฉายภาพเหนือศีรษะ กล้องถ่ายรูป เป็นต้น ดังภาพ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามว่าในบางครั้งเราอาจเคยได้ยินว่ากระจกที่ใช้ในการแต่งตัวบางบานทำให้เห็นภาพของตนเองมอมลง อ้วนขึ้น เตี้ยลง หรือสูงขึ้น นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 121 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายการสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า และผิวโค้งนูน)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายลำแสงขนาน 3 ลำแสงให้ตกกระทบกับผิวโค้งเว้า และผิวโค้งนูนจากนั้นสังเกตการสะท้อนของแสง)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ลักษณะของแสงสะท้อน แนวและการต่อแนวของแสงสะท้อน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่นวิธีการบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสง ควรใช้ดินสอดูดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นเชื่อมจุดทั้งสามและครูรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปราย ภายหลังจากทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อฉายแสงขนานให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้าแสงสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่งในขณะที่เมื่อฉายแสงขนานให้ตกกระทบผิวโค้งนูน แสงสะท้อนจะกระจายออก แต่เมื่อต่อแนวแสงสะท้อนออกไปด้านหลังแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน แนวแสงที่ต่อออกไปจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 122-123 และตอบคำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ (เฉลยแบบทำแผนการจัดการเรียนรู้) จากนั้นร่วมกันอภิปราย**เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** กระจกเงาเว้าเป็นกระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งเว้าเป็นผิวสะท้อนแสง ส่วนกระจกเงานูนเป็นกระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งนูนเป็นผิวสะท้อนแสง ถ้าลำแสงขนานกับแกนมุขสำคัญตกกระทบกระจกเงาเว้าแสงสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัส และถ้าลำแสงขนาน ตกกระทบกระจกเงานูน แสงสะท้อนจะกระจายออก โดยแนวของแสงสะท้อนที่ต่อออกไปด้านหลังของกระจกจะตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่าจุดโฟกัสเสมือน

ขั้นที่ 5 ชั้นประเมิน (Evaluation)

6) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

7) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.5 จำนวน 5 รายการ

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้าและผิวโค้งนูน (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.5	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพจากกระจกเงาได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.5	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19	
เรื่อง ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. แสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อตกกระทบกระจกเงาโค้งจะเกิดการสะท้อน โดยภาพจากกระจกเงาโค้งเกิดจากรังสีสะท้อนตัดกันหรือต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ไปตัดกันจะเกิดภาพเสมือน
2. ภาพจากกระจกเงาเว้าจะเป็นได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน โดยจะเกิดภาพจริงเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากกระจกมากกว่าความยาวโฟกัส และจะเกิดภาพเสมือนเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากกระจกน้อยกว่าความยาวโฟกัส
3. ภาพจากกระจกเงาเว้าจะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการเกิดภาพจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต โดยสังเกตผลการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบและกระจกเงาโค้งได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

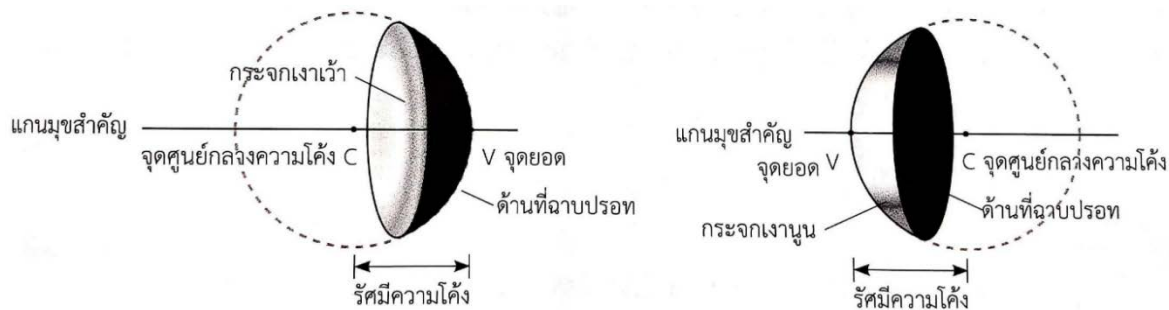
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

เมื่อฉายแสงขนานให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า แสงสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง ในขณะที่เมื่อฉายแสงขนานให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน แสงสะท้อนจะกระจายออก แต่เมื่อต่อแนวแสงสะท้อนออกไปด้านหลังของแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน แนวแสงที่ต่อออกไปจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง ดังนั้นแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า เช่น กระจกเงาเว้า ซ้อนโลหะเงาด้านเว้า มีสมบัติในการรวมแสง ส่วนแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน เช่น กระจกเงานูน ซ้อนโลหะเงาด้านนูน โลหะทรงกลม มีสมบัติในการกระจายแสง

กระจกเงาโค้งคือกระจกเงาที่ผิวสะท้อนมีลักษณะโค้งเป็นส่วนหนึ่งของผิวโค้งทรงกลม กระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งเว้า เป็นผิวสะท้อนแสง เรียกว่า กระจกเงาเว้า (concave mirror) ส่วนกระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งนูนเป็นผิวสะท้อนแสงเรียกว่า กระจกเงานูน (convex mirror)



ก. กระจกเงาเว้า

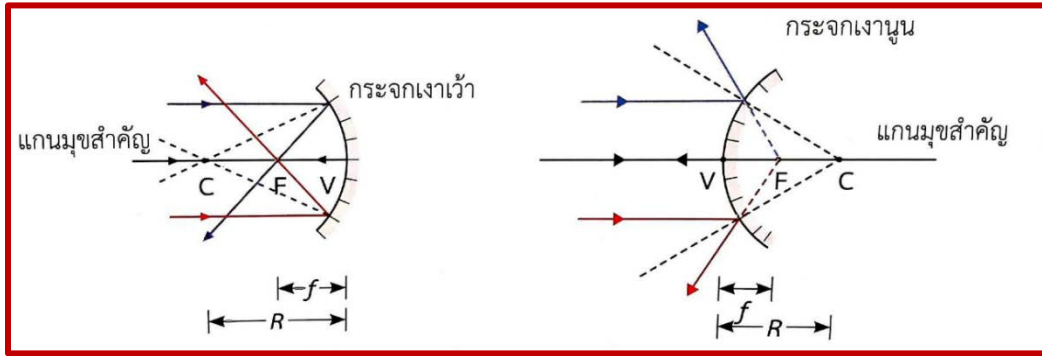
ข. กระจกเงานูน

ภาพ ส่วนประกอบของกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรูปทรงกลม

เมื่อพิจารณาภาพผิวโค้งของทรงกลมมีจุดศูนย์กลางของทรงกลมที่ตำแหน่ง C ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางความโค้ง (center of curvature) ของกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน และมีจุดที่อยู่บริเวณกึ่งกลางบนผิวโค้งที่ตำแหน่ง V เรียกว่าขั้วกระจกหรือจุดยอด (vertex) เส้นตรงที่ลากผ่านจุด C และจุด V เป็นแกนमुखสำคัญ โดยมีระยะจากจุด V ถึงจุด C เป็นรัศมีความโค้งของกระจก (radius) แทนด้วยสัญลักษณ์ R

เมื่อแสงตกกระทบที่จุดใด ๆ บนกระจกเงาโค้งจะเกิดกาสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนโดยเส้นแนวฉากจะต้องผ่านจุด C เสมอ ดังภาพ ถ้าลำแสงขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบกระจกเงาเว้า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ทำให้แสงสะท้อนไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัส (focal point)

แทนด้วยสัญลักษณ์ F จากการสังเกตพบว่า จุด F จะอยู่กึ่งกลางระหว่างจุด C กับจุด V เสมอ และถ้าลำแสงขนานตกกระทบกระจกเงานูน แสงสะท้อนจะกระจายออก แต่ถ้าลากเส้นประต่อไปยังด้านหลังของกระจกจะพบว่าไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัสเสมือน (virtual focal point) ดังภาพระยะจากจุด V ถึงจุด F เป็นความยาวโฟกัสของกระจก แทนด้วยสัญลักษณ์ f



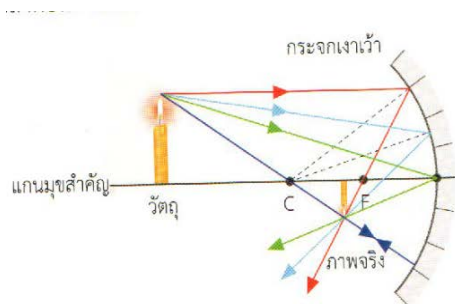
ก. กระจกเงาเว้า

ข. กระจกเงาแบน

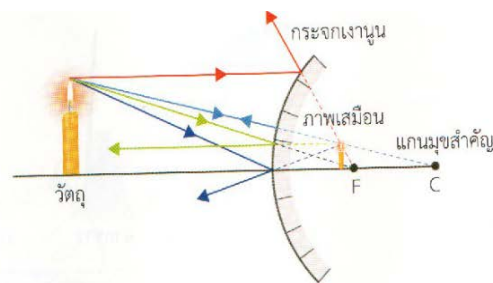
ภาพ การสะท้อนของรังสีของแสงที่ตกกระทบบกระจกเงาเว้าและกระจกเงาแบน

เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าและกระจกเงาแบน ภาพของวัตถุจะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ โดยภาพของวัตถุที่ปรากฏจากกระจกเงาเว้ามีทั้งภาพหัวตั้งและหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่า เท่ากับ หรือเล็กกว่าวัตถุ และมีทั้งที่ปรากฏบนฉากและไม่ปรากฏบนฉาก ส่วนภาพจากกระจกเงาแบนเป็นภาพหัวตั้งในกระจกซึ่งมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอและไม่ปรากฏบนฉาก

เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงาแบนได้จากการใช้แผนภาพรังสีของแสง โดยอาศัยแนวคิดที่ว่าแสงเคลื่อนที่ออกจากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อแสงตกกระทบบกระจกเงาโค้ง จะเกิดการสะท้อนและเมื่อรังสีสะท้อนตัดกันจะเกิดภาพ ถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิด **ภาพจริง (real image)** ซึ่งสามารถปรากฏบนฉากได้ แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกันจะเกิด**ภาพเสมือน** ซึ่งไม่สามารถปรากฏบนฉากได้ ดังภาพ



ก. กระจกเงาเว้า

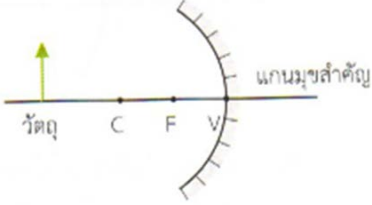


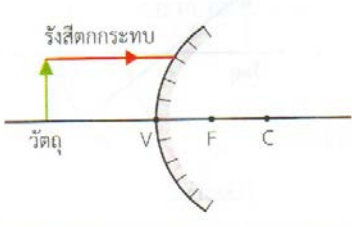
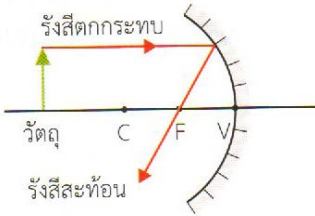
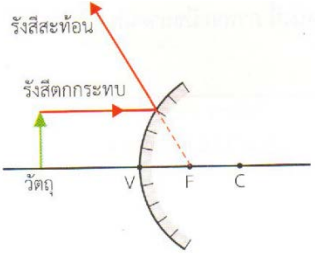


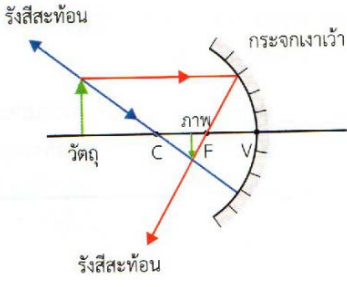
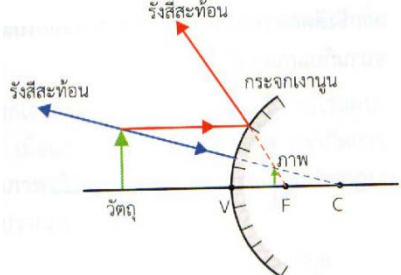
ข. กระจกเงาแบน

ภาพ การเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อระบุตำแหน่งของภาพเมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาโค้ง

เพื่อความสะดวกในการระบุตำแหน่งภาพ เราจึงเขียนแผนภาพรังสีของแสงที่ออกจากวัตถุเพียง 2 เส้น ซึ่งอาจจะเป็น 1) รังสีตกกระทบบนแกนमुखสำคัญจะสะท้อนผ่านจุดโฟกัส 2) รังสีตกกระทบบนศูนย์กลางความโค้งจะสะท้อนกลับทางเดิม หรือ 3) รังสีตกกระทบบนจุดโฟกัสจะสะท้อนเป็นรังสีขนานกับ เส้นแกนमुखสำคัญ ตัวอย่างการเขียนแผนภาพรังสีของแสงทำได้ดังภาพต่อไปนี้

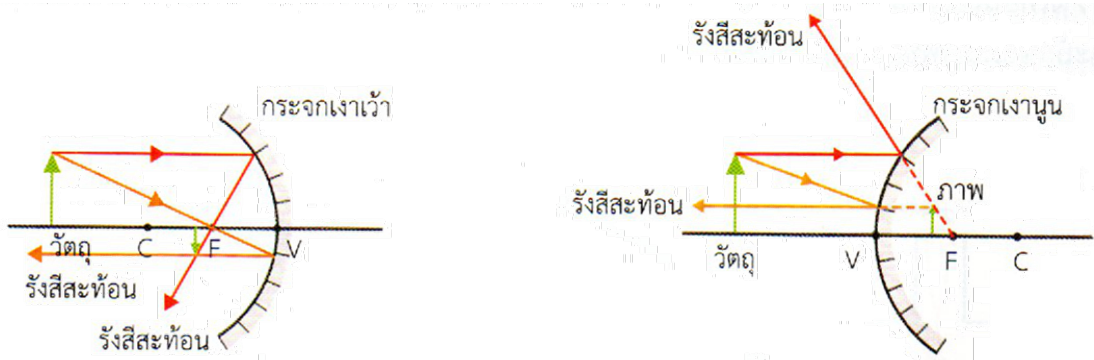
ในกรณีที่รังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนमुखสำคัญและรังสีตกกระทบที่ผ่านศูนย์กลางความโค้ง การเขียนแผนภาพรังสีของแสงทำได้ดังนี้

กระจกเงาเว้า	กระจกเงานูน
<p>1. วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนमुखสำคัญ</p> 	<p>1. วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนमुखสำคัญ</p> 
กระจกเงาเว้า	กระจกเงานูน
<p>2. ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุถึงผิวกระจกในแนวขนานแกนमुखสำคัญ</p> 	<p>2. ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุถึงผิวกระจกในแนวขนานแกนमुखสำคัญ</p> 
<p>3. ลากรังสีสะท้อนผ่านจุดโฟกัส F</p> 	<p>3. ลากรังสีสะท้อนโดยให้แนวของรังสีสะท้อนผ่านจุดโฟกัส</p> 
<p>4. ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุผ่านจุด C แสงจะไปตกกระทบตั้งฉากกับผิวกระจกและสะท้อนกลับทางเดิม</p>	<p>4. ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุให้อยู่ในแนวเส้นตรงที่ผ่านจุด C แสงจะไปตกกระทบตั้งฉากกับผิวกระจกและสะท้อนกลับทางเดิม</p>

<p>5. จุดที่รังสีสะท้อนตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพ</p> 	<p>5. ต่อแนวรังสีสะท้อนโดยใช้เส้นประให้ตัดกัน จุดที่แนวของรังสีสะท้อนเสมือนตัดกันจะเป็นตำแหน่งตั้งภาพ</p> 
<p>กระจกเงาเว้า</p>	<p>กระจกเงาเว้า</p>
<p>ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีของแสงสะท้อนตัดกันจริง จึงเป็นภาพจริง หัวกลับ ซึ่งปรากฏบนฉากได้ เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพจะมีขนาดเล็กกว่าวัตถุ</p>	<p>ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีของแสงสะท้อนไม่ได้ตัดกันจริง แต่เกิดจากการต่อแนวรังสีสะท้อนออกไปด้านหลังแล้วตัดกัน ภาพที่เกิดขึ้นจึงเป็นภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ ซึ่งไม่สามารถปรากฏบนฉากได้</p>

ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้งโดยใช้รังสีตกกระทบ 2 เส้น กรณีที่ 1

กรณีที่รังสีตกกระทบ 2 เส้นเป็นรังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนमुखสำคัญและรังสีตกกระทบที่ผ่านจุดโฟกัส ก็สามารถเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพได้เช่นกัน ดังภาพ

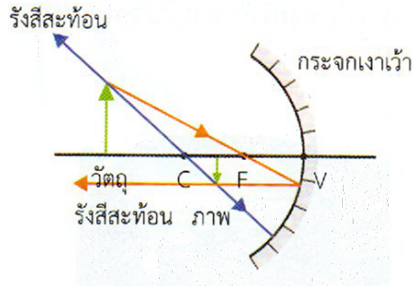


ก. กระจกเงาเว้า

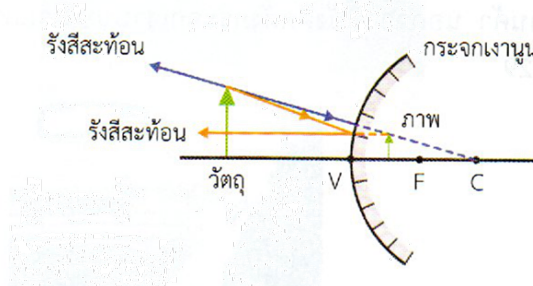
ข. กระจกเงาเว้า

ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้งโดยใช้รังสีตกกระทบ 2 เส้น กรณีที่ 2

กรณีที่รังสีตกกระทบ 2 เส้นเป็นรังสีตกกระทบที่ผ่านศูนย์กลางความโค้งและรังสีตกกระทบที่ผ่านจุดโฟกัส ก็สามารถเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพได้เช่นกัน ดังภาพ



ก. กระจกเงาเว้า



ข. กระจกเงานูน

ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้งโดยใช้รังสีตกกระทบ 2 เส้น กรณีที่ 3

ภาพจากกระจกเงานูนเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ ทำให้มองเห็นเป็นบริเวณกว้างขึ้น จึงมักนำมาใช้ประโยชน์ โดยนำกระจกเงานูนมาติดตั้งในรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เพื่อดูภาพด้านหลังและด้านข้างของตัวรถ หรือใช้มองภาพในร้านค้า นอกจากนี้ยังติดตั้งกระจกเงานูนบริเวณทางแยก เพื่อช่วยให้มองเห็นรถยนต์ที่วิ่งสวนทางมาด้วย ดังภาพ



ก. กระจกมองหลังในรถยนต์



ข. กระจกมองข้างของรถยนต์



ค. กระจกเงาโค้งจระจร

ภาพ การใช้ประโยชน์ของกระจกนูน

กระจกเงาเว้าทำหน้าที่รวมแสง จึงใช้เป็นส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อช่วยรวมแสงให้ไปตกที่แผ่นสไลด์ ทำให้เห็นวัตถุได้ชัดเจน และใช้เป็นส่วนประกอบของกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงเพื่อช่วยรวมแสงให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น และเมื่อนำกระจกเงาเว้ามาส่องดูวัตถุใกล้ๆ โดยให้ระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัสแล้ว จะได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ จึงมักนำมาใช้ในการขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยทำเป็นกระจกสำหรับแต่งหน้าเพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจน นอกจากนี้ยังสามารถใช้กระจกเงาเว้ารวมพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้เกิดความร้อน และใช้ประโยชน์ในการหุงต้มอาหารได้อีกด้วย ดังภาพ



ก. กล้องจุลทรรศน์



ข. กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง



ค. กระจกแต่งหน้า



ง. เตาอย่างพลังงานแสงอาทิตย์เพื่ออบย่าง
อาหารให้สุก อ. เมือง จ.เพชรบุรี

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามว่าในบางครั้งเราอาจเคยได้ยินว่าในบางครั้งเราอาจเคยได้ยินว่ากระจกที่ใช้ในการแต่งตัวบางบานทำให้เห็นภาพของตนเองผอมลง อ้วนขึ้น เตี้ยลง หรือสูงขึ้น นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร จุดประสงค์ และ วิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 125 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและบอกลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (นำกระจกเงาเว้าส่องดูใบหน้าของตนเอง จากนั้นวางเทียนไขไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ระยะต่าง ๆ สังเกตภาพที่เกิดขึ้นในกระจกและบนฉาก ทำกิจกรรมแบบเดียวกันกับกระจกเงานูน)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ลักษณะภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาโค้งและบนฉาก เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากกระจกในระยะต่าง ๆ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม ควรวางกระจกเงาโค้งให้ตั้งฉากกับระนาบของพื้นโต๊ะและควรจัดให้แนวกึ่งกลางกระจกเงาโค้งในระดับเดียวกับจุดกึ่งกลางของเปลวเทียน ลักษณะของภาพ ในกระจก การหาตำแหน่งภาพที่เกิดคมชัดที่สุดบนฉาก โดยเมื่อวางเทียนไขที่จุดไฟหน้ากระจกเงานูนแล้วนำฉากมาวางด้านหน้ากระจก นักเรียนจะสังเกตเห็นดวงไฟวงกลมสีส้มบนฉากขาว ดังภาพ โดยดวงไฟวงกลมสีส้มบนฉากขาวนี้ก็คือว่าเป็นภาพของเทียนไข

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่าเมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน ภาพของวัตถุจะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ โดยภาพของวัตถุจากกระจกเงาเว้ามีทั้งภาพหัวตั้งและหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าเท่ากับ หรือเล็กกว่าวัตถุ และมีทั้งที่ปรากฏบนฉากและไม่ปรากฏบนฉาก ส่วนภาพจากกระจกเงานูนเป็นภาพหัวตั้งในกระจกซึ่งมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอและไม่ปรากฏบนฉาก

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาดำแหน่งภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน และการนำกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 126-131 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้โจทย์ชวนคิด และคำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ภาพของวัตถุจากกระจกเงาเว้ามีทั้งภาพหัวตั้งและหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่า เท่ากับ หรือเล็กกว่าวัตถุ และมีทั้งที่ปรากฏบนฉากและไม่ปรากฏบนฉาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ ส่วนภาพจากกระจกเงานูนเป็นภาพหัวตั้งในกระจกซึ่งมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอและไม่ปรากฏบนฉาก เราสามารถหาดำแหน่งและลักษณะของภาพจากการเขียนแผนภาพรังสีของแสง โดยรังสีสะท้อนตัดกันจะเกิดภาพ ถ้าวางรังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกันจะเกิดภาพเสมือน สามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนในชีวิตประจำวันได้หลากหลาย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- 6) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้
- 7) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.6 จำนวน 7 รายการ
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการเกิดภาพจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ท้ายกิจกรรมที่ 3.6	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงา โค้งเป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกต โดยสังเกตผลการสะท้อน ของแสงและภาพที่เกิดจาก กระจกเงาราบและ กระจกเงาโค้งได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบ บันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.6	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิด จากกระจกเงาโค้งเป็น อย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งาน อุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20	
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างมุมหักเหและมุมตกกระทบ	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แสงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/15 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ม.3/16 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน เช่น อากาศและน้ำ อากาศและแก้ว จะเกิดการ หักเห หรือ อาจเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่แสงตกกระทบ การหักเหของแสงผ่านเลนส์ทำให้เกิดภาพที่มีชนิดและขนาดต่าง ๆ
- แสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของแสงขาว เมื่อเคลื่อนที่ในตัวกลางใด ๆ ที่ไม่ใช่อากาศ จะมีอัตราเร็วต่างกันจึงมีการหักเหต่างกัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนอธิบายการหักเหของแสงเมื่อแสงผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกันได้ (K)
- นักเรียนใช้ทักษะการวัดจากการใช้อุปกรณ์วัดมุมพร้อมระบุหน่วยของการวัดได้ (P)
- นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

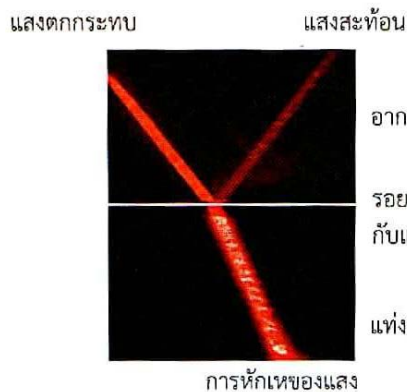
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

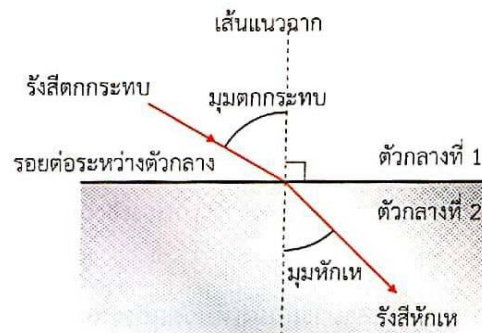
6. สาระการเรียนรู้

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่หนึ่งและเมื่อแสงตกกระทบผิวของวัตถุจะเกิดการสะท้อนแสง ถ้าฉายลำแสงเล็ก ๆ ให้เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิดที่แตกต่างกัน เช่น ฉายลำแสงจากอากาศเข้าไป ในแท่งพลาสติกใส โดยให้แสงตกกระทบที่ผิวของแท่งพลาสติกเป็นมุมใด ๆ ที่ไม่ใช่มุมฉาก เราจะสังเกตเห็นแสงสะท้อนและมีแสงบางส่วนเคลื่อนที่เข้าไปในแท่งพลาสติก โดยแนวการเคลื่อนที่ของแสงจะเบนไปจาก แนวเดิม เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การหักเหของแสง (refraction of light)**

การหักเหของแสงจะเกิดขึ้น เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งโดยการหักเหของแสงจะเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสองนั้น เรียกรังสีของแสงที่ตกกระทบผิวรอยต่อในตัวกลางที่ 1 ว่า **รังสีตกกระทบ (incident ray)** และเรียกรังสีของแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางที่ 2 ว่า **รังสีหักเห (refracted ray)** เมื่อลากเส้นตั้งฉากกับผิวรอยต่อ ณ จุดที่แสงตกกระทบ เรียกเส้นนี้ว่า **เส้นแนวฉาก (normal line)** ซึ่งเป็นเส้นสมมติที่ใช้เป็นเส้นอ้างอิง มุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นแนวฉาก เรียกว่า **มุมตกกระทบ (angle of incidence)** และมุมที่รังสีหักเหทำกับเส้นแนวฉาก เรียกว่า **มุมหักเห (angle of refraction)**

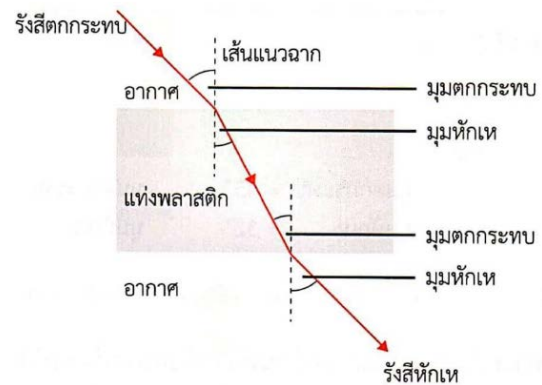
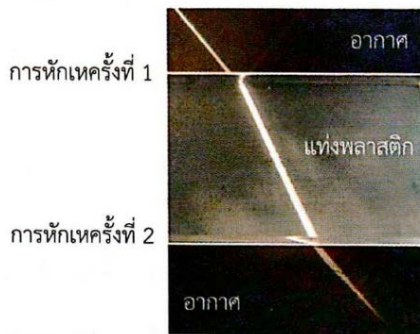


ภาพ การหักเหของแสงในแท่งพลาสติก



ภาพ การหักเหของแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านจากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2

เมื่อฉายแสงเลเซอร์ให้เคลื่อนที่ผ่านอากาศเข้าไปในแท่งพลาสติก แสงจะหักเหผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติกและหักเหออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศอีกครั้ง ดังภาพ เมื่อมุมตกกระทบเปลี่ยนไปมุมหักเหก็จะเปลี่ยนไปด้วย โดยถ้ามุมตกกระทบมากขึ้น มุมหักเหก็จะมากขึ้นเช่นกัน



ภาพการหักเหของแสง 2 ครั้ง เมื่อแสงเคลื่อนที่เข้าและออกจากแท่งพลาสติก

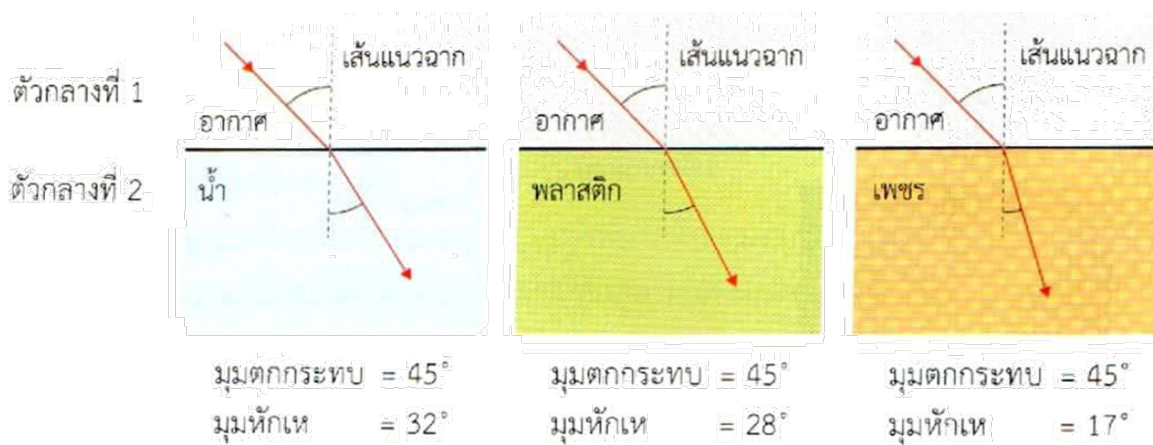
การหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด แนวรังสีหักเหจะเบนเข้าหรือออกจากเส้นแนวฉากขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางทั้ง 2 ชนิดนั้น โดยแสงเคลื่อนที่ในอากาศด้วยอัตราเร็ว 2.997×10^8 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที แต่เคลื่อนที่ในแท่งพลาสติกด้วยอัตราเร็วเพียง 2.00×10^8 เมตรต่อวินาที อัตราเร็วของแสงในตัวกลางต่าง ๆ แสดงดังตาราง

ตาราง อัตราเร็วของแสงในตัวกลางโปร่งใสชนิดต่าง ๆ

ตัวกลางโปร่งใส	อัตราเร็วของแสง (m/s)
อากาศ	3.00×10^8
น้ำแข็ง	2.29×10^8
น้ำ (ของเหลว)	2.26×10^8
น้ำมันพืช	2.04×10^8

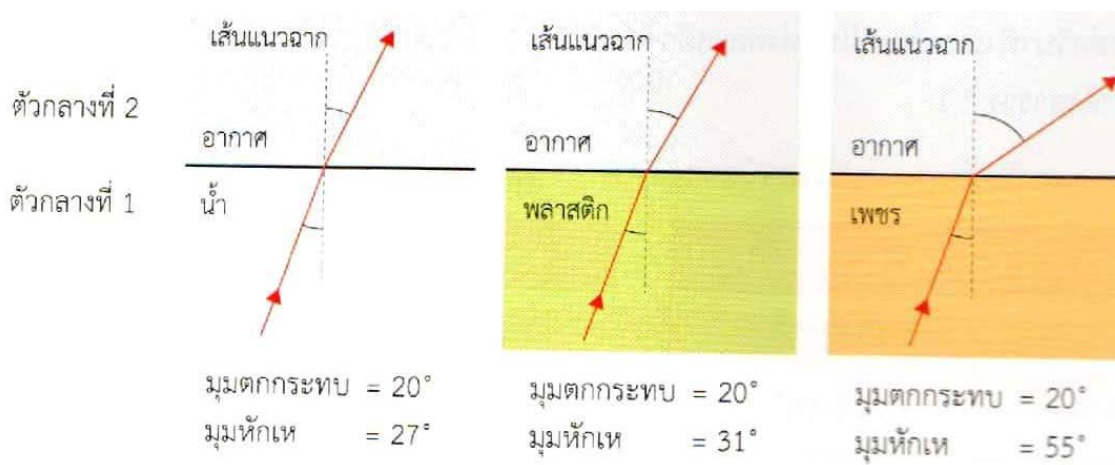
ตัวกลางโปร่งใส	อัตราเร็วของแสง (m/s)
พลาสติกใส	2.00×10^8
แก้ว	1.97×10^8
ทับทิม	1.70×10^8
เพชร	1.24×10^8

ถ้าแสงตกกระทบบรอยต่อระหว่างตัวกลางด้วยมุมที่ไม่ใช่มุมฉาก แล้วเคลื่อนที่ผ่านจากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในตัวกลางหนึ่ง แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงจะเบนไปจากแนวเดิมโดยถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากกว่าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยกว่า รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหมักมีค่าน้อยกว่ามุมตกกระทบ เช่น แสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าไปในน้ำ เข้าไปในแท่งพลาสติกใส หรือเข้าไปในเพชร และยังสังเกตได้อีกว่าถ้าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 2 ยังมีค่าน้อยกว่าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 1 มุมหักเหก็จะมีค่าน้อยลงด้วย



ภาพ แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อย
รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก

ในทางกลับกัน ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วกว่ารังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ เช่น แสงเคลื่อนที่จากน้ำพลาสติก หรือ เพชรออกสู่อากาศ และยังสังเกตได้อีกว่า ถ้าอัตราเร็วแสงในตัวกลางที่ 2 ยังมีค่ามากกว่าอัตราเร็วแสงในตัวกลางที่ 1 มุมหักเหก็จะมีค่ามากขึ้น



ภาพ แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมาก
ทำให้รังสีหักเหเบนออกจากเส้นแนวฉาก

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูสาธิตกิจกรรมการมองเห็นภาพลูกศรที่เปลี่ยนไปเมื่อมองผ่านน้ำและแก้วน้ำ ดังภาพ 3.31 (หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 133) จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าเรื่อง นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามในหนังสือเรียน (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

2) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องการสะท้อนของแสงต่อไป

- เติมคำเหล่านี้ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (สามารถใช้คำซ้ำได้มากกว่า 1 ครั้ง)

(1) เมื่อแสงกระทบกระเบื้อง แสงไม่สามารถทะลุผ่านไปได้แต่จะเกิดการสะท้อน กระเบื้องจึงจัดเป็นวัตถุทึบแสง

(2) เราสามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่หลังกระจกใสได้อย่างชัดเจน กระจกใสจึงจัดเป็นตัวกลางโปร่งใส

(3) แสงสามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางโปร่งใส และ ตัวกลางโปร่งแสง แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุทึบแสง ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร ตอนที่ 1 การหักเหของแสง โดยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าเมื่อแสงเกิดการหักเห มุมตกกระทบและมุมหักเหที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 135 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การหักเหของแสง)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและวัดมุมตกกระทบและมุมหักเห)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายแสงให้ตกกระทบแท่งพลาสติกสีเหลือง วัดมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกและจากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (แนวการเคลื่อนที่ของแสง มุมตกกระทบ และมุมหักเห)

5) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การจัดใส่หลอดไฟฟ้าในกล่องแสงให้อยู่ในแนวตั้งและขนานกับช่องแสง เพื่อให้ได้ลำแสงขนาดเล็ก การบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสง ควรให้นักเรียนทำจุดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นตรงเชื่อมจุดทั้ง 3 การวัดมุมตกกระทบและมุมหักเหต้องวัดเทียบกับเส้นแนวฉากเท่านั้น และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเห มีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร ตอนที่ 1 การหักเหของแสง โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อแสงผ่านจากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกและผ่านออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศ จะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศและแท่งพลาสติก ทำให้แนวรังสีของแสงเปลี่ยนไปจากแนวเดิม โดย เมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศผ่านแท่งพลาสติก แสงจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหมิน้อยกว่า มุมตกกระทบ ในขณะที่เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แสงจะเบนออกจากเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหมิน่ามากกว่ามุมตกกระทบ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห โดยอ่านจุดประสงค์และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 136 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ออกแบบการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และดำเนินการทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหของการหักเหของแสง)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตและวัดมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่พลาสติกและเคลื่อนที่ออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศ)

8) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การตั้งสมมติฐาน การควบคุมและระบุตัวแปร ครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

9) ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า มุมตกกระทบมีความสัมพันธ์กับมุมหักเหโดยถ้ามุมตกกระทบมีค่าเพิ่มขึ้นมุมหักเหก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น

10) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหักเหของแสงจากกิจกรรมที่ 3.7 ทั้ง 2 ตอน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อแสงผ่านจากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกหรือผ่านออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศจะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศและแท่งพลาสติก โดยเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศผ่านแท่งพลาสติก แสงจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหมีค่าน้อยกว่ามุมตกกระทบ และเมื่อแสงเคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แสงจะเบนออกจากเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ กล่าวคือเมื่อมุมตกกระทบมีค่าเพิ่มขึ้น มุมหักเหจะมีค่าเพิ่มขึ้น

11) ครูให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนเพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในหนังสือเรียนหน้า 138 ([ipst.me/10584](https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html)) สืบค้นได้จาก https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงในตัวกลางอื่น ๆ รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบค่ามุมหักเหที่ได้จากกิจกรรมที่ 3.7 กับค่าที่ได้จากการคำนวณในทฤษฎีด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปนี้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- 12) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้
- 13) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.7 จำนวน 8 รายการ
- 8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง Bending light (การหักเหของแสงในตัวกลางอื่นๆ) https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html
- 8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร
- 8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร
- 8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการหักเหของแสงเมื่อแสงผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกันได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.7	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการวัดจากการใช้อุปกรณ์วัดมุมพร้อมระบุหน่วยของการวัด (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำงานกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

ได้แก่

1.

2.

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 21	
เรื่อง การสะท้อนกลับหมดของแสง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	
ครูผู้สอน นางกนกวรรณ แปงใจ	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ม.3/15 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วช้าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากด้วยมุมตกกระทบค่าหนึ่ง แล้วทำให้มุมหักเหมีขนาดเท่ากับ 90 องศา เรียกมุมตกกระทบนี้ว่า มุมวิกฤติ
- เมื่อแสงตกกระทบตัวกลางโปร่งใสด้วยมุมตกกระทบที่ใหญ่กว่ามุมวิกฤติจะเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่แสงตกกระทบ
- การหักเหของแสงเมื่อแสงผ่านตัวกลางต่างชนิดกันทำให้มองเห็นวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต่างไปจากตำแหน่งจริงของวัตถุนั้น
- มิราจเป็นปรากฏการณ์เกิดภาพลวงตาซึ่งเกิดจากการหักเหของแสงผ่านชั้นของอากาศที่มีความหนาแน่นต่างกัน ทำให้แสงหักเหอย่างต่อเนื่องเป็นเส้นโค้ง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

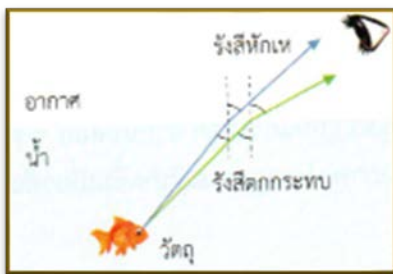
- นักเรียนอธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสงได้ (K)
- นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง จากการเขียนแผนภาพแสดงการสะท้อนกลับหมดของแสงได้ (P)
- นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

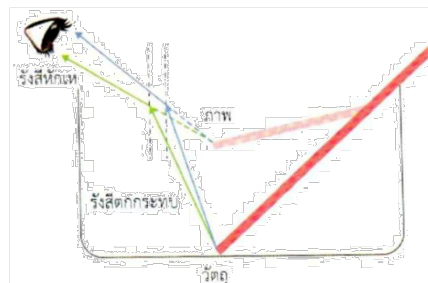
การหักเหของแสงส่งผลต่อการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น ถ้าเรายืนอยู่ขอบสระแล้วมองวัตถุที่อยู่ในน้ำ เราจะเห็นตำแหน่งของวัตถุไม่ตรงกับตำแหน่งจริง แต่จะเห็นวัตถุในน้ำอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริงเนื่องจากแสงจากวัตถุจะเคลื่อนที่ผ่านน้ำออกมายังอากาศ โดยรังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก แล้วจึงเคลื่อนที่เข้าสู่ตาเรา แต่ถ้าเราต่อรังสีหักเหไปในน้ำด้วยเส้นประ รังสีที่ต่อออกไปจะไปตัดกัน ซึ่งจะเป็นตำแหน่งของภาพเสมือน เราจึงมองเห็นวัตถุ ในน้ำอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง



- ก. แสงจากวัตถุหักเหแล้วเคลื่อนที่เข้าสู่ตาเรา ข. ต่อรังสีหักเหด้วยเส้นประออกไปตัดกัน
เป็นตำแหน่งของภาพ

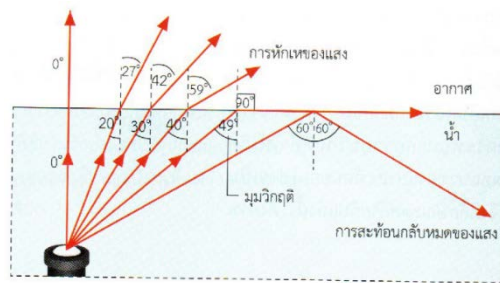
ภาพ การหักเหของแสงทำให้มองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง

ในการทำงานเดียวกัน เมื่อมองหลอดดูดที่จุ่มอยู่ในแก้วน้ำจากด้านบน เราจะเห็นปลายหลอดดูดอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง จึงดูเหมือนหลอดดูดหักงอ เนื่องจากแสงจากหลอดดูดส่วนที่อยู่ใต้น้ำเคลื่อนที่ผ่านน้ำแล้วหักเหสู่อากาศ โดยเบนออกจากเส้นแนวฉากแล้วเข้าสู่ตาเรา ส่วนแสงจากหลอดดูดส่วนที่อยู่เหนือผิวน้ำจะเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่ตาเรา ได้โดยตรงจึงเห็นภาพตามที่เป็นจริง



ภาพ การหักเหของแสงทำให้มองเห็นหลอดดูดหักงอ

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากพลาสติกไปยังอากาศ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของแสงจากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากกว่า มุมหักเหจะมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ เมื่อเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบให้มากขึ้น มุมหักเหก็จะเพิ่มขึ้นด้วย จนกระทั่งมุมตกกระทบมีค่าหนึ่งที่ทำให้รังสีหักเหขนานไปกับผิวรอยต่อของตัวกลาง หรือมุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90° องศา เรียกมุมตกกระทบนี้ว่า **มุมวิกฤติ (critical angle)** และถ้าเพิ่มมุมตกกระทบให้มากกว่ามุมวิกฤติ แสงจะไม่หักเหออกสู่อากาศแต่จะสะท้อนในพลาสติก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การสะท้อนกลับหมดของแสง (total internal reflection of light)** ในทำนองเดียวกัน ถ้าแสงเคลื่อนที่จากน้ำออกสู่อากาศก็จะเกิดการหักเหและสะท้อนกลับหมดของแสง โดยมีมุมวิกฤติประมาณ 49° องศา ดังภาพ



ภาพ การหักเหของแสงและการสะท้อนกลับหมดของแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่จากน้ำออกสู่อากาศ

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสะท้อนกลับหมดของแสงสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ปรากฏการณ์มิราจ รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้สร้างเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หลากหลาย เช่น เส้นใยนำแสง การเจียระไนเพชร เป็นต้น

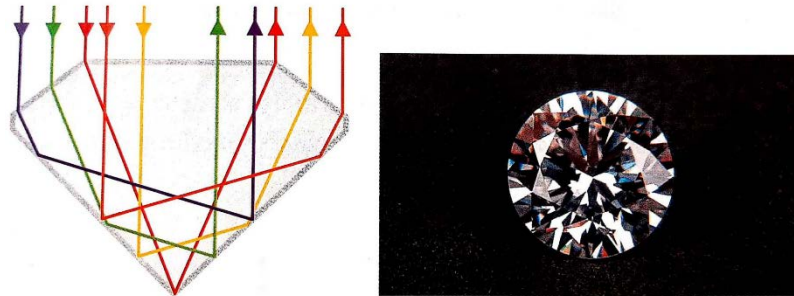
ปรากฏการณ์มิราจ (mirage)

ในวันที่อากาศร้อนจัด เราอาจมองเห็นคล้ายกับมีแอ่งน้ำบนถนนในระยะไกล แต่เมื่อเข้าไปใกล้ตำแหน่งที่เห็นภาพแอ่งน้ำนั้นกลับพบว่าแอ่งน้ำนั้นได้หายไป ปรากฏการณ์เกิดภาพลวงตานี้เรียกว่า มิราจ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศใกล้ผิวถนนกับอุณหภูมิของอากาศที่อยู่สูงขึ้นไป โดยบริเวณเหนือผิวถนนอากาศมีอุณหภูมิสูงกว่าทำให้มีอัตราเร็วของแสงมากกว่าบริเวณที่อยู่ด้านบนที่อยู่สูงขึ้นไป เมื่อแสงสะท้อนจากเมฆที่อยู่ชั้นอากาศด้านบนตกกระทบกับชั้นอากาศด้านล่างก็จะเกิดการหักเห โดยมุมหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉากมากขึ้น ๆ ตามชั้นของอากาศ จนกระทั่งมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤติทำให้เกิดการสะท้อนกลับหมด ถ้าต่อแนวของแสงสะท้อนออกไปจะเป็นตำแหน่งภาพเมฆ พื้นถนนจึงมีลักษณะดูคล้ายกับแอ่งน้ำ ดังภาพ

ภาพ การหักเหและสะท้อนกลับหมดของปรากฏการณ์มิราจ

เพชร (diamond)

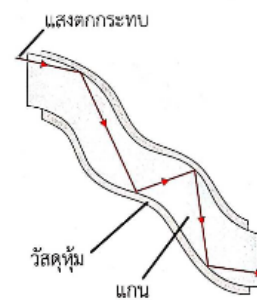
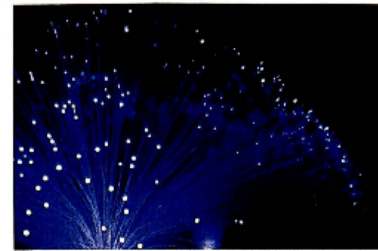
เพชรตามธรรมชาติไม่ได้มีประกายสวยงามเหมือนเพชรที่วางขายตามร้าน เพชรที่มีประกายสวยงามต้องผ่านการเจียรระไนให้มุมและเหลี่ยมตามต้องการ เพื่อให้แสงที่ตกกระทบเพชรส่วนใหญ่เกิดการสะท้อนกลับหมด เนื่องจากอัตราเร็วของแสงในเพชรมีค่าน้อยกว่าอัตราเร็วของแสงในอากาศมาก มุมวิกฤติของเพชรจึงมีค่าน้อย ทำให้แสงมีโอกาสสะท้อนกลับหมดได้ดีกว่า จึงทำให้เห็นเพชรมีประกายแวววาวสวยงาม ดังภาพ



ภาพ การหักเหของแสงและการสะท้อนกลับหมดของแสงในเพชร

เส้นใยนำแสง (optical fiber)

แกนของเส้นใยนำแสงทำมาจากวัสดุโปร่งแสงประเภทแก้วหรือพลาสติก แกนนี้จะถูกหุ้มด้วยวัสดุ อีกชนิดหนึ่ง เมื่อฉายแสงเข้าไปด้านหนึ่งด้วยมุมตกกระทบที่มากกว่ามุมวิกฤติ แสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในเส้นใยนำแสงหลายๆครั้ง จนเคลื่อนที่ออกจากปลายอีกด้านหนึ่ง โดยไม่มีการหักเหออกนอกเส้นใยระหว่างทางเลย จากสมบัติดังกล่าว เส้นใยนำแสง จึงนำมาใช้ในการส่งสัญญาณสารสนเทศจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และสามารถป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกเส้นใยได้อีกด้วย นอกจากนี้ในทางการแพทย์ยังนำมาใช้เป็นตัวนำแสงในอุปกรณ์ตรวจอวัยวะภายในร่างกายคนไข้ โดยสอดเข้าทางปากเพื่อตรวจดูสภาวะกระเพาะอาหารหรือลำไส้



ภาพ การสะท้อนกลับหมดในเส้นใยนำแสง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับการมองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำ โดยครูอาจสาธิตหรือให้นักเรียนดูวิดีโอที่เกี่ยวกับ การมองภาพเหรียญกษาปณ์ในหนังสือเรียนหน้า 140 (ipst.me/10585) จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับการหักเหของแสงอย่างไร ทำไมเมื่อรินน้ำลงในแก้ว กระเบื้องจึงสามารถมองเห็นเหรียญที่อยู่ก้นภาชนะได้ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ)

2) ทบทวนการเขียนรังสีของแสง เพื่อแสดงตำแหน่งภาพที่เกิดในกระจกเงาว่าภาพเกิดจากรังสีของแสงสะท้อนตัดกันหรือต่อให้ไปตัดกัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงตำแหน่งภาพของวัตถุที่อยู่ในน้ำ จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ภาพของวัตถุที่อยู่ใต้น้ำจะเป็นภาพเสมือน ซึ่งเกิดจากการต่อรังสีหักเหให้ตัดกัน โดยภาพจะอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ตรงกับตำแหน่งจริงของวัตถุ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.8 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีอัตราเร็วแสงน้อยไปยังตัวกลางที่มีอัตราเร็วแสงมาก รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบให้มากขึ้นเรื่อย ๆ

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 141 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การสะท้อนกลับหมดของแสง)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสง)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายแสงให้ตกกระทบบนจุดศูนย์กลางความโค้งของแท่งพลาสติกครึ่งวงกลม เพิ่มขนาดของมุมตกกระทบจนมุมหักเหมีขนาด 90 องศา จากนั้นเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบให้มากขึ้นอีก)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตและรวบรวมลักษณะของการหักเหของแสงและค่ามุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีขนาด 90 องศา)

5) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น เพื่อให้ผลของการจัดกิจกรรมไม่คลาดเคลื่อน นักเรียนต้องฉายแสงให้ตกกระทบบนจุดศูนย์กลางความโค้งของแท่งพลาสติกครึ่งวงกลมพอดี นักเรียนควรบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสงโดยทำจุดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นตรงเชื่อมจุดทั้ง 3 แต่ในทางปฏิบัตินักเรียนอาจไม่สามารถฉายรังสีตกกระทบบนให้แสง

หักเหขนานไปกับผิวตรงของแท่งพลาสติกหรือมุมหักเหมีขนาด 90 องศา ได้พอดี ครูควรแนะนำให้นักเรียนบันทึกค่ามุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่าใกล้เคียง 90 องศา มากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.8 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามทำกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อฉายแสงให้เคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกไปยังอากาศจะเกิดการหักเหโดยมุมหักเหจะมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบเมื่อเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบให้มากขึ้น มุมหักเหก็จะเพิ่มขึ้นด้วย จนกระทั่งมุมตกกระทบมีค่าหนึ่งที่ทำให้มุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา และถ้าเพิ่มมุมตกกระทบให้มากขึ้นอีกแสงจะไม่หักเหออกสู่อากาศแต่จะสะท้อนกลับในแท่งพลาสติกครั้งวงกลมนั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการสะท้อนกลับหมด มุมวิกฤติ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง และการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงในชีวิตประจำวัน โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 143-146 และ ร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- ถ้าแสงเคลื่อนที่จากเพชรออกสู่อากาศ โดยมีมุมวิกฤติประมาณ 24.5 องศา แสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดเมื่อใด (แนวคำตอบ เมื่อแสงเคลื่อนที่จากเพชรออกสู่อากาศ แสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดเมื่อมีมุมตกกระทบมากกว่า 24.5 องศา)

- ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็ว น้อย แสงจะมีโอกาสเกิดการสะท้อนกลับหมดหรือไม่ เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็ว น้อย แสงจะไม่มีโอกาสเกิดการสะท้อนกลับหมด เพราะแสงจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหมีค่าน้อยกว่ามุมตกกระทบเสมอ)

8) ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อให้สรุปได้ว่า

- การสะท้อนกลับหมดของแสงเกิดขึ้นเมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็ว น้อยกว่าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากกว่า โดยมุมตกกระทบมีขนาดมากกว่ามุมวิกฤติ

- มุมวิกฤติคือมุมตกกระทบที่ทำให้รังสีหักเหขนานไปกับผิวรอยต่อของตัวกลาง หรือมุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา

- ความเข้าใจเกี่ยวกับการสะท้อนกลับหมดของแสงสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

12) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

13) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.8 จำนวน 7 รายการ
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.8 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.8 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสงได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.8	- คำถามทำกิจกรรมที่ 3.8 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร จำนวน 5 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลองจากการเขียนแผนภาพแสดงการสะท้อนกลับหมดของแสงได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.8	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.8 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการเรียนการสอน

นักเรียนจำนวนคน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้คน

ไม่ผ่านจุดประสงค์คน

คิดเป็นร้อยละ

คิดเป็นร้อยละ

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค

(ผลการประเมินที่ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ตัวชี้วัด คุณลักษณะหรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

(แนวทางการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนให้ได้ ตามตัวชี้วัด คุณลักษณะ หรือสมรรถนะของผู้เรียน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางกนกวรรณ แปงใจ)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 22	
เรื่อง การกระจายของแสง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ม.3/15 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เมื่อแสงผ่านปริซึมจะเกิดการหักเหโดยแสงแต่ละสีหักเหได้ไม่เท่ากัน ทำให้แสงแต่ละสีกระจายออกเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของแสง
- รุ้งเกิดจากแสงหักเหผ่านหยดน้ำในอากาศ เกิดการกระจายของแสง ทำให้เรามองเห็นแสงสีต่างๆ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนอธิบายการกระจายของแสงเมื่อผ่านปริซึมได้ (K)
- นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต จากการสังเกตผลการกระจายแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกันได้ (P)
- นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

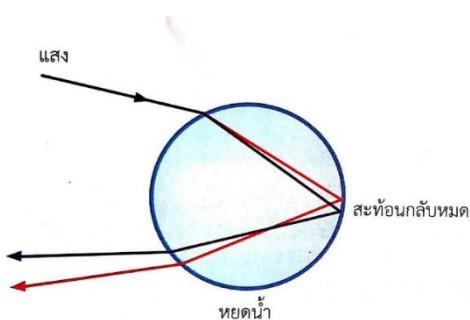
6. สารการเรียนรู้

เมื่อฉายแสงให้ตกกระทบปริซึม แสงจะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศกับปริซึม แต่เนื่องจากแสงแต่ละสีเคลื่อนที่ใน แสงปริซึมด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ทำให้เมื่อแสงเกิดการหักเหจึงมีมุมหักเห ที่ต่างกันทั้งเมื่อเข้าและออกจากปริซึม จึงเห็นแสงแต่ละสีกระจายออกและปรากฏบนฉากที่ตำแหน่งแตกต่างกัน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การกระจายของแสง (dispersion) และเรียกแสงสีต่าง ๆ ที่เห็นว่า **สเปกตรัมของแสง (visible light spectrum)**

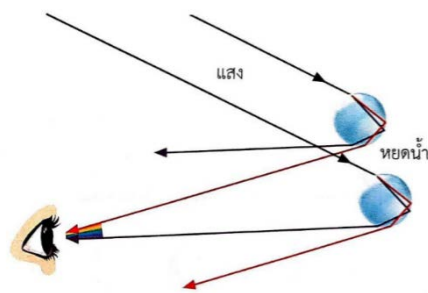


ภาพ การกระจายของแสง ทำให้มองเห็นสเปกตรัมของแสง

การกระจายของแสงสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้หลากหลาย เช่น การเกิดรุ้ง (rainbow) รุ้งเกิดขึ้นเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าไปในหยดน้ำ จะเกิดการหักเหของแสงซึ่งแสงแต่ละสี มีมุมหักเหที่แตกต่างกัน จากนั้นแสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ และเมื่อแสงเคลื่อนที่จากหยดน้ำออกสู่อากาศ แสงแต่ละสีจะหักเหอีกครั้งหนึ่งก่อนจะเคลื่อนที่เข้าสู่ตาคน ทำให้เรามองเห็นแสงสีต่าง ๆ เกิดเป็นแถบสีของรุ้ง รุ้งที่เกิดจากการสะท้อนกลับหมดในหยดน้ำ 1 ครั้ง เรียกว่า รุ้งปฐมภูมิ ดังภาพ ส่วนรุ้งที่เกิดจากการสะท้อนกลับหมดในหยดน้ำ 2 ครั้ง เรียกว่า รุ้งทุติยภูมิ ดังภาพ



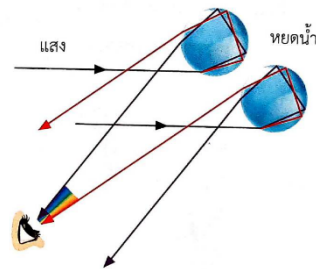
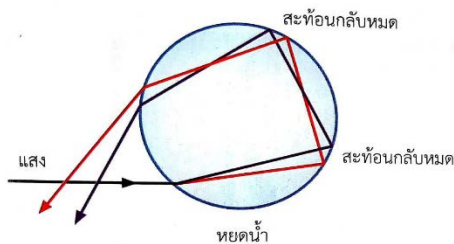
ก. แสงอาทิตย์ตกกระทบหยดน้ำจากด้านบน เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ 1 ครั้ง โดยแสงสีม่วงจะหักเหออกมาอยู่เหนือแสงสีแดง



ข. คนมองเห็นรุ้งมีแถบด้านบนเป็นสีแดงจากหยดน้ำที่อยู่สูงกว่าและมองเห็นรุ้งมีแถบบนล่างเป็นสีม่วงจากหยดน้ำที่อยู่ต่ำกว่า

ภาพ การเกิดรุ้งปฐมภูมิ

นอกจากความรู้เรื่องการหักเหของแสงจะสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติแล้ว มนุษย์ยังนำความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงมาใช้ประโยชน์ในการสร้างเลนส์ (lens) ซึ่งเป็นตัวกลางโปร่งใสประเภทหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงได้ตามความต้องการ เลนส์ส่วนใหญ่ทำมาจากวัสดุประเภทแก้วหรือพลาสติก เลนส์มี 2 ประเภท คือ **เลนส์นูน (convex lens)** มีลักษณะหนาบริเวณส่วนกลางของเลนส์และบางบริเวณขอบ ส่วนเลนส์**เว้า (concave lens)** มีลักษณะบางบริเวณส่วนกลางของเลนส์และหนาบริเวณขอบ ดังภาพ



- ก. แสงอาทิตย์ตกกระทบหยดน้ำจากด้านล่าง เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ 2 ครั้ง โดยแสงสีม่วงจะหักเหออกมาอยู่ด้านล่างแสงสีแดง
- ข. คนมองเห็นรุ้งมีแถบด้านบนเป็นสีม่วงจากหยดน้ำที่อยู่สูงกว่าและมองเห็นรุ้งมีแถบด้านล่างเป็นสีแดงจากหยดน้ำที่อยู่ต่ำกว่า

ภาพ การเกิดรุ้งทุติยภูมิ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

- ครูทบทวนความรู้การสังเกตของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามดังนี้
 - แถบสีที่เกิดหลังจากการเกิดรุ้งมีกี่สี อะไรบ้าง (7 สี ได้แก่ ม่วง คราว น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง)
 - ปรากฏการณ์การเกิดรุ้ง มีสาเหตุจากอะไร (เกิดจากแสงหักเหผ่านหยดน้ำในอากาศ เกิดการกระจายของแสง ทำให้เรามองเห็นแสงสีต่างๆ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

- ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า เมื่อแสงเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด ทำให้เห็นแนวการเคลื่อนที่ของแสงเบนไปจากแนว การเคลื่อนที่ที่เดิมนักเรียนคิดว่าแสงสีต่างกันที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน จะเกิดการหักเหเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 147 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การกระจายของแสงเมื่อแสงผ่านปริซึม)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายการกระจายของแสง)
- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายแสงให้ตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยม สังเกตการหักเหของแสงที่เกิดขึ้น)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวของรังสีตกกระทบแนวรังสีหักเห และสิ่งที่ปรากฏบนฉาก)

4) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น ควรฉายแสงให้เกิดการหักเหภายในแท่งปริซึม 2 ครั้ง เพื่อให้แสงแต่ละสีแยกออกจากกันชัดเจน ครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

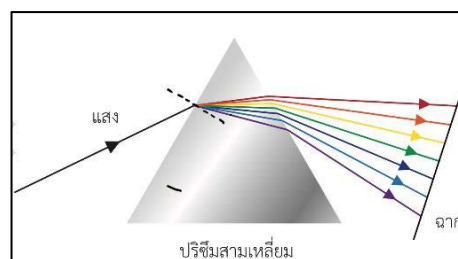
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุป** จากกิจกรรมว่า เมื่อฉายแสงให้ตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยม แสงจะเกิดการหักเหโดยแสงแต่ละสีจะเกิดการหักเหด้วยมุมที่แตกต่างกัน ทำให้แสงแต่ละสีแยกออกจากกันและปรากฏเป็นสีต่าง ๆ เรียงกันบนฉากขาว

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการกระจายของแสงและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการกระจายของแสง โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 148-150 และตอบคำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- แสงสีใดเคลื่อนที่ในปริซึมได้เร็วที่สุด (แนวคำตอบ เมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่ปริซึมหรือจากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อย มุมหักเหจะเล็กกว่ามุมตกกระทบ จากการสังเกตพบว่าแสงสีม่วงมีมุมหักเหที่น้อยที่สุด แสดงว่าแสงสีม่วงมีอัตราเร็วที่น้อยที่สุดในปริซึม ส่วนแสงสีแดงมีมุมหักเหมากที่สุด แสงสีแดงจึงมีอัตราเร็วสูงสุดในปริซึม ดังภาพ)



8) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อฉายแสงเข้าสู่ปริซึมแสงจะเกิดการหักเห 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเกิดเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่ปริซึมและครั้งที่สองเมื่อแสงเคลื่อนที่จากปริซึมออกสู่อากาศ ทำให้เกิดการกระจายของแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่าสเปกตรัมของแสง เนื่องจากแสงแต่ละสีเคลื่อนที่ในปริซึมด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกันจึงหักเหไม่เท่ากันจนแยกออกจากกัน เราสามารถใช้ความรู้เรื่องการกระจายแสงไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ เช่น การเกิดรุ้ง

9) ครูให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนเพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สืบค้นได้จาก https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงสีต่าง ๆ ในตัวกลางอื่น ๆ และปริซึมรูปทรงอื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

10) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

11) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.9 จำนวน 6 รายการ

8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง Bending light (การหักเหของแสงในตัวกลางอื่นๆ)

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการกระจายของแสงเมื่อผ่านปริซึมได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.9	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไรจำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกตจากการสังเกตผลการกระจายแสงเมื่อแสง	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.9	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ

เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง โปร่งใสที่แตกต่างกัน (ด้านกระบวนการ: P)			
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 23	
เรื่อง การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ม.3/15 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เลนส์ คือ ตัวกลางโปร่งใสที่ทำหน้าที่รวมแสงหรือกระจายแสงแบ่งเป็นเลนส์นูนและเลนส์เว้า
- เลนส์นูนมีลักษณะหนาบริเวณส่วนกลางของเลนส์และบางที่บริเวณขอบ ส่วนเลนส์เว้ามีลักษณะหนาบริเวณขอบของเลนส์และบางบริเวณส่วนกลางของเลนส์
- เลนส์นูนทำหน้าที่รวมแสง ถ้าแสงขนานที่ขนานกับแกนมุขสำคัญตกกระทบบนเลนส์นูน แสงขนาน จะหักเหและไปตัดกันที่จุดหนึ่งอีกด้านหนึ่งของเลนส์บนแกนมุขสำคัญ เรียกว่า จุดโฟกัสของเลนส์นูน ระยะทางจากจุดกึ่งกลางเลนส์ถึงจุดโฟกัสเรียกว่า ความยาวโฟกัส

4. เลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสงถ้าแสงขนานที่ขนานกับแกนมุขสำคัญตกกระทบบเลนส์เว้า แสงจะหักเหออกจากกันทำให้ไม่ตัดกัน แต่ถ้าต่อแนวของรังสีของแสงหักเหออกมาด้านหน้าเลนส์ จะพบว่าแนวเหล่านี้จะไปตัดกันที่จุดหนึ่งบนแกนมุขสำคัญ เรียกว่า จุดโฟกัสของเลนส์เว้า ระยะทางจากจุดกึ่งกลางเลนส์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่า ความยาวโฟกัส

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการหักเหของแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง จากการเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

เมื่อแสงขนานตกกระทบบเลนส์นูนและเลนส์เว้า แสงจะเกิดการหักเหและเปลี่ยนแนวการเคลื่อนที่ โดยแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนจะหักเหไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ในขณะที่แสงขนานที่ผ่านเลนส์เว้าจะหักเหกระจายออก

เลนส์ที่นำมาใช้ในการศึกษานี้เป็นเลนส์บาง มีกึ่งกลางเลนส์ (O) อยู่ที่จุดกึ่งกลางระหว่างผิวโค้งทั้งสอง และมีจุด C เป็นศูนย์กลางความโค้งของผิวทั้งสองของเลนส์ เรียกเส้นตรงที่ผ่านจุด C และ O ว่าแกนมุขสำคัญ ดังภาพ

ก. เลนส์นูน

ข. เลนส์เว้า

ภาพ ส่วนประกอบของเลนส์นูนและเลนส์เว้า

เมื่อแสงตกกระทบบนเลนส์นูนโดยแนวรังสีที่ตกกระทบบนกึ่งกลางเลนส์ แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าแสงขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบบนเลนส์นูนที่ตำแหน่งอื่น ๆ รังสีของแสงจะหักเหไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนแกนमुखสำคัญอีกด้านหนึ่งของเลนส์ จุดที่รังสีหักเหตัดกันนี้ เรียกว่า **จุดโฟกัสของเลนส์นูน (F)** ระยะทางจากกึ่งกลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่า **ความยาวโฟกัส (f)** ดังภาพ



ก. เลนส์นูน

ข. เลนส์เว้า

ภาพ การหักเหของแสงผ่านเลนส์

สำหรับเลนส์เว้า เมื่อแสงตกกระทบบนเลนส์เว้าโดยแนวรังสีที่ตกกระทบบนจุดกึ่งกลางเลนส์ (O) แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าแสงขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบบนเลนส์เว้าที่ตำแหน่งอื่น ๆ รังสีของแสงจะกระจายออกไปอีกด้านหนึ่งของเลนส์ ทำให้รังสีหักเหไม่ตัดกัน แต่ถ้าต่อแนวของรังสีหักเหของแสง จะพบว่าแนวรังสีที่ต่อออกมานี้จะไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนแกนमुखสำคัญทางด้านหน้าของเลนส์ เรียกว่า **จุดโฟกัสเสมือนของเลนส์เว้า (F)** ระยะทางจากจุดกึ่งกลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่า **ความยาวโฟกัส (f)**

เมื่อวางวัตถุในตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน ภาพของวัตถุที่มองเห็นอาจเป็นภาพหัวกลับหรือหัวตั้งก็ได้ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุโดยภาพหัวกลับสามารถใช้อาหรับภาพได้ ซึ่งมีทั้งภาพขนาดใหญ่กว่า เท่ากับ หรือ เล็กกว่าวัตถุ นอกจากนี้ภาพจากเลนส์นูนอาจเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ซึ่งไม่สามารถคิดบนฉากได้

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจ โดยให้นักเรียนสังเกตเลนส์ 2 ชนิด โดยให้นักเรียน สัมผัสและสังเกต เพื่อลองข้อสรุปว่าเลนส์ใด เป็นเลนส์นูนและเลนส์เว้า และพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงการนำเลนส์ทั้ง 2 ชนิดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า การหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าจะมีลักษณะอย่างไร

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 151 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้า)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายการหักเหของแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้า)
- วิธีดำเนินการนี้มีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายแสงขนานให้ตกกระทบบนเลนส์นูนและเลนส์เว้า สังเกตการหักเหของแสงที่เกิดขึ้น)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (แนวของรังสีตกกระทบบนเลนส์นูนและเลนส์เว้า)

4) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น หากแสงที่ออกจากกล่องแสงไม่ขนานหรือไม่คมชัด ให้ปรับหมุนหลอดไฟฟาด้านในกล่องแสงให้ไส้หลอดไฟอยู่ในระนาบเดียวกับพื้นโต๊ะ การบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสง ควรให้นักเรียนทำจุดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นตรงเชื่อมทั้ง 3 จุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อฉายแสงขนานกับเส้นตรงเส้นที่ 2 ให้ตกกระทบบนเลนส์นูน แสงจะหักเหไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่ 2 หลังเลนส์ แต่ถ้าฉายแสงขนานกับเส้นตรงเส้นที่ 2 ให้ตกกระทบบนเลนส์เว้าแสงหักเหกระจายออกจากกันเมื่อต่อแนวรังสีหักเหจากเลนส์เว้า แนวรังสีที่ต่อออกไปจะตัดกันที่ตำแหน่งหนึ่งบนเส้นตรงที่ 2 หน้าเลนส์

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเลนส์และส่วนประกอบของเลนส์นูนและเลนส์เว้า โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 152 จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- เลนส์นูนมีลักษณะหนาบริเวณตรงกลางของเลนส์และบางตรงบริเวณขอบ เลนส์นูนทำหน้าที่รวมแสง
- เลนส์เว้ามีลักษณะบางตรงกลางของเลนส์และหนาตรงขอบ เลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสง
- เมื่อแสงตกกระทบบนเลนส์นูนและเลนส์เว้าโดยแนวรังสีที่ตกกระทบบนจุดกึ่งกลางเลนส์ แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะไม่เปลี่ยนแปลง
- ถ้าแสงขนานกับเส้นแกนมุขสำคัญตกกระทบบนเลนส์นูนที่ตำแหน่งอื่น ๆ รังสีของแสงจะหักเหไปตัดกันที่จุดโฟกัส

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.10 จำนวน 7 รายการ

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการหักเหของแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.10	- คำถามทำกิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง จากการเขียนแผนภาพรังสีของแสง	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.10	- แบบบันทึกการค้นคว้า	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน

แสดงการเกิดภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ (ด้านกระบวนการ: P)		กิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร	ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เถลถายการประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนนระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 24	
เรื่อง ภาพที่เกิดจากเลนส์ตา	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/18 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1) ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตายาว เป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดี จึงต้องใช้เลนส์ในการแก้ไข เพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติ โดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตายาวใช้เลนส์นูน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

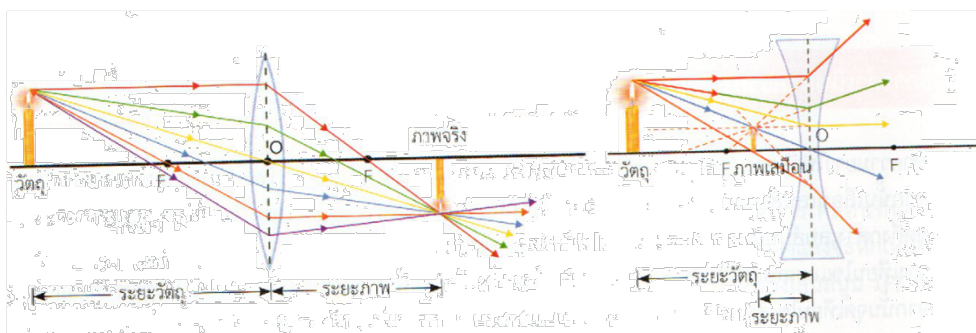
1. นักเรียนบรรยายภาพที่เกิดจากเลนส์นูนได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสื่อสาร จากการสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการเกิดภาพของเลนส์ตาได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ จากการใช้แผนภาพรังสีของแสง โดยอาศัยหลักการที่ว่า แสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทางและเมื่อแสงตกกระทบเลนส์ที่มุมต่างๆ จะเกิดการหักเห โดยรังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหจะไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ตำแหน่งที่รังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพ ถ้ารังสีหักเหตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีหักเหให้ตัดกันจะเกิดภาพเสมือน ดังภาพ

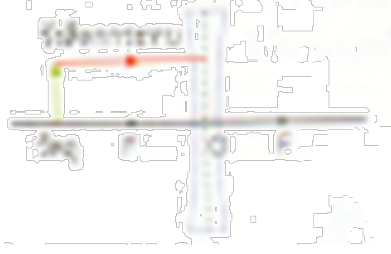


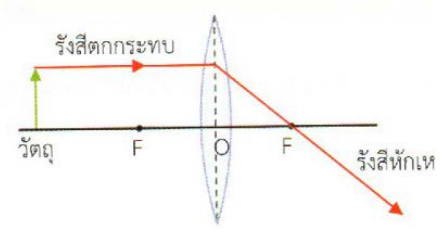
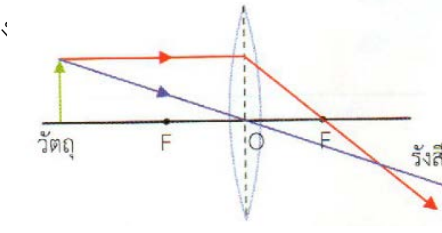
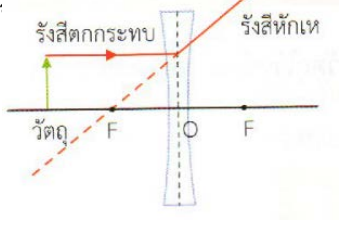

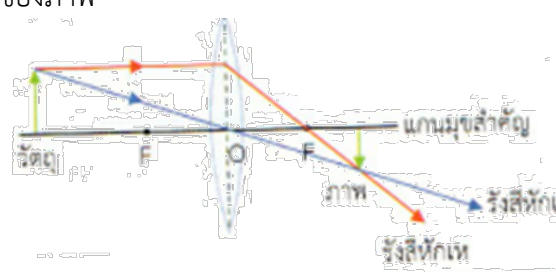

ก. เลนส์นูน

ข. เลนส์เว้า

ภาพ การเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อระบุตำแหน่งของภาพเมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์

เพื่อความสะดวกในการเขียนแผนภาพ เพื่อหาตำแหน่งภาพที่เกิดจากเลนส์ เราจึงเขียนแผนภาพรังสีของแสงที่ออกจากวัตถุเพียง 2 เส้น ซึ่งอาจจะเป็นรังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนमुखสำคัญซึ่งจะทำให้รังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหไปตัดกันที่จุดโฟกัส และรังสีที่ผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการหักเหโดยแนวของรังสีของแสงจะคงแนวเดิม การเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าทำได้ดังภาพ

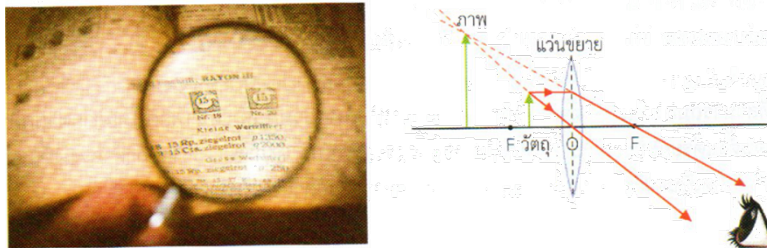
1) วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนमुखสำคัญ	1) วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนमुखสำคัญ
2) ลากรังสีเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบเส้นแนวกึ่งกลางเลนส์โดยขนานกับแกนमुखสำคัญ	2) ลากรังสีเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบเส้นแนวกึ่งกลางเลนส์โดยขนานกับแกนमुखสำคัญ 

<p>3) รังสีหักเหจะผ่านจุด F</p>  <p>4) ลากรังสีอีกเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบบนเลนส์ โดยผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ แนวรังสีหักเหจะไม่เปลี่ยนทิศทาง</p> 	<p>3) รังสีหักเหจะกระจายออก โดยแนวของรังสีหักเห จะผ่าน</p>  <p>4) ลากรังสีอีกเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบบนเลนส์ โดยผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ แนวรังสีหักเหจะไม่เปลี่ยนทิศทาง</p> 
<p>5) จุดที่รังสีหักเหทั้งสองเส้นตัดกันคือตำแหน่งของภาพ</p> 	<p>5) ลากต่อแนวรังสีหักเหทั้งสองเส้นด้วยเส้นประให้ตัดกัน จุดที่รังสีหักเหเสมือนว่าตัดกันคือตำแหน่งของภาพเสมือน</p> 
<p>เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีหักเหของแสงตัดกันจริงจะเป็นภาพจริง หักกลับ สามารถเกิดบนฉากรับได้</p>	<p>เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพที่เกิดขึ้นจากการต่อแนวรังสีหักเหไปด้านหลังเลนส์แล้วตัดกันจึงเป็นภาพเสมือน มีลักษณะเป็นภาพหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ</p>

เลนส์นูนทำหน้าที่รวมแสง ส่วนเลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสง ซึ่งทำให้เกิดภาพที่มีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะวัตถุ เราสามารถนำเลนส์นูนและเลนส์เว้าไปประยุกต์ใช้ในการทำงานของทัศนอุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ แว่นสายตา เป็นต้น

แว่นขยาย (magnifying glass)

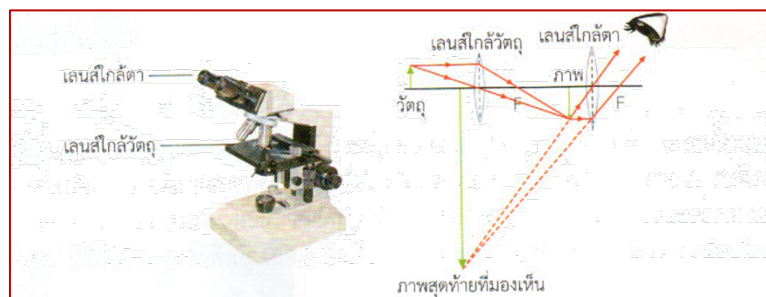
แว่นขยายทำมาจากเลนส์นูน เป็นทัศนอุปกรณ์ที่นำมาใช้ขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าวัตถุจริง การใช้แว่นขยายต้องวางวัตถุไว้ใกล้กว่าความยาวโฟกัส เพื่อทำให้เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ โดยการมองเห็นภาพต้องมองเข้าไปในเลนส์ ดังภาพ



ภาพ แว่นขยายและหลักการทำงานของแว่นขยาย

กล้องจุลทรรศน์ (microscope)

กล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ขยายภาพวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก ประกอบด้วยเลนส์นูนสองอัน อันแรกเป็นเลนส์ใกล้วัตถุที่ทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ เลนส์ที่สองเป็นเลนส์ใกล้ตาจะขยายภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุให้เป็นภาพเสมือน หัวกลับ ขนาดขยาย ดังภาพ



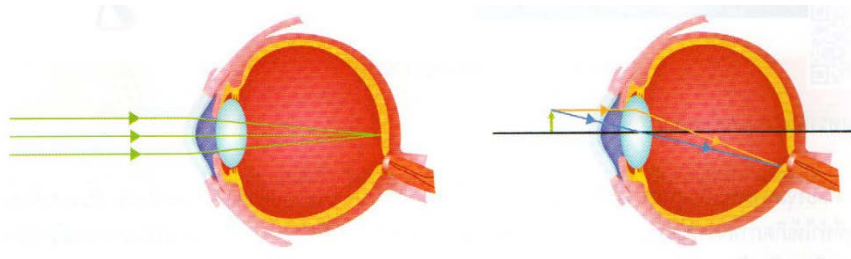
ภาพ กล้องจุลทรรศน์และหลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์

ดวงตามนุษย์ (human eye)

ดวงตาเป็นอวัยวะที่ซับซ้อน มีส่วนประกอบสำคัญหลายอย่าง เลนส์ตาที่ทำงานสัมพันธ์กัน เช่น เลนส์ตา กระจุกตา เซลล์ประสาทตา กล้ามเนื้อตา ดังภาพ โดยคนเราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ เนื่องจากแสงจากวัตถุเคลื่อนที่เข้าสู่ดวงตาแล้วหักเหผ่านกระจุกตาหรือตาต่าที่มีลักษณะโค้ง ใส ไม่มีสี จากนั้น จะมีการหักเหเพิ่มเติมอีกครั้งที่เลนส์ตา โดยกล้ามเนื้อตาจะปรับความยาวโฟกัสของเลนส์ตา เพื่อให้แสงรวมกันที่เรตินาที่ ผนังด้านหลัง ซึ่งมีเซลล์ประสาททำหน้าที่รับแสงสีต่าง ๆ จากนั้นเรตินาจะส่งสัญญาณผ่านเซลล์ประสาทตาให้สมองตีความความเป็นภาพที่มองเห็น

ภาพ โครงสร้างดวงตามนุษย์

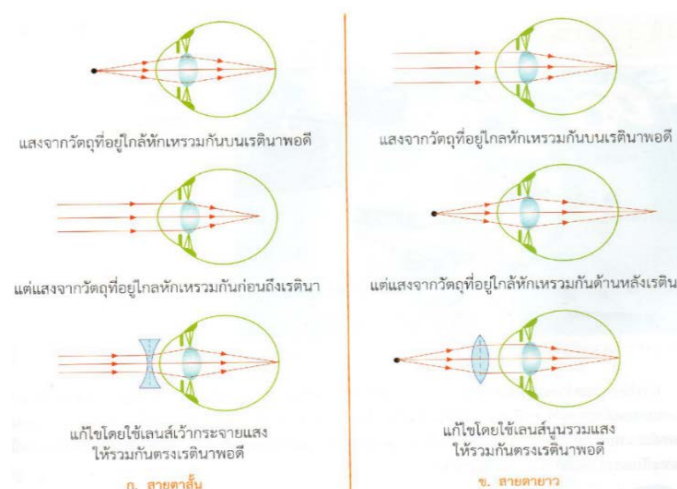
ดวงตาที่สามารถมองเห็นภาพต่าง ๆ ได้ตามปกติ แสงหักเหจะรวมกันที่เรตินาพอดี โดยสายตาศาปกติของมนุษย์ จะมองเห็นวัตถุชัดเจนตั้งแต่ระยะประมาณ 25 เซนติเมตรจนถึงระยะอนันต์ แต่ถ้าตำแหน่งที่แสงหักเหรวมกันไม่ได้อยู่ที่เรตินาก็จะเกิดเป็นความบกพร่องทางสายตา เช่น สภาวะสายตาสั้นและสายตายาว



ก. การหักเหของแสงจากระยะอนันต์ ข. การหักเหของแสงเมื่อวัตถุอยู่ใกล้ดวงตา

ภาพ ภาพการหักเหของแสงของตาคนปกติ

คนที่มีสายตาสั้นจะมองเห็นวัตถุใกล้ ๆ ได้ชัดแต่มองวัตถุไกล ๆ ไม่ชัด เนื่องจากแสงที่หักเหผ่านเลนส์ตาไปรวมกันที่ตำแหน่งก่อนถึงเรตินา เราสามารถแก้ไขสภาวะสายตาสั้นได้ โดยใช้เลนส์เว้าเพื่อกระจายแสงออกไปตกบนเรตินาพอดี สำหรับคนที่มีสายตายาวจะมองเห็นวัตถุไกล ๆ ได้ชัดแต่มองวัตถุใกล้ ๆ ไม่ชัด เนื่องจากแสงที่หักเหผ่านเลนส์ตาไปรวมกันที่ตำแหน่งหลังเรตินา เราสามารถแก้ไขสภาวะสายตายาวได้โดยใช้เลนส์นูนเพื่อรวมแสงเข้าให้ไปตกบนเรตินาพอดี ดังภาพ



ภาพ ลักษณะการหักเหของแสงในสภาวะคนสายตาสั้นและสายตายาวและการใช้เลนส์แก้ไขความผิดปกติ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจ โดยใช้ใช้แว่นขยายส่องดูเส้นลายมือของตนเอง เลื่อนแว่นขยายเข้าและออกจากมือแล้วสังเกตภาพที่เกิดขึ้น จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นความสนใจ เช่น แว่นขยายเป็นเลนส์นูนหรือเลนส์เว้า ภาพเส้นลายมือเมื่อมองผ่านแว่นขยายแตกต่างจากเส้นลายมือจริงอย่างไร และเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อระบุตำแหน่งภาพได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร โดยนักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 153 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและบรรยายภาพที่เกิดจากเลนส์นูน)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน จุดเทียนไขวางหน้าเลนส์นูนที่ตำแหน่งต่าง ๆ สังเกตภาพเมื่อมองผ่านเลนส์นูนและภาพที่ปรากฏบนฉาก)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระยะวัตถุ ระยะภาพ ลักษณะของภาพเมื่อมองผ่านเลนส์และลักษณะของภาพที่ปรากฏบนฉาก)

3) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การสังเกตภาพที่ปรากฏบนฉาก โดยเมื่อวางเทียนไขที่จุดโฟหน้าเลนส์นูนที่ระยะน้อยกว่า f แล้วนำฉากมาวางด้านหลังเลนส์ นักเรียนจะสังเกตเห็นดวงไฟวงกลมสีส้มบนฉากขาว โดยดวงไฟวงกลมสีส้มบนฉากขาวนี้ไม่ถือว่าเป็นภาพของเทียนไข ดังนั้นเมื่อวางเทียนไขที่จุดโฟหน้าเลนส์นูนที่ระยะน้อยกว่า f จึงไม่สามารถหาระยะภาพได้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า

เมื่อวางเทียนไขไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน ลักษณะของภาพเทียนไขที่มองเห็นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเทียนไข ซึ่งอาจเป็นภาพหัวกลับที่ปรากฏบนฉากรับภาพที่มีทั้งภาพขนาดใหญ่กว่าหรือเล็กกว่าเทียนไข หรืออาจเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถเกิดบนฉากได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้แผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์ โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 154-156 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- กระจกเงาและเลนส์มีหลักการทำงานเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ กระจกเงาและเลนส์มีหลักการทำงานแตกต่างกันโดยภาพจากกระจกเงาเกิดจากการสะท้อนของแสง ในขณะที่ภาพจากเลนส์เกิดจากการหักเหของแสง)

6) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้สรุปได้ว่า ภาพจากเลนส์เกิดจากรังสีหักเหตัดกันหรือต่อแนวรังสีให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีหักเหตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีหักเหให้ตัดกันจะเกิดภาพเสมือน

7) ครูให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนจริงโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในหนังสือเรียนหน้า 156 ([ipst.me/10589](https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_en.html)) สืบค้นจาก https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_en.html เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับการเกิดภาพจากเลนส์นูน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.11 จำนวน 5 รายการ

8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง Bending light (การหักเหของแสงในตัวกลางอื่นๆ)

https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_en.html

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. บรรยายภาพที่เกิดจากเลนส์นูน (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมที่ 3.11	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน เป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสื่อสาร จากการสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการเกิดภาพ ของเลนส์ตาได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก การค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.11	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่ เกิดจากเลนส์นูนเป็น อย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 25	
เรื่อง ความสว่าง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/19 อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อดวงตาจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น

ว 2.3 ม.3/20 วัดความสว่างของแสงโดยใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง

ว 2.3 ม.3/21 ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่อง ความสว่างของแสงที่มีต่อดวงตา โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะการจัดการความสว่างให้เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ความสว่างของแสงมีผลต่อดวงตามนุษย์ การใช้สายตาในสภาพแวดล้อมที่มีความสว่างไม่เหมาะสมจะเป็นอันตรายต่อดวงตา เช่น การดูวัตถุในที่มีความสว่างมากหรือน้อยเกินไป การจ้องดูหน้าจอภาพเป็นเวลานาน
2. ความสว่างบนพื้นที่รับแสงมีหน่วยเป็นลักซ์ ความรู้เกี่ยวกับความสว่างสามารถนำมาใช้จัดความสว่างให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจัดความสว่างที่เหมาะสมสำหรับการอ่านหนังสือ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนระบุความสว่างของแสงที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการวัด จากการใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง พร้อมระบุหน่วยของการวัดได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

เราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ เพราะมีแสงจากวัตถุเข้าสู่ดวงตาเรา ปริมาณแสงที่เข้าสู่ดวงตา ปริมาณแสงที่เข้าสู่ดวงตาก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการมองเห็น เรียกปริมาณแสงที่ตกกระทบบนพื้นที่หนึ่งๆ ว่า **ความสว่าง (illuminance)** มีหน่วยเป็น **ลักซ์ (lux)** เราสามารถวัดความสว่างบนพื้นผิวหนึ่ง ๆ ได้โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า **ลักซ์มิเตอร์ (luxmeter)** ดังภาพ



ภาพ ลักซ์มิเตอร์ (luxmeter)

เมื่ออ่านหนังสือในห้องที่ปริมาณแสงไม่เพียงพอเป็นเวลานาน ๆ นักเรียนจะรู้สึกอย่างไร การจัดความสว่างให้เหมาะสมกับกิจกรรมและสถานที่นั้น ๆ จะทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างชัดเจน เกิดความสบายตา ทราบหรือไม่ว่าความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าเท่าใด

ในชีวิตประจำวัน เราต้องทำกิจกรรมที่หลากหลายในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งความสว่างที่เหมาะสมมีความสำคัญและจำเป็นต่อดวงตาของเราเป็นอย่างมาก ความสว่างที่เหมาะสมต่อการทำกิจกรรมในสถานที่ต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง

ตาราง แสดงความสว่างที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

สถานที่	ความสว่าง (ลักซ์)
บ้าน	
ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องอาหาร	150 - 300
ห้องอ่านหนังสือ ห้องทำงาน	500 - 1,000
โรงเรียน	
โรงพลศึกษา หอประชุม	75-300
ห้องเรียน	300 - 750
ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ	750 - 1,000
โรงพยาบาล	
ห้องตรวจโรค	200 - 750
ห้องผ่าตัด	2,400 - 10,000
สำนักงาน	
บันไดฉุกเฉิน	30-75
ทางเดินภายในอาคาร	75 -200

การจัดความสว่างของสถานที่ให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่ให้มีผลต่อการทำงานของดวงตา ถ้าความสว่างน้อยเกินไป เช่น การอ่านหนังสือในห้องที่มีแสงสลัว ๆ ทำให้เรามองเห็นตัวอักษรได้ไม่ชัด ทำให้ดวงตาทำงานมากเกินไปจากการเพ่งมอง จนเกิดอาการเมื่อยตา ปวดศีรษะ หรือถ้ามีความสว่างมากเกินไป เช่น การมองวัตถุในเวลาที่มีแสงแดดจ้า ก็อาจทำให้ตาพร่ามัว แสบตา ปวดศีรษะได้ ดังนั้นเราจึงต้องจัดความสว่างของสถานที่ให้เหมาะสมและเพียงพอกับการทำกิจกรรมนั้น ๆ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ให้นักเรียนสังเกตภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหาหน้าเรื่อง หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) สสวท. หน้า 162 และโดยใช้ประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

- ลักซ์เป็นหน่วยวัดปริมาณใด (ความสว่างของพื้นผิวที่แสงตกกระทบ)

- โคมไฟที่ใช้ในห้องผ่าตัดควรเป็นโคมไฟที่ให้แสงสว่างที่พื้นผิวมากกว่าหรือน้อยกว่าโคมไฟที่ใช้อ่านหนังสือเพราะเหตุใด (โคมไฟที่ใช้ในห้องผ่าตัดควรทำให้เกิดแสงสว่างที่พื้นผิวมากกว่าเพราะแพทย์จำเป็นต้องใช้แสงสว่างที่มากจนสามารถเห็นรายละเอียดสิ่งที่จะผ่าตัดได้ชัดเจน)

2) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องความสว่างต่อไป โดยการตอบถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง

- มองดวงอาทิตย์ด้วยตาเปล่าในเวลากลางวัน (ไม่ถูกต้อง)
- สังเกตปรากฏการณ์สุริยุปราคาโดยใช้ฟิล์มเอกซเรย์ (ถูกต้อง)
- ดูโทรทัศน์ในห้องมืด (ไม่ถูกต้อง)
- สวมแว่นตากันแดดเมื่ออยู่กลางแจ้ง (ถูกต้อง)
- อ่านข้อความหรือเล่นเกมในโทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ตเป็นเวลานาน ๆ (ไม่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีความเท่าใดโดยใช้คำถามว่า เมื่ออ่านหนังสือในห้องที่ปริมาณแสงไม่เพียงพอเป็นเวลานาน ๆ นักเรียนจะรู้สึกอย่างไร การจัดความสว่างของสถานที่ให้เหมาะกับกิจกรรมของสถานที่นั้น ๆ จะทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างชัดเจน เกิดความสบายตา นักเรียนทราบหรือไม่ว่าความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมในแต่ละสถานที่ควรมีความเท่าใด

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และ วิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 162 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ความสว่างที่พื้นผิวในสถานที่ที่ใช้ทำกิจกรรม)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สำรวจความสว่างของสถานที่และนำเสนอแนวทางการจัดความสว่างให้เหมาะกับกิจกรรม)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สืบค้นข้อมูลความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมในสถานที่ต่าง ๆ สำรวจความสว่างของสถานที่ต่าง ๆ เช่น โรงเรียน บ้าน และนำเสนอแนวทางการจัดความสว่างที่เหมาะสม)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมในสถานที่ต่าง ๆ และความสว่างของสถานที่ต่าง ๆ)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น แหล่งข้อมูล สำหรับการสืบค้น วิธีการใช้แอปพลิเคชันวัดความสว่างในสมาร์ทโฟน แนวทางการวิเคราะห์และจัด

กระทำข้อมูล และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** ในชีวิตประจำวัน เราทำกิจกรรมที่หลากหลายในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสว่าง ที่เหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้นการจัดความสว่างให้เหมาะกับกิจกรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 163 จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและ**เพื่อให้สรุปได้ว่า** ในชีวิตประจำวันเราทำกิจกรรมที่หลากหลายในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งแต่ละสถานที่ต้องมีปริมาณแสงที่ทำให้เกิดความสว่างบนพื้นที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรมนั้น ๆ ถ้าความสว่างไม่เหมาะสมก็จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของดวงตาของเราได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนและครูตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: ลักซ์มิเตอร์หรือแอปพลิเคชันวัดความสว่างในสมาร์ตโฟน
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าเท่าใด
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าเท่าใด
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. ระบุความสว่างของแสงที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.12	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าเท่าใด จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการวัด	- ตรวจสอบการทำแบบ	- แบบบันทึกการค้นคว้า	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน

จากการใช้อุปกรณ์วัด ความสว่างของแสงพร้อม ระบุหน่วยของการวัด (ด้านกระบวนการ: P)	บันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.12	กิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับ กิจกรรมต่าง ๆ ควรมี ค่าเท่าใด	ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งาน อุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)
 ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ

ผลการสอน

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
 (.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 26	
เรื่อง สร้างโปรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/17 อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง และการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.3 ม.3/18 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. การสะท้อนและการหักเหของแสงนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง มิราจ และอธิบายการทำงานของทัศนอุปกรณ์ เช่น แว่นขยายกระจกโค้งจรรยาจร กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ และแว่นสายตา
2. ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตาวาย เป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดี จึงต้องใช้เลนส์ในการแก้ไข เพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติ โดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตาวายใช้เลนส์นูน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายหลักการทำงานของโพรเจกเตอร์อย่างง่ายได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการออกแบบและสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

การสะท้อนและการหักเหของแสงนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง มิราจ และอธิบายการทำงานของทัศนอุปกรณ์ เช่น แว่นขยาย กระจกโค้งจรรยาจร กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ และแว่นสายตา

ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตาวายเป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดี จึงต้องใช้เลนส์ในการแก้ไขเพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติโดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตาวายใช้เลนส์นูน

หลักการทํางานของโพรเจกเตอร์อย่างง่ายมีส่วนประกอบสําคัญคือ เลนส์นูน โดยใช้สมาร์ตโฟนเป็นแหล่งกําเนิดแสง โดยต้องวางสมาร์ตโฟนให้อยู่ห่างจากเลนส์นูน เป็นระยะมากกว่า f แต่ไม่เกิน $2f$ จึงจะทำให้เกิดภาพจริง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุบนฉาก

วิธีการสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่าย สามารถทำได้ด้วยวิธีการดังนี้

วัสดุอุปกรณ์ กล่องรองเท้า (ควรเลือกกล่องรองเท้าที่ด้านในเป็นสีดำ) เลนส์นูนหรือแว่นขยาย คลิปหนีบกระดาษ คัตเตอร์ เทปพันสายไฟสีดำ

วิธีทํา เริ่มต้นจากทาบส่วนที่เป็นเลนส์ลงบนกล่องรองเท้าด้านที่สั้นกว่า แล้ววาดวงกลมรอบด้านนอกของเลนส์ ถ้าเลนส์นูนกับแว่นขยาย ให้ตัดตามแว่นขยายทิ้งก่อนลงมือทํา จากนั้นตัดวงกลมออก แล้วนำเลนส์มาทาบกับช่องวงกลม ใช้เทปพันสายไฟค้อยๆ แปะเลนส์เข้ากล่องรองเท้า จนกระทั่งติดแน่นและไม่เหลือช่องว่างให้แสงลอดเข้ามา และทําแทนวางโทรศัพท์ เริ่มจากตัดคลิปหนีบกระดาษให้กลายเป็นเส้นตรงก่อน จากนั้นแบ่งออกเป็น 5 ส่วนเท่าๆ กัน โดยให้ตรงกลางแคบที่สุด และริมทั้ง 2 ข้างยาวที่สุด จึงเริ่มตัดจากตรงกลางก่อน โดยหักลงลงมาทั้ง 2 ด้าน เพื่อทําเป็นนํ้ากิง จากนั้นตัดลวดด้านซ้ายและขวามาข้างหน้า ส่วนนี้จะกลายเป็นฐานที่รองรับสมาร์ตโฟนนะคะ เสร็จแล้วให้ตัดปลายลวดขึ้นมาเล็กน้อย เพื่อเป็นตัวล็อกให้สมาร์ตโฟนตั้งอยู่กับที่

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อวิดีโอทัศน์แสดง ไอเดียการสร้างโพรเจกเตอร์ อย่างง่าย เพื่อให้นักเรียนเห็นขั้นตอนการใช้ทําโพรเจกเตอร์อย่างง่าย (สืบค้นจาก Cool Idea: D.I.Y Projector <https://www.youtube.com/watch?v=gf2cjKZBmEg>)

2) ครูและนักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงแนวทางการสร้างและใช้งานโพรเจกเตอร์อย่างง่าย

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมทํายบเรื่อง สร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดําเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 164 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การนำหลักการหักเหของแสงมาสร้างเครื่องมือใช้งาน)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง)

- วิธีดําเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วางแผนและออกแบบวิธีการสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (วิธีการใช้งานและอธิบายหลักการทํางานของสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง)

5) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบผลการใช้งานโปรแกรมอย่างง่ายด้วยตัวเอง โดยทดสอบการใช้งานฉายภาพบนวัตถุพื้นเรียบ และบันทึกผล

7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท เรื่อง สร้างโปรแกรมอย่างง่ายด้วยตัวเอง โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลของการทดสอบใช้เครื่องมือภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า โปรแกรมอย่างง่ายมีส่วนประกอบสำคัญคือเลนส์นูน โดยใช้สมาร์ตโฟนเป็นแหล่งกำเนิดแสงโดยต้องวางสมาร์ตโฟนให้อยู่ห่างจากเลนส์นูนเป็นระยะมากกว่า f แต่ไม่เกิน $2f$ จึงจะทำให้เกิดภาพจริง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุบนฉาก

ขั้นที่ 5 ชั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมท้ายบท จำนวน 7 รายการ

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมท้ายบท สร้างโปรแกรมอย่างง่ายด้วยตัวเอง

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบทสร้างโปรแกรมอย่างง่ายด้วยตัวเอง

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายหลักการทำงานของโพรเจกเตอร์อย่างง่ายได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมทำยบพ	- คำถามท้ายกิจกรรม ทำยบพสร้างโพรเจกเตอร์ อย่างง่ายด้วยตัวเอง เท่าใด จำนวน 2 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการออกแบบ และสร้างโพรเจกเตอร์ อย่างง่าย (ด้านกระบวนการ: P)	- ทดสอบประสิทธิภาพ การใช้งานเครื่องมือ โพรเจกเตอร์อย่างง่าย	- เกณฑ์การประเมินทดสอบ ประสิทธิภาพการใช้งาน โพรเจกเตอร์อย่างง่าย	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งาน อุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 27	
เรื่อง ขนาดของแรงโน้มถ่วง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/1 อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ดาวเคราะห์ต่าง ๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล
2. แรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับผลคูณของมวลทั้งสอง และหารด้วยกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง แสดงได้โดยสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$
3. ดาวเคราะห์แต่ละดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงที่มีขนาดต่างกัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

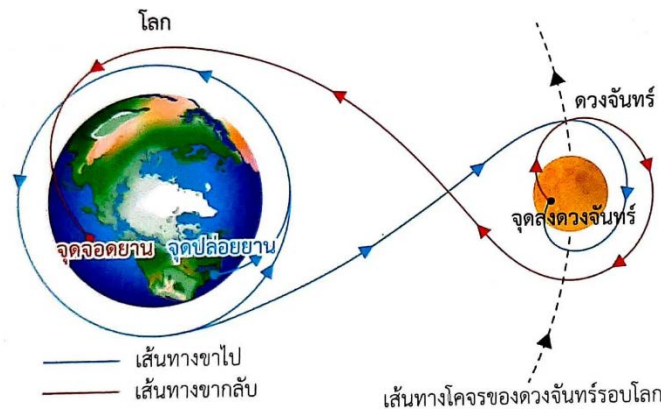
1. นักเรียนอธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = Gm_1 m_2 / r^2$ ได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะด้านการสื่อสาร โดยนำเสนอกราฟปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วงได้ (P)
3. นักเรียนมีระเบียบวินัยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

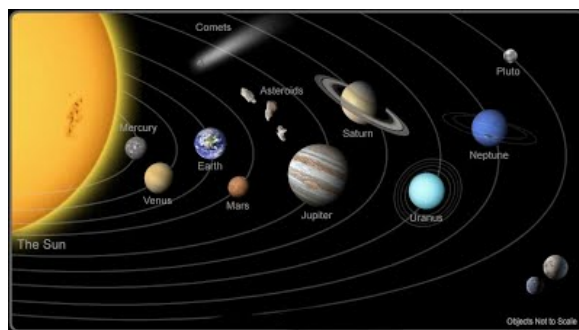
6. สารการเรียนรู้

นีล อาร์มสตรอง (Neil Armstrong) เป็นมนุษย์คนแรกๆ ที่ไปเหยียบบนดวงจันทร์ โดยเดินทางด้วยยานอพอลโล 11 พร้อมนักบินอวกาศอีก 2 คน ไปสำรวจดวงจันทร์ซึ่งอยู่ห่างจากโลกประมาณ 378,00 กิโลเมตร การเดินทางไปดวงจันทร์นี้ไม่ได้เดินทางเป็นเส้นตรง เพราะถ้าเดินทางเป็นเส้นตรงจะต้องใช้พลังงานสูงมาก เพื่อต้านแรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้นยานอพอลโล 11 จึงต้องเดินทางด้วยเส้นทางโค้ง เป็นระยะทางไปกลับถึง 1,533,792 กิโลเมตร โดยยานต้องเคลื่อนที่โคจรรอบโลกแล้วเร่งความเร็วให้มากพอที่จะหลุดจากแรงโน้มถ่วงของโลกเพื่อไปยังดวงจันทร์ แรงโน้มถ่วงทำให้ยานโคจรรอบโลกและดวงจันทร์ได้



ภาพ เส้นทางของยานอพอลโล 11 เดินทางไปดวงจันทร์

ระบบสุริยะของเรามีดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ ซึ่งเป็นวัตถุที่มีมวลมากที่สุดและเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ซึ่งล้อมรอบไปด้วยวัตถุต่าง ๆ เช่น ดาวเคราะห์ ดวงจันทร์ของดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหางวัตถุคอยเปอร์ และอื่น ๆ ดังภาพ ดวงอาทิตย์และวัตถุเหล่านี้ต่างยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงโน้มถ่วง ทำให้วัตถุทั้งหมดโคจรรอบดวงอาทิตย์



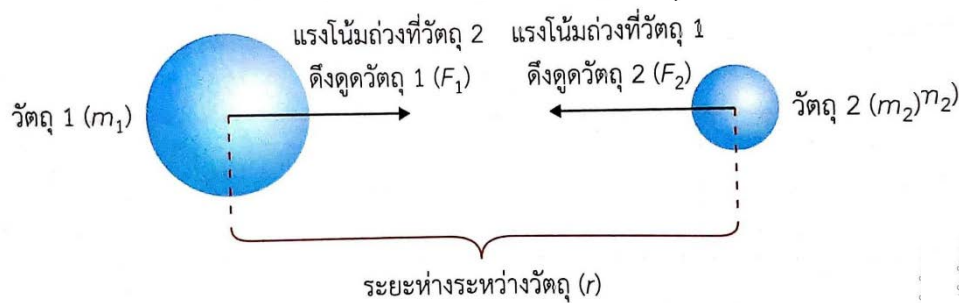
ภาพ วัตถุต่าง ๆ ในระบบสุริยะโคจรรอบดวงอาทิตย์ (ภาพที่แสดงไม่ตรงตามมาตราส่วนจริง)

โลกดึงดูดวัตถุต่าง ๆ บนโลกรวมถึงตัวเราไว้ด้วยแรงโน้มถ่วง แรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อวัตถุนี้ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก

น้ำหนักของคนคนหนึ่งหรือขนาดของแรงโน้มถ่วงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างคนกับจุดศูนย์กลางของโลก ยิ่งระยะห่างมากขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงก็จะยิ่งลดลง นอกจากนี้ขนาดของแรงโน้มถ่วงยังขึ้นอยู่กับมวลของดาวต่างๆด้วย ยิ่งมวลของดาวมากขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงก็จะยิ่งมากขึ้น

นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบขนาดของแรงโน้มถ่วงที่ดาวหนึ่ง ๆ กระทำต่อวัตถุที่มีมวลต่างกัน เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางดาวเท่ากัน พบว่าขนาดของแรงโน้มถ่วงก็จะต่างกันด้วย โดยวัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีขนาดของแรงโน้มถ่วงมากกว่า ดังนั้นขนาดของแรงโน้มถ่วงนอกจากขึ้นอยู่กับระยะห่างจากดาวและมวลของดาวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุนั้น ๆ อีกด้วย

วัตถุต่าง ๆ มีมวลและมีสนามโน้มถ่วงอยู่โดยรอบ ซึ่งเมื่อวัตถุอื่นเข้ามาในสนามโน้มถ่วงนี้ ก็จะทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุในทิศทางเข้าหาจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เป็นแหล่งของสนามโน้มถ่วง ดังนั้นวัตถุที่มีมวลจะมีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อกัน โดยกระทำที่จุดศูนย์กลางมวลด้วยขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุทั้งสองเป็นแรงกิริยา-ปฏิกิริยากัน ดังภาพ



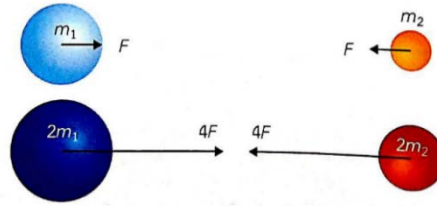
ภาพ แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ห่างกัน

ขนาดของแรงโน้มถ่วง (gravitational force : F) ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุทั้งสอง (m_1, m_2) เมื่อระยะห่างระหว่างวัตถุคงที่ ดังภาพ ก. เมื่อมวลของวัตถุ 1 (m_1) เพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ส่วนในภาพ ข. เมื่อมวลของวัตถุ 2 (m_2) เพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และในภาพ ค. เมื่อมวลของวัตถุทั้งสองเพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า



ก. เมื่อมวลของวัตถุ m_1 เพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

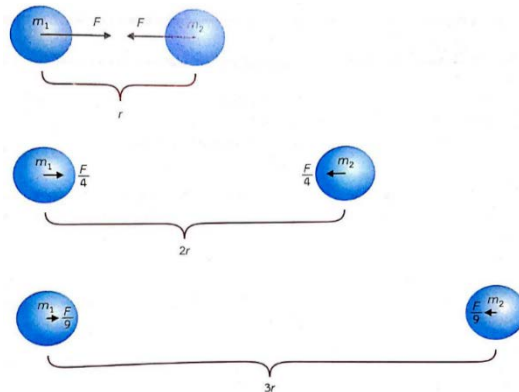
ข. เมื่อมวลของวัตถุ m_2 เพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า



ค. เมื่อมวลของวัตถุทั้งสองเพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า

ภาพ ที่ระยะห่างระหว่างวัตถุคงที่ ขนาดของแรงโน้มถ่วงระหว่างวัตถุจะมากขึ้น
เมื่อมวลของวัตถุทั้งสองเพิ่มขึ้น

ขนาดของแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลของวัตถุ นอกจากจะขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุทั้งสองแล้ว ยังขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างมวลของวัตถุด้วย โดยแรงโน้มถ่วงจะมีขนาดลดลงเป็นสัดส่วนกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ ดังภาพ



ภาพ เมื่อวัตถุมีมวลเท่ากัน ถ้าระยะห่างระหว่างวัตถุเพิ่มขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงยิ่งลดลง

กล่าวโดยสรุปได้ว่าขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับขนาดของมวลของวัตถุทั้งสองและกำลังสองของระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของวัตถุ เมื่อเขียนความสัมพันธ์เป็นสมการโดยมีค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่า ค่าคงที่โน้มถ่วงสากล (G) ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการทดลอง จะได้สมการแรงโน้มถ่วงดังนี้

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

เมื่อ F	แทน	ขนาดของแรงโน้มถ่วง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
m_1, m_2	แทน	มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

r	แทน	ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของวัตถุ มีหน่วยเป็นเมตร (m)
G	แทน	ค่าคงที่โน้มถ่วงสากล ประมาณ $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

กรณีที่ว่าวัตถุเป็นดาวก็สามารถหาค่าแรงโน้มถ่วงของดาวกับวัตถุได้จากสมการนี้เช่นกัน ถ้าวัตถุนั้นเป็นดาวที่มวลน้อย เช่น ดวงจันทร์ จะมีขนาดของแรงโน้มถ่วงน้อย ทำให้ดึงดูดอากาศให้อยู่บริเวณผิวดวงจันทร์ได้น้อย ดวงจันทร์จึงมีบรรยากาศบางมาก

โลกซึ่งเป็นดาวก็มีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุ สังเกตได้จากการที่เราปล่อยลูกบอลจากมือ ลูกบอลจะตกลงมาตรง ๆ อย่างอิสระในแนวตั้งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดลูกบอลให้ตกลงสู่พื้น

ถ้าเราขว้างลูกบอลออกไปในแนวระดับด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง ถึงแม้จะมีแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุในแนวตั้ง แต่วัตถุจะไม่ตกในแนวตั้ง โดยวัตถุจะตกลงสู่โลกในแนววิถีโค้ง ดังภาพ ก. และถ้าเราขว้างลูกบอลออกไปด้วยอัตราเร็วมากขึ้น ลูกบอลก็จะเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งเช่นเดิมแต่ไปข้างหน้าได้ไกลขึ้น ดังภาพ ข.



ก. ขว้างลูกบอลออกไปข้างหน้าด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง ข. ขว้างลูกบอลออกไปข้างหน้าด้วยอัตราเร็วมากขึ้น

ภาพ การขว้างลูกบอลออกไปข้างหน้าในแนวระดับ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) กระตุ้นความสนใจนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่หน่วยที่ 4 ระบบสุริยะของเรา โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากรู้อยากเห็น ดังนี้

- นักเรียนรู้จักคำว่าตะวันอ้อมข้าวหรือไม่ เป็นอย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดของตนเอง)
- นักเรียนคิดว่าในรอบ 1 ปี ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกที่เดิมในเวลาเดิมทุกวันหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น ขึ้นและตกที่เดิมและเวลาเดิมทุกวันไม่เปลี่ยนแปลง หรือขึ้นและตกที่ตำแหน่งและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน)
- ถ้าดวงอาทิตย์หายไปทันทีทันใด นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับโลกของเรา (นักเรียนตอบตามความคิดของตนเอง)

2) ให้นักเรียนสังเกตภาพนำหน่วย อ่านเนื้อหาหน่วย ในหนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 181 และร่วมอภิปราย โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- จากเนื้อหาที่ได้อ่าน นักดาราศาสตร์ค้นพบอะไร สิ่งที่ค้นพบมีลักษณะอย่างไร (นักดาราศาสตร์ค้นพบระบบดาวที่มีลักษณะคล้ายระบบสุริยะของเราชื่อว่าแทรพพิสต์วัน)
- นักดาราศาสตร์ค้นพบระบบดาวนี้ได้อย่างไร (ค้นพบโดยการสำรวจด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง)
- เพราะเหตุใดจึงมีความเป็นไปได้ว่าดาวเคราะห์ในระบบดาวนี้จะมีสิ่งมีชีวิต (เพราะดาวเคราะห์อยู่ในพื้นที่ที่เอื้อต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและอาจมีน้ำเป็นองค์ประกอบ)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 1 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำเรื่อง หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 182 แล้วใช้คำถามต่อไปนี้

- ภาพที่นักเรียนสังเกตเป็นภาพนาฬิกาดาราศาสตร์และปฏิทิน ณ กรุงปราก สาธารณรัฐเช็ก คนสมัยก่อนสร้างปฏิทินจากการสังเกตสิ่งใด (จากการสังเกตดวงอาทิตย์และดวงจันทร์)
- การบอกเวลา 1 วัน 1 เดือน 1 ปี คนสมัยก่อนบอกได้อย่างไร (ระยะเวลา 1 วัน บอกจากการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ระยะเวลา 1 เดือน บอกจากรูปร่างของดวงจันทร์ที่ปรากฏ ระยะเวลา 1 ปี บอกจากการเปลี่ยนตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

4) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวบริวารต่อไป

- แรงลัพท์ที่กระทำต่อวัตถุที่ไม่เท่ากับศูนย์ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ (ถูกต้อง)
- แรงโน้มถ่วงสามารถกระทำต่อวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัสวัตถุ (ถูกต้อง)
- แรงกิริยา-ปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่งมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามและเกิดขึ้นบนวัตถุเดียวกัน (ไม่ถูกต้อง)
- สนามโน้มถ่วงจะมีขนาดลดลงเมื่ออยู่ห่างจากต้นกำเนิดสนามมากขึ้น (ถูกต้อง)
- สนามโน้มถ่วงมีทิศทางพุ่งออกรอบ ๆ ต้นกำเนิดสนามโน้มถ่วง (ไม่ถูกต้อง)

5) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร โดยอ่านชื่อกิจกรรมจุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 186 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ขนาดของแรงโน้มถ่วง)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (วิเคราะห์ข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วง)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วิเคราะห์กราฟเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงโน้มถ่วงซึ่งในที่นี้คือน้ำหนักของคนกับระยะห่างจากคนถึงจุดศูนย์กลางของโลก จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางและเขียนกราฟเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแรงโน้มถ่วงระหว่างน้ำหนักของคนกับมวลของดาวเคราะห์ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (นักเรียนต้องสังเกตค่าของน้ำหนักของคนว่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร)

6) ให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรมโดยครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำ หากนักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อมูลและการเขียนกราฟ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่าขนาดของแรงโน้มถ่วงจะลดลงเมื่อระยะห่างจากคนถึงจุดศูนย์กลางของโลกมากขึ้น และขนาดของแรงโน้มถ่วงจะมากขึ้นเมื่อมวลของดาวเคราะห์มากขึ้นที่ระยะห่างเท่ากัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมโดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 187 และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วง โดยใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- เพราะเหตุใดเมื่อเราชั่งน้ำหนักบนดวงจันทร์ เราจะมีน้ำหนักไม่เท่ากับน้ำหนักที่ชั่งบนโลก (แนวคำตอบ เนื่องจากขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับขนาดของมวลของผู้ชั่งและมวลของดาว ดังนั้นดวงจันทร์ซึ่งมีมวลน้อยกว่าโลกจึงมีแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อคนน้อยกว่า ดังนั้นเมื่อชั่งน้ำหนักบนดวงจันทร์จึงมีขนาดน้อยกว่าเมื่อชั่งบนโลก)

9) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วง โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 188-190 เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ แรงโน้มถ่วง มวลของวัตถุ และระยะห่างระหว่างวัตถุ จากนั้นตรวจสอบความเข้าใจโดยใช้คำถามดังนี้

- จากภาพ 4.4 นักเรียนเข้าใจว่าอย่างไร (ที่ระยะห่างระหว่างวัตถุเท่ากัน เมื่อมวลของวัตถุเพิ่มขึ้น โดยอาจเป็นวัตถุใดวัตถุหนึ่งหรือทั้งสอง ก็จะทำให้ขนาดของแรงโน้มถ่วงเพิ่มมากขึ้น)

- จากภาพ 4.5 นักเรียนเข้าใจว่าอย่างไร (วัตถุที่มีมวลเท่ากัน เมื่อระยะห่างระหว่างวัตถุเพิ่มขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะลดลง)

- ขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับอะไรบ้าง และสัมพันธ์อย่างไร (ขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับมวลของวัตถุทั้งสอง โดยเมื่อมวลของวัตถุเพิ่มขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะเพิ่มมากขึ้น และสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างวัตถุ โดยเมื่อระยะห่างระหว่างวัตถุมากขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะลดลง)

10) ครูให้นักเรียนเรียนรู้จากสื่อสถานการณ์จำลอง เรื่อง gravity and orbits เพื่อเสริมความเข้าใจ https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_th.html

เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า สมการของแรงโน้มถ่วงคือ $F = Gm_1 m_2 / r^2$ โดยขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับผลคูณของมวลของวัตถุทั้งสอง และหารด้วยกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

11) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

12) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน และกระดาษกราฟ

8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง ความโน้มถ่วงและวงโคจร เข้าถึงได้จาก

https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_th.html

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = Gm_1 m_2 / r^2$ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 4.1	- คำถามทำกิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะด้านการสื่อสาร โดยนำเสนอกราฟปัจจัยที่มีผลต่อ	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.1	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.1	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน

ขนาดของแรงโน้มถ่วง (ด้านกระบวนการ: P)		ขนาดของแรงโน้มถ่วง ขึ้นอยู่กับอะไร	ด้านกระบวนการ
3. ระเบียบวินัยในการ เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ได้รับ มอบหมายบทบาทและ ภาระงานภายในชั้นเรียน	- เกณฑ์การประเมินระเบียบ วินัยในการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์	ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่าน การประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14	
เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/11 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.3 ม.3/12 ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

3. สารระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

4. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก เคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันในตัวกลางอื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
5. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านอกจากจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ยังมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง หรือถ้าได้รับรังสีแกมมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง และสามารถทะลุผ่านเซลล์และอวัยวะได้ ถึงเสียชีวิตได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

3. นักเรียนอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (K)
4. นักเรียนใช้ทักษะด้านการสื่อสาร โดยการนำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

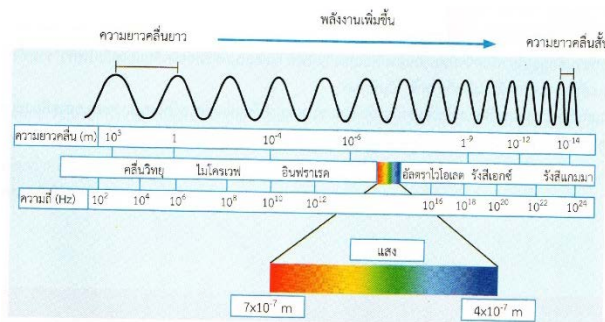
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

คลื่นน้ำ คลื่นในสปริง คลื่นเสียง เป็นคลื่นกลซึ่งต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน แต่ยังมีคลื่นอีกหลายชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น คลื่นแสง คลื่นวิทยุ คลื่นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สามารถส่งผ่านพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้เช่นกัน เรียกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นที่พบในชีวิตประจำวันนอกจากคลื่นกล ซึ่งเป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน ยังมีคลื่นอีกประเภทหนึ่งที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน เรียกว่า **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า electromagnetic wave**) โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะอาศัยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าต่อเนื่องกันไปเป็นทอด ๆ เพื่อส่งผ่านพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

แหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สำคัญของโลกคือดวงอาทิตย์ ซึ่งจะแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่มากจะมีความยาวคลื่นสั้นโดยมีช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 10-12 เมตร จนถึงมากกว่า 10 เมตร คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า **สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum)** ซึ่งแต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา ดังภาพ



ภาพ สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น ๆ โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงจะมีพลังงานมาก จึงสามารถทะลุทะลวงสิ่งกีดขวางได้มากกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ต่ำ มนุษย์นำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละช่วงความถี่ไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น การใช้คลื่นวิทยุส่งสัญญาณวิทยุ การใช้คลื่นไมโครเวฟส่งสัญญาณสื่อสารผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์เคลื่อนที่ และยังสามารถใช้คลื่นไมโครเวฟในการอุ่นอาหารหรือทำให้อาหารสุกได้อีกด้วย การใช้แสงเลเซอร์สำหรับส่งข้อมูลผ่านเส้นใยนำแสง การใช้รังสีเอกซ์ในการศึกษาโครงสร้างกระดูกภายในร่างกายมนุษย์ และแสงยังทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ นอกจากนี้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีประโยชน์แล้ว คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูงก็อาจมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ตอาจทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง รังสีแกมมาอาจทำลายเนื้อเยื่อหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้ถ้าได้รับรังสีแกมมาในปริมาณสูง

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



ภาพ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้ดูภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหา นำเรื่อง ในหนังสือเรียน หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 96 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

- ในระบบรักษาความปลอดภัยของสนามบิน การตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในกระเป๋าของนักท่องเที่ยว โดยไม่ต้องเปิดกระเป๋าทำได้อย่างไร (ใช้เครื่องเอกซเรย์)

- เครื่องเอกซเรย์สร้างภาพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในกระเป๋าได้อย่างไร (ทำได้โดยปล่อยรังสีเอกซ์ให้ทะลุผ่านกระเป๋าเดินทาง เนื่องจากวัตถุแต่ละชนิดมีความหนาแน่นต่างกัน จะยอมให้รังสีเอกซ์ผ่านได้ในปริมาณต่างกัน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นภาพของวัตถุที่อยู่ในกระเป๋า)

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่ารังสีเอกซ์คืออะไร มีประโยชน์และอันตรายต่อมนุษย์อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

2) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยตอบถูกหรือผิด จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อไป

- คลื่นน้ำ คลื่นเสียง และคลื่นในสปริงเป็นคลื่นกลที่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน (ถูกต้อง)

- ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านมายังโลกได้โดยไม่อาศัยตัวกลาง (ถูกต้อง)

- การแผ่รังสีความร้อนเป็นการส่งผ่านพลังงานแบบอาศัยตัวกลาง (ผิด)

3) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่อไปนี้

- ถ้านำกระดิ่งไฟฟ้าที่กำลังส่งเสียงดังและหลอดไฟฟ้าที่กำลังให้แสงสว่างไปไว้ในครอบแก้วใส จากนั้นสูบอากาศออกจนหมด นักเรียนคิดว่าจะยังคงได้ยินเสียงกระดิ่งและเห็นแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

4) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร โดยใช้คำถามว่า คลื่นแสงที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีการส่งผ่านพลังงานต่างจากคลื่นเสียงที่เป็นคลื่นกลอย่างไร และมีคลื่นอะไรอีกบ้างที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (นักเรียนตอบตามความเข้าใจโดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบ)

5) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 83 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และบอกการใช้ประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้ประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นวิเคราะห์ จัดกระทำและนำเสนอข้อมูล)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้ประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมยกตัวอย่าง)

6) ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น แหล่งข้อมูลสำหรับการสืบค้น แนวทางการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากตามประเด็นกิจกรรมดังนี้

- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือคลื่นประเภทหนึ่งที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน โดยจะอาศัยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าต่อเนื่องกันไป
- สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมา จากแหล่งกำเนิดคลื่น เช่น ดวงอาทิตย์ โดยแต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา

- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามช่วงความถี่ เช่น การใช้คลื่นวิทยุ ส่งสัญญาณวิทยุ การใช้คลื่นไมโครเวฟสำหรับการสื่อสารโทรทัศน์และโทรศัพท์เคลื่อนที่ และยังสามารถใช้อุ่นอาหารหรือทำให้อาหารสุกได้อีกด้วย การถ่ายภาพด้วยกล้องอินฟราเรดที่ใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ และการแพทย์ และอุตสาหกรรม การใช้แสงเลเซอร์สำหรับส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสง การใช้เส้นใยนำแสงติดกล้องถ่ายรูปเข้าไปสำรวจ ภายในร่างกาย การใช้รังสีเอกซ์ศึกษาโครงสร้างกระดูกภายในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

- อันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ตอาจทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง รังสีแกมมาสามารถทะลุผ่านเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะได้ อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้หากได้รับรังสีแกมมาในปริมาณสูง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม 1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 96-97 จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าใน การส่งผ่านพลังงาน ไปโดยไม่อาศัยตัวกลาง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีหลายช่วงความถี่ เรียกว่าสเปกตรัมของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน มีทั้งประโยชน์และอันตรายต่างกัน พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความถี่โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงจะมีพลังงานมาก และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความถี่สูงจะมี ความยาวคลื่นสั้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

9) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

10) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก การค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.2	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะด้านการสื่อสาร โดยการนำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก การค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.2	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (ด้านเจตคติ: A)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมทำ บท	- คำถามทำกิจกรรม ทำบทบาท จริยธรรมด้าน พันธุศาสตร์ของนักเรียน เป็นอย่างไร จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

.....

 ลงชื่อ..... ผู้สอน
 (.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15	
เรื่อง สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของตัวเอง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/11 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก เคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันในตัวกลางอื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านอกจากจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ยังมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง หรือถ้าได้รับรังสีแกมมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง และสามารถทะลุผ่านเซลล์และอวัยวะได้ ถึงเสียชีวิตได้

6. เลเซอร์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเดียว เป็นลำแสงขนานและมีความเข้มสูง นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสารมีการใช้เลเซอร์สำหรับส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสง โดยอาศัยหลักการการสะท้อนกลับหมดของแสง ด้านการแพทย์ใช้ในการผ่าตัด

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

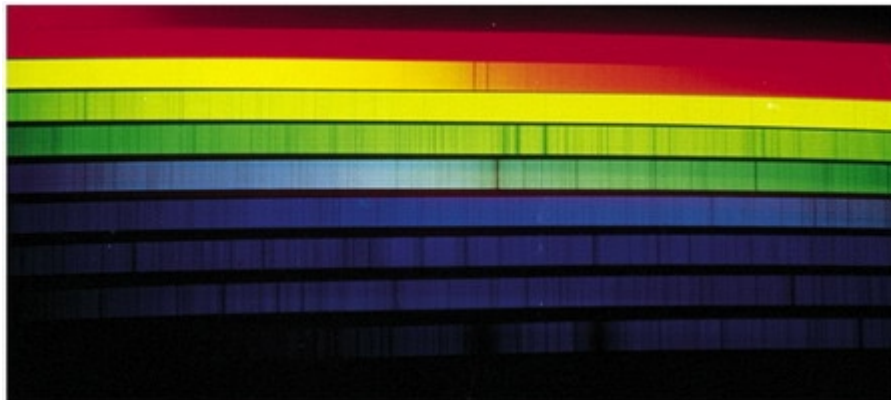
4. นักเรียนเปรียบเทียบสเปกตรัมของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันได้ (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลองเครื่องมืออย่างง่ายเพื่อตรวจสอบสเปกตรัมของแสง (P)
6. นักเรียนมีลักษณะจิตสาธารณะร่วมกับผู้อื่น (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

ในปี ค.ศ.1672 เซอร์ไอแซค นิวตัน ได้ทำการทดลองโดยใช้แท่งแก้วปริซึมหักเหแสงอาทิตย์ ให้แยกออกเป็นแถบแสงสีรุ้ง ซึ่งเรียกว่า "สเปกตรัม" ต่อมาในปี ค.ศ.1814 โจเซฟ ฟอน ฟรังโฮเฟอร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ทำการทดลองซ้ำโดยใช้แผ่นเกรตติ้งแทนแท่งแก้วปริซึมหักเหแสงอาทิตย์ เขาพบเส้นมืดปรากฏบนแถบสเปกตรัมมากกว่า 600 เส้น ดังภาพ (ในปัจจุบันตรวจพบมากกว่า 30,000 เส้น) นักเคมีในยุคต่อมาเรียกเส้นมืดเหล่านี้ว่า เส้นดูดกลืน (Absorption lines) ธาตุแต่ละชนิดทำให้เกิดเส้นดูดกลืนที่แตกต่างกัน



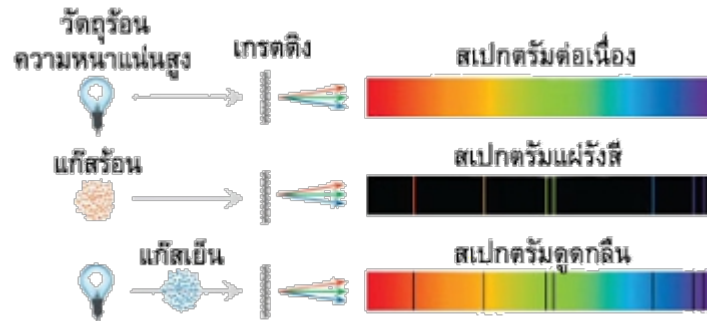
ภาพ สเปกตรัมของดวงอาทิตย์

ปี ค.ศ.1859 โรเบิร์ต บุนเซน และ กุสตาฟ เคิร์ชฮอฟ นักเคมีชาวเยอรมันได้ทำการทดลองเผาแก๊สร้อน แล้วพบว่า แสงจากแก๊สร้อนทำให้เกิดเส้นสว่างบนแถบสเปกตรัม สเปกตรัมของแก๊สแต่ละชนิดมีจำนวนและ

ตำแหน่งของเส้นสว่างแตกต่างกัน เราเรียกเส้นสว่างนี้ว่า “เส้นแผ่รังสี” (Emission lines) ในเวลาต่อมา เคิร์ชฮอฟ ได้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่าง เส้นดูดกลืนและเส้นแผ่รังสี ตามกฎของเคิร์ชฮอฟ (Kirchhoff’s laws) ดังนี้

- (1) การแผ่รังสีของวัตถุดำ ทำให้เกิดสเปกตรัมต่อเนื่อง (Continuous spectrum)
- (2) การแผ่รังสีของแก๊สร้อน ทำให้เกิดสเปกตรัมแผ่รังสี (Emission spectrum) ปรากฏเป็นเส้น สี

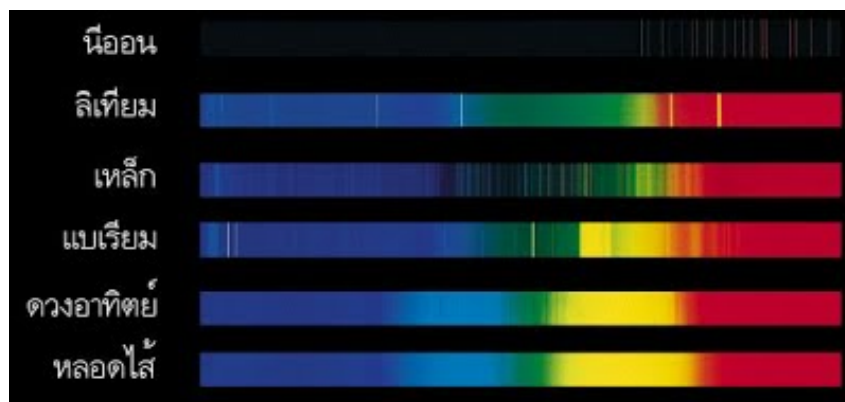
สว่างบนแถบมืด แก๊สเย็นขวางกั้นการแผ่รังสีจากวัตถุดำ ทำให้เกิดสเปกตรัมดูดกลืน (Absorption spectrum) ปรากฏเป็นเส้นมืดบนแถบสีรุ้ง ดังภาพ



ภาพ กฎของเคิร์ชฮอฟ (Kirchhoff’s laws)

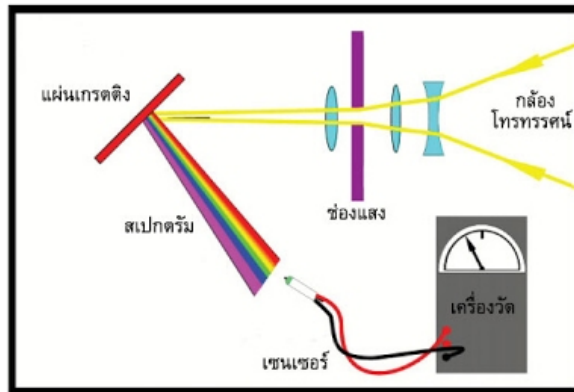
สเปกตรัมที่เกิดขึ้นจากการแผ่รังสีของสสารแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะตัว ดังตัวอย่างในภาพ เส้นสเปกตรัมที่เกิดขึ้นจากธาตุแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไม่ซ้ำกันเลย ทำนองเดียวกับเส้นลายมือของมนุษย์ ถ้าเราทราบข้อมูลสเปกตรัมของวัตถุต้นกำเนิด เราก็จะสามารถวิเคราะห์ได้ว่า วัตถุนั้นมีองค์ประกอบเป็นธาตุอะไร

- (1) วัตถุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัตถุดำ เช่น โลหะไส้หลอดไฟฟ้า แผ่รังสีทำให้เกิดสเปกตรัมต่อเนื่อง
- (2) กลุ่มแก๊ส เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ เนบิวลา โคมาของดาวหาง แผ่รังสีทำให้เกิดสเปกตรัมแผ่รังสี
- (3) วัตถุที่มีแก๊สหรือบรรยากาศห่อหุ้ม เช่น ดวงอาทิตย์ ดาวฤกษ์ แผ่รังสีทำให้เกิดให้สเปกตรัมดูดกลืน



ภาพ ตัวอย่างสเปกตรัม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาสเปกตรัมเรียกว่า สเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer) ทำงานโดยใช้เลนส์ของกล้องโทรทรรศน์ (Primary lens) รวมแสงของวัตถุให้ตกผ่านช่องแคบๆ (Slit) เพื่อบังคับให้เป็นแถบแสงผ่านเข้าสู่แผ่นเกรตติง (Diffraction grating) ซึ่งเป็นพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นร่องสามเหลี่ยมคล้ายสันของปริซึมจำนวนมากเรียงขนานกันเป็นแถว เพื่อหักเหแสงให้เกิดสเปกตรัม แล้วทำการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องวัด (Detector) หรืออุปกรณ์บันทึกภาพ CCD



ภาพ ผังการทำงานของสเปกโตรมิเตอร์

(อ้างอิงเนื้อหาจาก: ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์ (LESA))

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อวิดีโอทัศน์แสดง การสาธิตการใช้ Spectrometer แบบมาตรฐาน เพื่อให้ นักเรียนเห็น ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=JGKI3vS0JiA>)

2) ครูและนักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงการใช้ประโยชน์จากเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงที่สามารถบอกแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมท้ายบท เรื่องสร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงได้อย่างไร

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 98 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (สเปกตรัมของแสง)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สร้างเครื่องมืออย่างง่ายเพื่อตรวจสอบสเปกตรัมของแสง)
 - วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วางแผนและออกแบบวิธีการสร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสง)
 - นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ลักษณะที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสง)
- 5) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

- 6) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบผลการใช้งาน เครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงอย่างง่าย โดยส่องดูแสงจากแหล่งกำเนิดแสงรอบตัว เช่น หลอดไฟฟ้า เบลวเทียนไฟ แล้วบันทึกผล
- 7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท เรื่อง สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงได้อย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลของการทดสอบใช้เครื่องมือภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

- 8) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อใช้เครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงอย่างง่ายมองแสงจากแหล่งกำเนิดแสง สิ่งที่เราเห็นมีลักษณะเห็นเป็นแถบสีต่าง ๆ เรียงกันไป เช่น ม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง แดง ที่มีรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- 9) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้
- 10) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 วิดีทัศน์: การสาธิตการใช้ Spectrometer สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=JGKI3vSOJiA>
- 8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: เกรตติง ท่อทรงกระบอกหรือแกนกระดาดาชำระ กระดาดาช้าง เทปขาว กรรไกร และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมท้ายบท สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงได้อย่างไร
- 8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท สร้างเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสงได้อย่างไร
- 8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. เปรียบเทียบสเปกตรัมของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมทำยบท	- คำถามทำกิจกรรม ทำยบท จริยธรรมด้าน พันธุศาสตร์ของนักเรียน เป็นอย่างไร จำนวน 2 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านความรู้
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลองเครื่องมืออย่างง่ายเพื่อตรวจสอบสเปกตรัมของแสง (ด้านกระบวนการ: P)	- ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมืออย่างง่ายเพื่อตรวจสอบสเปกตรัมของแสง	- เกณฑ์การประเมินทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือตรวจสอบสเปกตรัมของแสง	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. คุณลักษณะการมีจิตสาธารณะ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น	- เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านการมีจิตสาธารณะ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16	
เรื่อง การสะท้อนของแสง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/13 ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสม ในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

3. เมื่อแสงตกกระทบบัวตฤจะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง โดยรังสีตกกระทบบเส้นแนวฉาก รังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบทเท่ากับมุมสะท้อน ภาพจากกระจกเงาเกิดจากรังสีสะท้อน ตัดกันหรือต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ไปตัดกัน จะเกิดภาพเสมือน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบทและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสงได้ (K)
3. นักเรียนใช้ทักษะการวัดจากการใช้อุปกรณ์วัดมุมพร้อมระบุหน่วยการวัดได้ (P)
4. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

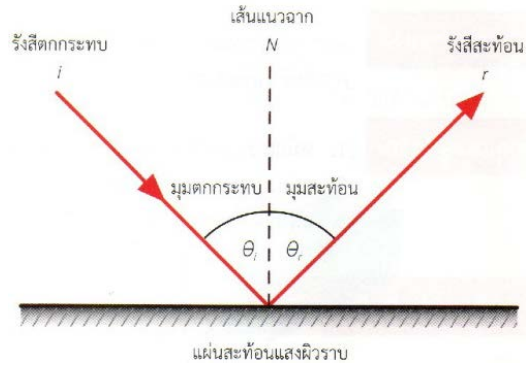
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

เรามองเห็นแหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟฟ้า เปลวเทียนไขได้ เนื่องจากมีแสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงเหล่านั้นเข้าสู่ตาเราโดยตรง และเรายังสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงจันทร์ โด๊ยะ หนังสือได้เช่นกัน เนื่องจากมีแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบบที่วัตถุแล้วสะท้อนออกจากผิววัตถุนั้น ๆ เข้าสู่ตาเรา

ถ้าฉายลำแสงเล็ก ๆ ลงบนกระจกเงาราบ จะพบว่าลำแสงจะสะท้อนออกจากผิวของกระจกเงาราบนั้น เราสามารถศึกษาการสะท้อนของแสงได้โดยการเขียนลูกศรแสดงรังสีของแสงแทนแนวการเคลื่อนที่ของแสงที่ ตกกระทบท และแสงที่สะท้อนจากกระจกเงาราบตั้งภาพ



ภาพ การสะท้อนของลำแสงเล็ก ๆ เมื่อตกกระทบกระจกเงาราบ

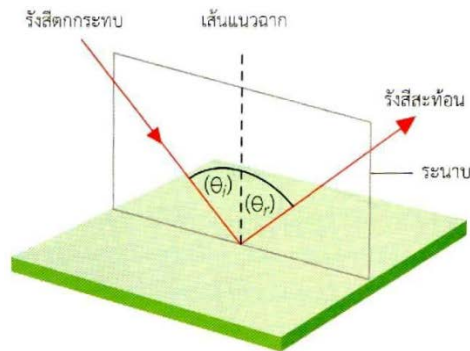
กำหนดให้ i แทน รังสีตกกระทบ (incident ray) ซึ่งเป็นรังสีของแสงที่ตกกระทบผิวสะท้อนแสง
 r แทน รังสีสะท้อน (reflected ray) ซึ่งเป็นรังสีของแสงที่สะท้อนออกจากผิวสะท้อนแสง
 N แทน เส้นแนวฉาก (normal line) ซึ่งเป็นเส้นสมมติที่ลากตั้งฉากกับผิวสะท้อนแสง ณ จุดที่แสงตกกระทบ

θ_i แทน มุมตกกระทบ ซึ่งเป็นมุมระหว่างรังสีตกกระทบกับเส้นแนวฉาก

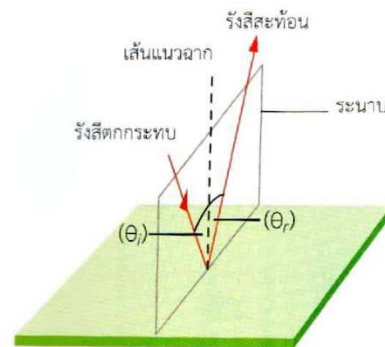
θ_r แทน มุมสะท้อน ซึ่งเป็นมุมระหว่างรังสีสะท้อนกับเส้นแนวฉาก

เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนของแสงที่ผิวของวัตถุนั้น ถ้าขนาดของมุมตกกระทบเปลี่ยนแปลงขนาดของมุมสะท้อนก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยเมื่อมุมตกกระทบมีขนาดเพิ่มขึ้นขนาดของมุมสะท้อนก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยและขนาดของมุมตกกระทบเท่ากับขนาดของมุมสะท้อนเสมอ เมื่อพิจารณารังสีสะท้อนพบว่ารังสีสะท้อนจะอยู่ในระนาบเดียวกับรังสีตกกระทบและเส้นแนวฉากเสมอ ดังภาพจึงสรุปเป็น **กฎการสะท้อน (law of reflection)** ของแสงได้ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบ (θ_i) เท่ากับมุมสะท้อน (θ_r) ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ



ก. แผ่นสะท้อนแสง



ข. แผ่นสะท้อนแสง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 2 แสง โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำบทอ่านเนื้อหาหน้าบท (หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 103) จากนั้นร่วมกันอภิปรายตามประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

- ภาพที่เห็นเป็นภาพอะไร (ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นที่ภูชี้ฟ้า)

- แสงเป็นคลื่นประเภทใด (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)

- ข้อความที่กล่าวว่าเรามองเห็นภาพในอดีตของดวงอาทิตย์เมื่อ 8 นาที ที่ผ่านมา หมายความว่าอย่างไร (เรามองเห็นดวงอาทิตย์ได้เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่เข้าสู่ตาเรา ซึ่งกว่าแสงนั้นจะมาถึงโลกต้องใช้เวลาประมาณ 8 นาที ดังนั้น แสงที่มาถึงเราแล้วทำให้เราเห็นดวงอาทิตย์คือแสงที่เกิดขึ้นเมื่อ 8 นาทีที่แล้ว)

- แสดงวิธีการคำนวณหาเวลาที่แสงใช้เคลื่อนที่จากดวงอาทิตย์ถึงโลกได้อย่างไร (หาเวลาที่แสงใช้เคลื่อนที่จากดวงอาทิตย์ถึงโลกได้โดยแสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที และโลก ซึ่งอยู่ห่างดวงอาทิตย์เป็นระยะทางประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร

จาก อัตราเร็ว = ระยะทาง/เวลา

เวลา = ระยะทาง/อัตราเร็ว

เวลา = $150 \times 10^6 \times 10^3$ เมตร / 3×10^8 เมตรต่อวินาที

เวลาที่แสงเคลื่อนที่จากดวงอาทิตย์ถึงโลก คือ = 500 วินาที หรือ 8.3 นาที)

- นักเรียนรู้จักปรากฏการณ์ใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับแสง (นักเรียนตอบตามประสบการณ์ของตนเอง เช่น การมองเห็นวัตถุ ภาพในกระจก รุ้ง)

2) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องการสะท้อนของแสงต่อไป

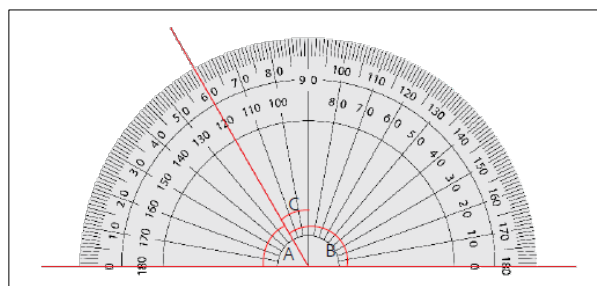
- เขียนเครื่องหมาย \checkmark หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย \times หน้าข้อความที่ผิด

(1) การมองเห็นวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงเพราะมีแสงจากวัตถุนั้นเข้าสู่ตาโดยตรง (ถูกต้อง)

(2) การมองเห็นวัตถุที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสง ต้องมีแสงจากแหล่งกำเนิดแสงไปตกกระทบวัตถุแล้ว

สะท้อนเข้าตาเรา (ถูกต้อง)

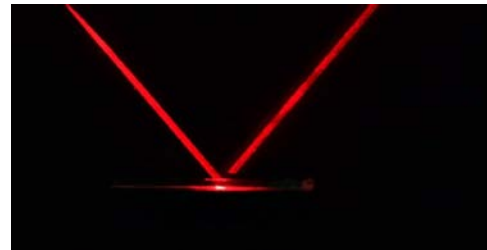
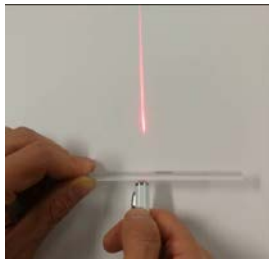
- จากภาพ มุม A มุม B และมุม C มีค่าเท่าใดตามลำดับ



(แนวคำตอบ มุม A = 60 องศา มุม B = 120 องศา มุม C = 30 องศา)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูสาธิตการสะท้อนของแสง โดยจัดห้องให้มีมืดแล้วฉายแสงจากชุดทดลองแสงหรือปากกาเลเซอร์ที่ฉายแสงผ่านแท่งแก้วคนสารให้ตกกระทบกระจกเงาราบ ดังภาพ

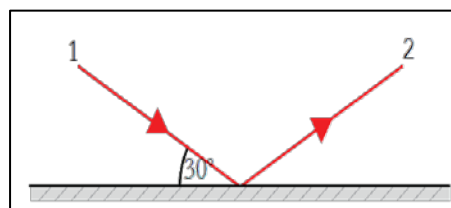


ภาพ การฉายเลเซอร์แสงผ่านแท่งแก้วคนสาร

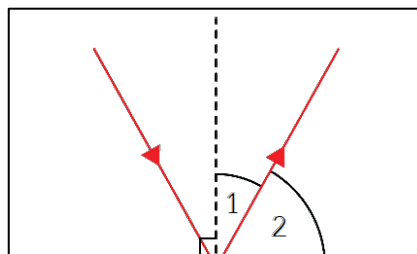
ภาพ การสาธิตการสะท้อนของแสง

จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 106-107 เพื่อให้นักเรียนสังเกตการสะท้อนของแสงเมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบ ให้นักเรียนรู้จักรังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อนมุมตกกระทบ และมุมสะท้อน เพื่อใช้ในการศึกษาการสะท้อนของแสง อีกทั้งการสาธิตการสะท้อนของแสงจะช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับการจัดอุปกรณ์เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3.3 ได้ง่ายขึ้น

4) ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับรังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อน มุมตกกระทบ และมุมสะท้อนโดยใช้คำถามระหว่างเรียนหน้า 107 ในประเด็นคำถามดังนี้



- จากภาพ รังสีหมายเลข 1 และ 2 คือรังสีอะไร ทราบได้อย่างไร (แนวคำตอบ รังสีหมายเลข 1 คือรังสีตกกระทบ รังสีหมายเลข 2 คือรังสีสะท้อน ทราบได้จากหัวลูกศร โดยรังสีหมายเลข 1 หัวลูกศรชี้เข้าหา



กระจกเงาราบแสดงว่าเป็นรังสีตกกระทบ รังสีหมายเลข 2 หัวลูกศรชี้ออกจากกระจกเงาราบแสดงว่าเป็นรังสีสะท้อน)

- จากภาพ มุมสะท้อนคือหมายเลขใด ทราบได้อย่างไร (แนวคำตอบ หมายเลข 1 คือมุมสะท้อนเพราะเป็นมุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นแนวฉาก)

5) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าถ้าแสงตกกระทบตั้งฉากกับผิวสัมผัส แนวของรังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อนเป็นอย่างไร และถ้ามุมตกกระทบเปลี่ยนไป มุมสะท้อนจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ มุมสะท้อนมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร

6) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 108 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อน)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสง)
- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ออกแบบการทดลอง ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และดำเนินการทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสง)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกต วัด และบันทึกขนาดของมุมตกกระทบและขนาดของมุมสะท้อน)

7) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ แนวทางการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า

- เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อนของแสงที่ผิวของกระจกเงาราบนั้น

- ถ้าขนาดของมุมตกกระทบเพิ่มขึ้น ขนาดของมุมสะท้อนก็จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยขนาดของมุมตกกระทบจะเท่ากับขนาดของมุมสะท้อนเสมอ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

9) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎการสะท้อนของแสงโดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 110-112 และตอบคำถามระหว่างเรียนหน้า 111-112 (เฉลยแนบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การสะท้อนของแสงจะเกิดขึ้นบนพื้นผิวของวัตถุทุกชนิดทั้งที่เรียบ มันวาว หรือขรุขระ โดยการสะท้อนของแสงจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง

- รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน
- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation)

10) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

11) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.3 จำนวน 9 รายการ
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อน เป็นอย่างไร
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของการสะท้อนของแสงได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.3	- คำถามทำกิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนเป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการวัดจาก	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก	- แบบบันทึกการค้นคว้า	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน

การใช้อุปกรณ์วัดมุม พร้อมระบุหน่วย ของการวัด (ด้านกระบวนการ: P)	การค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.3	กิจกรรมที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุม ตกกระทบและมุมสะท้อน เป็นอย่างไร	ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17	
เรื่อง ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงฉิวราบ	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/13 ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสม ในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- แสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อตกกระทบกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อน และถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้เสมือนตัดกันหลังกระจกจะเกิดภาพเสมือน
- ภาพจากกระจกเงาราบมีขนาดเท่าวัตถุ ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุจึงนิยมใช้กระจกเงาราบเพื่อส่องดูตัวเอง และช่วยในการแต่งตัว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

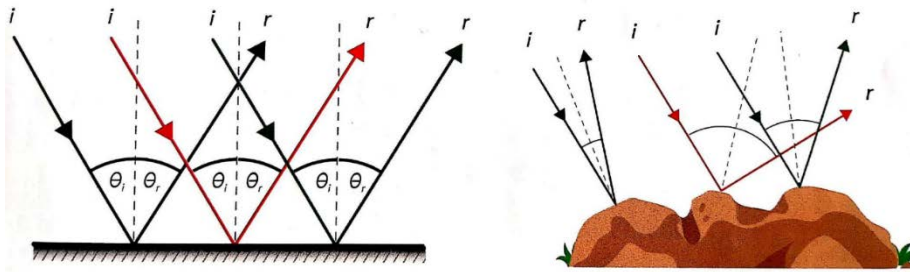
4. นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพได้ (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต โดยสังเกตผลการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

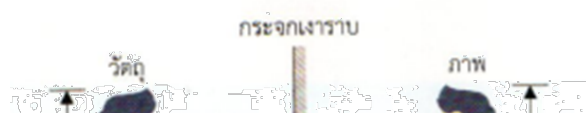
การสะท้อนของแสงบนวัสดุผิวเรียบและวัสดุผิวขรุขระมีผลทำให้ลักษณะของรังสีสะท้อนต่างกัน โดยเมื่อแสงขนาน ขนาดตกกระทบวัตถุผิวเรียบ มุมตกกระทบของแต่ละรังสีตกกระทบจะมีขนาดเท่า ๆ กัน มุมสะท้อนจึงมีขนาดเท่า ๆ กัน ทำให้รังสีสะท้อนสะท้อนออกมาอย่างเป็นระเบียบ แต่ถ้าแสงขนานตกกระทบวัตถุผิวขรุขระ มุมตกกระทบของแต่ละรังสีตกกระทบ ที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะไม่เท่ากัน ดังนั้นมุมสะท้อนของแต่ละรังสีสะท้อนก็ จะไม่เท่ากันด้วย ทำให้รังสีสะท้อนสะท้อนอย่างไม่เป็นระเบียบ แต่อย่างไรก็ตามการสะท้อนของแสงของทุกรังสีตกกระทบจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงเสมอ ดังภาพ



ก. การสะท้อนของแสงบนวัตถุผิวเรียบ รังสีสะท้อน จะสะท้อนออกมาอย่างเป็นระเบียบ

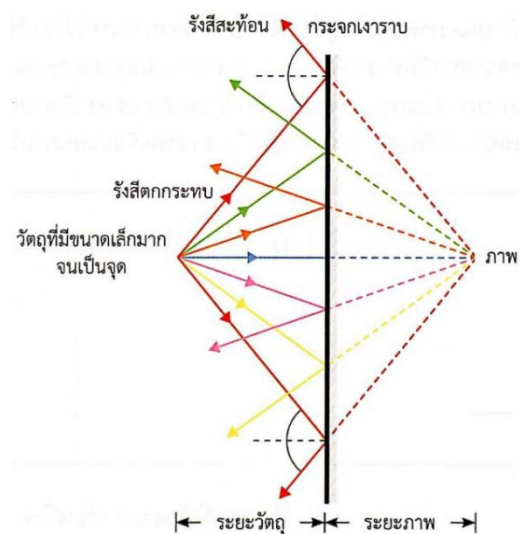
ข. การสะท้อนของแสงบนวัตถุผิวขรุขระ รังสีสะท้อน จะสะท้อนออกมาอย่างไม่เป็นระเบียบ

เมื่อวางวัตถุไว้หน้าแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ เช่น กระจกเงาราบ จะเกิดภาพในแผ่นสะท้อนแสงผิวราบนั้น เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุหน้าแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ ตำแหน่งของภาพก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย เรียก ระยะห่างจากผิวของแผ่นสะท้อนแสงถึงตำแหน่งของวัตถุว่า **ระยะวัตถุ (object distance)** และเรียกระยะห่างจากผิวสะท้อนแสงถึงตำแหน่งภาพว่า **ระยะภาพ (mage distance)** โดยระยะภาพจะเท่ากับ ระยะวัตถุ และ ภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงของแผ่นสะท้อนแสงผิวราบจะมีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุเสมอ ดังภาพ



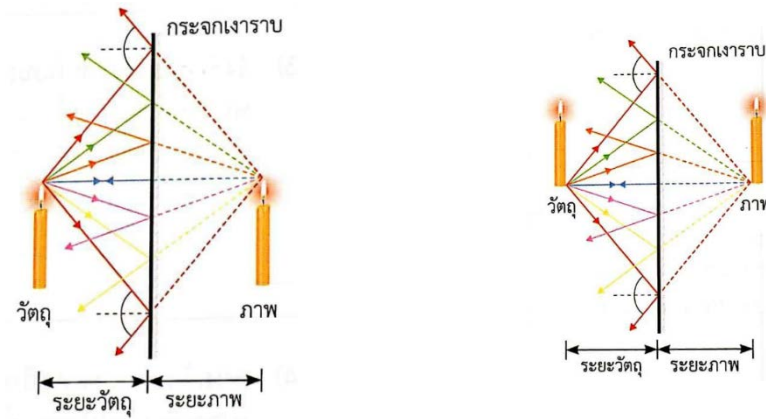
ภาพ ภาพที่เกิดในกระจกเงาราบ

เมื่อวางวัตถุที่มีขนาดเล็กมากจนเป็นจุดไว้หน้ากระจกเงาราบก็จะเกิดภาพเป็นจุดในกระจกเงาราบด้วย โดยมีแสงมาตกกระทบกับวัตถุนั้น แสงจะสะท้อนออกจากวัตถุนั้นทุกทิศทาง แสงบางส่วนที่ตกกระทบกระจกเงาราบก็จะเกิดการสะท้อนที่กระจกเงาราบนั้น โดยการสะท้อนของแสงทุกตำแหน่งบนกระจกเงาราบ มุมตกกระทบจะเท่ากับมุมสะท้อนเสมอซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง เมื่อต่อแนวของรังสีสะท้อนจาก แต่ละตำแหน่งออกไปทางด้านหลังกระจกด้วยเส้นประ แนวของเส้นประเหล่านี้จะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง จุดนั้นคือตำแหน่งของภาพ ดังภาพการต่อเส้นประไปตัดกันเช่นนี้ เสมือนกับแนวรังสีสะท้อนไปตัดกันหลังกระจกเงาราบ โดยที่รังสีสะท้อนไม่ได้ตัดกันจริง เรียกภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ว่า **ภาพเสมือน (virtual image)** ภาพเสมือนที่เกิดขึ้นจะอยู่ห่างจากกระจกเท่ากับระยะห่างจากวัตถุถึงกระจกและภาพจะมีขนาดเท่ากับขนาดวัตถุ



ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาราบของวัตถุที่เป็นจุด

สำหรับวัตถุที่มีขนาด เช่น เทียนไข เมื่อวางวัตถุนั้นไว้หน้ากระจกเงาราบจะพิจารณาภาพที่เกิดจากแต่ละจุดของวัตถุนั้น จะได้ว่าภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบก็จะเป็นภาพเสมือนที่มีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ และมีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย สามารถเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพได้เช่นเดียวกับภาพของวัตถุ ที่เป็นจุดตั้งภาพ



ก. การเกิดภาพของเปลวเทียนไข

ข. การเกิดภาพของฐานเทียนไข

ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาราบของวัตถุที่มีขนาด

เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะภาพของวัตถุที่วางไว้หน้ากระจกเงาราบได้ โดยใช้แผนภาพรังสีของแสงและอาศัยหลักการที่ว่าแสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อน และถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพในกระจกเงาราบ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามว่า การที่เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสงได้ จะต้องมีส่วนตกกระทบที่วัตถุนั้นแล้วสะท้อนออกจากผิววัตถุนั้น ๆ เข้าสู่ตา ซึ่งการสะท้อนจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงเสมอ แล้วการที่เราส่องกระจกเงาราบแล้วมองเห็นภาพสะท้อนของตัวเองในกระจกเงาราบนั้นเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงหรือไม่ อย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบมีลักษณะอย่างไร จุดประสงค์และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 113 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและบอกลักษณะของภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ และบอกความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพ)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วางเข็มหมุดบนตารางของชุดศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพด้านใดด้านหนึ่ง และวางเข็มหมุดตัวที่ 2 ด้านหลังแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบ โดยให้เข็มหมุดตัวที่ 2 ซ้อนทับกับภาพของเข็มหมุดตัวที่ 1 ในแผ่นพลาสติก วัดระยะห่างจากแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบถึงเข็มหมุดตัวที่ 1 และเข็มหมุดตัวที่ 2)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ลักษณะภาพของเข็มหมุด ขนาดของภาพ ขนาดวัตถุ ระยะภาพ ระยะวัตถุ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน แต่
 ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบการวางตำแหน่งเข็มหมุด ตัว
 ที่ 2 ให้ซ้อนทับกับภาพของเข็มหมุดตัวที่ 1 ในแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบ การวัดระยะวัตถุแล ะระยะ
 ภาพ

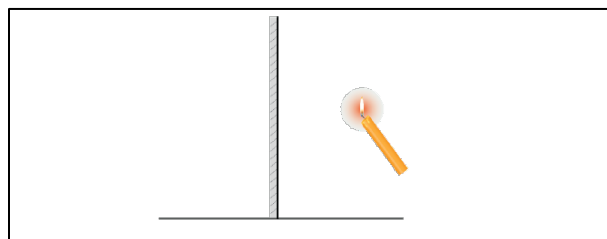
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

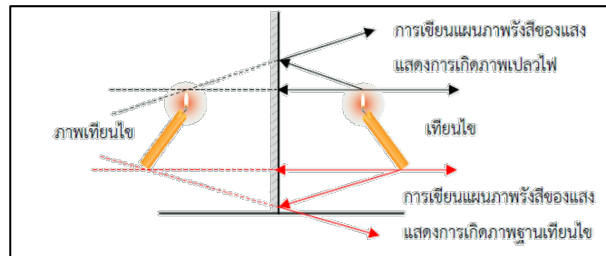
4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบมีลักษณะอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อวางวัตถุไว้หน้าแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบจะเกิดภาพในแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบนั้น โดยเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุหน้าแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบ ตำแหน่งของภาพก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยระยะภาพจะเท่ากับระยะวัตถุ และภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสง ของแผ่นพลาสติกสะท้อนแสงผิวราบจะมีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุเสมอ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาตำแหน่งของภาพในกระจกเงาราบ การมองเห็นภาพในกระจกเงาราบ และการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการสะท้อนของแสงในกระจกเงาราบ โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียน หน้า 114-120 และตอบคำถามชวนคิดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- เขียนรังสีของแสงเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะภาพที่เกิดขึ้นเมื่อวางเทียนไขไว้หน้ากระจกเงาราบ ดังภาพ





6) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** เมื่อวางวัตถุไว้หน้าแผ่นสะท้อนแสง ผิวราบ เช่น กระจกเงาราบ จะเกิดภาพในแผ่นสะท้อนแสงผิวราบนั้น โดยระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุและขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุ สามารถหาดำแหน่งและลักษณะภาพของวัตถุได้จากการเขียนแผนภาพรังสีของแสง โดยให้แสงจากวัตถุตกกระทบบนกระจกเงาราบอย่างน้อย 2 แนว แสงตกกระทบบนกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อนได้รังสีสะท้อน และถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกันจะเกิดภาพในกระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบ เป็นภาพเสมือน ซึ่งเราสามารถใช้ประโยชน์จากกระจกเงาราบโดยนำมาประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (20 นาที)

- 7) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้
- 8) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: ชุดศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพ เข็มหมุด และดินน้ำมัน
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบมีลักษณะอย่างไร
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบมีลักษณะอย่างไร
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุกับระยะภาพ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.4	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบมีลักษณะอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกตโดยสังเกตผลการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.4	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.4 ภาพที่เกิดจากแผ่นสะท้อนแสงผิวราบมีลักษณะอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน.....พ.ศ
ผลการสอน

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

เรื่อง การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

5. กระจกเงาโค้ง คือกระจกเงาที่ผิวสะท้อนมีลักษณะโค้ง โดยกระจกเงาเว้าจะใช้ผิวโค้งเว้าเป็นผิวสะท้อนแสง ส่วนกระจกเงานูนจะใช้ผิวโค้งนูนเป็นผิวสะท้อนแสง
6. แสงตกกระทบที่จุดใด ๆ บนกระจกเงาโค้งจะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน
7. ถ้าแสงขนานที่ขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบกระจกเงาเว้าแสงสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัสของกระจกเงาเว้า
8. ถ้าแสงขนานที่ขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบกระจกเงานูน แสงสะท้อนจะไม่ได้ตัดกันแต่ถ้าลากเส้นตามแนวรังสีสะท้อนต่อไปยังด้านหลังของกระจกเงานูนพบว่าตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัสเสมือนของกระจกเงานูน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

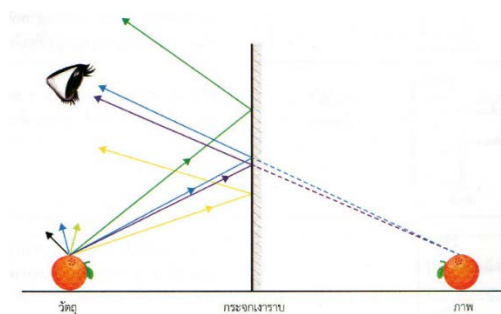
4. นักเรียนอธิบายการสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้าและผิวโค้งนูน (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพจากกระจกเงาได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

กฎการสะท้อนของแสงนอกจากจะใช้อธิบายการเกิดภาพในกระจกเงาราบแล้ว ยังสามารถอธิบายการมองเห็นภาพของวัตถุต่าง ๆ ในกระจกเงาราบได้อีกด้วย โดยเมื่อวางวัตถุที่มีขนาด เช่น ผลส้ม ไว้หน้ากระจกเงาราบ แสงจะเคลื่อนที่ออกจากผลส้มทุกทิศทาง เมื่อแสงจากผลส้มตกกระทบกระจกเงาราบก็จะเกิดการสะท้อนโดยมีแสงบางส่วนสะท้อนเข้าสู่ตาเราทำให้เห็นภาพ ดังภาพ



ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการมองเห็นภาพของวัตถุในกระจกเงาราบ

เนื่องจากภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบเป็นภาพที่มีขนาดเท่าขนาดวัตถุและมีระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ จึงนิยมใช้กระจกเงาราบ เพื่อดูภาพของตัวเองหรือช่วยในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ช่วยในการแต่งตัว การมองวัตถุด้านหลัง การตกแต่งร้านค้าหรือห้องพักเพื่อให้ดูกว้างขึ้น รวมทั้งใช้เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง เช่น เครื่องฉายภาพเหนือศีรษะ กล้องถ่ายภาพ เป็นต้น ดังภาพ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามว่าในบางครั้งเราอาจเคยได้ยินว่ากระจกที่ใช้ในการแต่งตัวบางบานทำให้เห็นภาพของตนเองมอมลง อ้วนขึ้น เตี้ยลง หรือสูงขึ้น นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 121 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้ง)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายการสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้าและผิวโค้งนูน)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายลำแสงขนาน 3 ลำแสงให้ตกกระทบกับผิวโค้งเว้าและผิวโค้งนูนจากนั้นสังเกตการสะท้อนของแสง)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ลักษณะของแสงสะท้อน แนวและการต่อแนวของแสงสะท้อน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่นวิธีการบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสง ควรใช้ดินสอดูดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นเชื่อมจุดทั้งสามและครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปราย ภายหลังจากทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อฉายแสงขนานให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า แสงสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง ในขณะที่เมื่อฉายแสงขนานให้ตกกระทบผิวโค้งนูน แสงสะท้อนจะกระจายออก แต่เมื่อต่อแนวแสงสะท้อนออกไปด้านหลังแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน แนวแสงที่ต่อออกไปจะไปรวมกันที่ จุดจุดหนึ่ง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 122-123 และตอบคำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ (เฉลยแบบทำแผนการจัดการเรียนรู้) จากนั้นร่วมกันอภิปราย**เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** กระจกเงาเว้าเป็นกระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งเว้าเป็นผิวสะท้อนแสง ส่วนกระจกเงานูนเป็นกระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งนูนเป็นผิวสะท้อนแสง ถ้าลำแสงขนานกับแกนมุขสำคัญตกกระทบกระจกเงาเว้า แสงสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัส และถ้าลำแสงขนาน ตกกระทบกระจกเงานูน แสงสะท้อนจะกระจายออก โดยแนวของแสงสะท้อนที่ต่อออกไปด้านหลังของกระจกจะตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่าจุดโฟกัสเสมือน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- 6) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้
- 7) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.5 จำนวน 5 รายการ
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการสะท้อนแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้าและผิวโค้งนูน (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.5	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยการเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงเพื่อแสดงการเกิดภาพจากกระจกเงาได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.5	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.5 การสะท้อนของแสงจากแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ

ผลการสอน

.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
 (.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19	
เรื่อง ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

4. แสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อตกกระทบกระจกเงาโค้งจะเกิดการสะท้อน โดยภาพจากกระจกเงาโค้งเกิดจากรังสีสะท้อนตัดกันหรือต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ไปตัดกันจะเกิดภาพเสมือน
5. ภาพจากกระจกเงาเว้าจะเป็นได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน โดยจะเกิดภาพจริงเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากกระจกมากกว่าความยาวโฟกัส และจะเกิดภาพเสมือนเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากกระจกน้อยกว่าความยาวโฟกัส
6. ภาพจากกระจกเงาเว้าจะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4. นักเรียนอธิบายการเกิดภาพจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนได้ (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต โดยสังเกตผลการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบและกระจกเงาโค้งได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

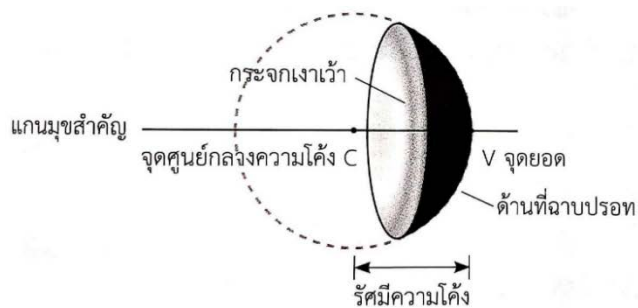
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

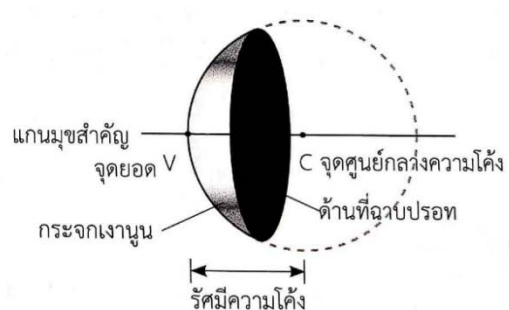
6. สาระการเรียนรู้

เมื่อฉายแสงขนานให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า แสงสะท้อนจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง ในขณะที่เมื่อฉายแสงขนานให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน แสงสะท้อนจะกระจายออก แต่เมื่อต่อแนวแสงสะท้อนออกไปด้านหลังของแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน แนวแสงที่ต่อออกไปจะไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง ดังนั้นแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งเว้า เช่น กระจกเงาเว้า ซ้อนโลหะเงาด้านเว้า มีสมบัติในการรวมแสง ส่วนแผ่นสะท้อนแสงผิวโค้งนูน เช่น กระจกเงา นูน ซ้อนโลหะเงาด้านนูน โลหะทรงกลม มีสมบัติในการกระจายแสง

กระจกเงาโค้งคือกระจกเงาที่ผิวสะท้อนมีลักษณะโค้งเป็นส่วนหนึ่งของผิวโค้งทรงกลม กระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งเว้า เป็นผิวสะท้อนแสง เรียกว่า กระจกเงาเว้า (concave mirror) ส่วนกระจกเงาที่ใช้ผิวโค้งนูนเป็นผิวสะท้อนแสงเรียกว่า กระจกเงา นูน (convex mirror)



ก. กระจกเงาเว้า



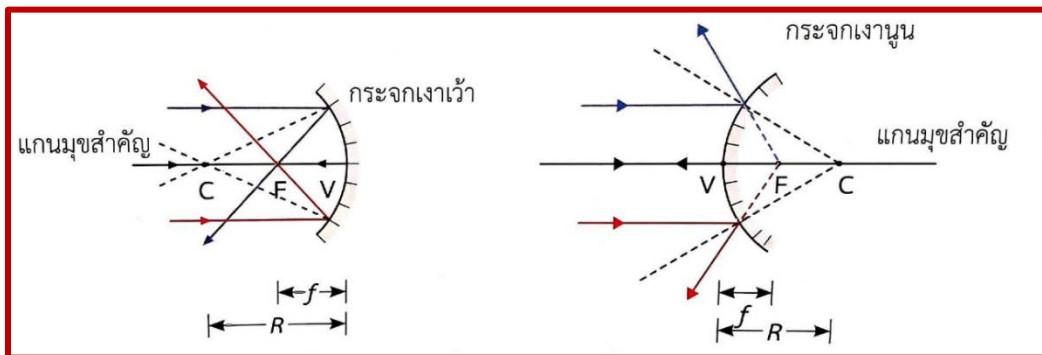
ข. กระจกเงา นูน

ภาพ ส่วนประกอบของกระจกเงาเว้าและกระจกเงา นูนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรูปทรงกลม

เมื่อพิจารณาภาพผิวโค้งของทรงกลมมีจุดศูนย์กลางของทรงกลมที่ตำแหน่ง C ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางความโค้ง (center of curvature) ของกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน และมีจุดที่อยู่บริเวณกึ่งกลางบนผิวโค้งที่ตำแหน่ง V เรียกว่าขั้วกระจกหรือจุดยอด (vertex) เส้นตรงที่ลากผ่านจุด C และจุด V เป็นแกนमुखสำคัญ โดยมีระยะจากจุด V ถึงจุด C เป็นรัศมีความโค้งของกระจก (radius) แทนด้วยสัญลักษณ์ R

เมื่อแสงตกกระทบบนผิวโค้งใด ๆ กระจกเงาโค้งจะเกิดภาพสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนโดยเส้นแนวฉากจะต้องผ่านจุด C เสมอ ดังภาพ ถ้าลำแสงขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบบนกระจกเงาเว้า มุมตกกระทบบเท่ากับมุมสะท้อน ทำให้แสงสะท้อนไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัส (focal point)

แทนด้วยสัญลักษณ์ F จากการสังเกตพบว่า จุด F จะอยู่กึ่งกลางระหว่างจุด C กับจุด V เสมอ และถ้าลำแสงขนานตกกระทบบนกระจกเงานูน แสงสะท้อนจะกระจายออก แต่ถ้าลากเส้นประต่อไปยังด้านหลังของกระจกจะพบว่ามีจุดตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง เรียกว่า จุดโฟกัสเสมือน (virtual focal point) ดังภาพระยะจากจุด V ถึงจุด F เป็นความยาวโฟกัสของกระจก แทนด้วยสัญลักษณ์ f



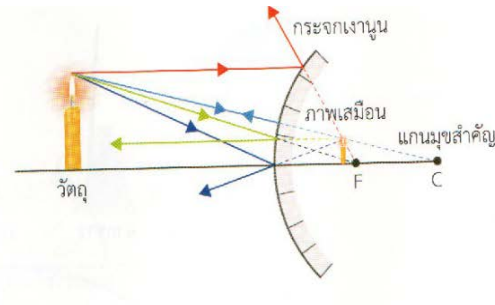
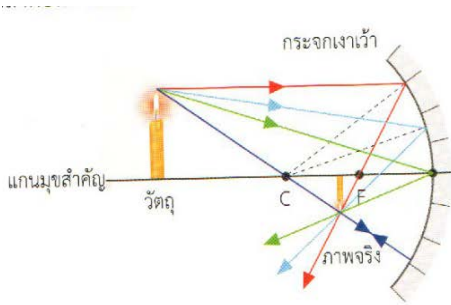
ก. กระจกเงาเว้า

ข. กระจกเงานูน

ภาพ การสะท้อนของรังสีของแสงที่ตกกระทบบนกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน

เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน ภาพของวัตถุจะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ โดยภาพของวัตถุที่ปรากฏจากกระจกเงาเว้ามีทั้งภาพหัวตั้งและหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่า เท่ากับ หรือเล็กกว่าวัตถุ และมีทั้งที่ปรากฏบนฉากและไม่ปรากฏบนฉาก ส่วนภาพจากกระจกเงานูนเป็นภาพหัวตั้งในกระจกซึ่งมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอและไม่ปรากฏบนฉาก

เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนได้จากการใช้แผนภาพรังสีของแสง โดยอาศัยแนวคิดที่ว่าแสงเคลื่อนที่ออกจากวัตถุทุกทิศทาง เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาโค้ง จะเกิดการสะท้อนและเมื่อรังสีสะท้อนตัดกันจะเกิดภาพ ถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิด **ภาพจริง (real image)** ซึ่งสามารถปรากฏบนฉากได้ แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกันจะเกิด**ภาพเสมือน** ซึ่งไม่สามารถปรากฏบนฉากได้ ดังภาพ



ก. กระจกเงาเว้า

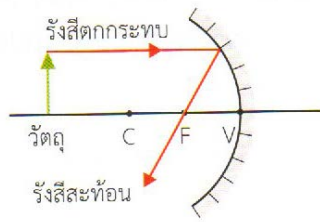
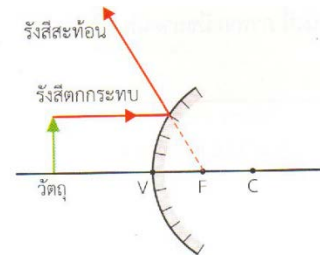
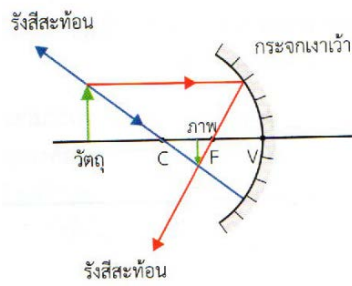
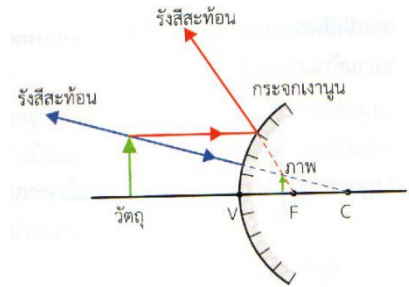
ข. กระจกเงานูน

ภาพ การเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อระบุตำแหน่งของภาพเมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาโค้ง

เพื่อความสะดวกในการระบุตำแหน่งภาพ เราจึงเขียนแผนภาพรังสีของแสงที่ออกจากวัตถุเพียง 2 เส้น ซึ่งอาจจะเป็น 1) รังสีตกกระทบขนานกับแกนमुखสำคัญจะสะท้อนผ่านจุดโฟกัส 2) รังสีตกกระทบที่ผ่านศูนย์กลางความโค้งจะสะท้อนกลับทางเดิม หรือ 3) รังสีตกกระทบที่ผ่านจุดโฟกัสจะสะท้อนเป็นรังสีขนานกับ เส้นแกนमुखสำคัญ ตัวอย่างการเขียนแผนภาพรังสีของแสงทำได้ดังภาพต่อไปนี้

ในกรณีที่รังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนमुखสำคัญและรังสีตกกระทบที่ผ่านศูนย์กลางความโค้ง การเขียนแผนภาพรังสีของแสงทำได้ดังนี้

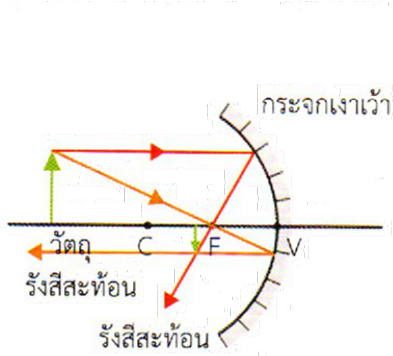
กระจกเงาเว้า	กระจกเงานูน
<p>1. วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนमुखสำคัญ</p>	<p>1. วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนमुखสำคัญ</p>
กระจกเงาเว้า	กระจกเงานูน
<p>2. ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุถึงผิวกระจกในแนวขนานแกนमुखสำคัญ</p>	<p>2. ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุถึงผิวกระจกในแนวขนานแกนमुखสำคัญ</p>

<p>3. ลากรังสีสะท้อนผ่านจุดโฟกัส F</p> 	<p>3. ลากรังสีสะท้อนโดยให้แนวของรังสีสะท้อนผ่านจุดโฟกัส</p> 
<p>4. ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุผ่านจุด C แสงจะไปตกกระทบตั้งฉากกับผิวกระจกและสะท้อนกลับทางเดิม</p>	<p>4. ลากรังสีตกกระทบจากวัตถุให้อยู่ในแนวเส้นตรงที่ผ่านจุด C แสงจะไปตกกระทบตั้งฉากกับผิวกระจกและสะท้อนกลับทางเดิม</p>
<p>5. จุดที่รังสีสะท้อนตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพ</p> 	<p>5. ต่อแนวรังสีสะท้อนโดยใช้เส้นประให้ตัดกัน จุดที่แนวของรังสีสะท้อนเหมือนตัดกันจะเป็นตำแหน่งตั้งภาพ</p> 
<p>กระจกเงาเว้า</p>	<p>กระจกเงานูน</p>

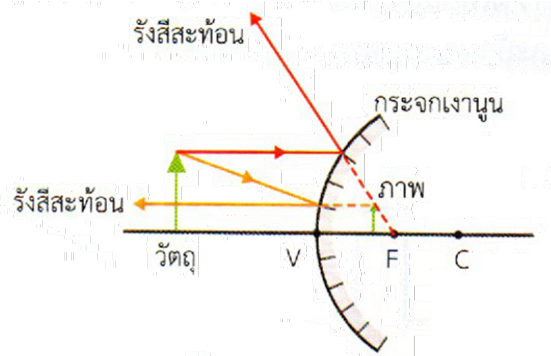
<p>ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีของแสงสะท้อนตัดกันจริง จึงเป็นภาพจริง หัวกลับ ซึ่งปรากฏบนฉากรได้ เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพจะมีขนาดเล็กกว่าวัตถุ</p>	<p>ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีของแสงสะท้อนไม่ได้ตัดกัน จริง แต่เกิดจากการต่อแนวรังสีสะท้อนออกไป ด้านหลังแล้วตัดกัน ภาพที่เกิดขึ้นจึงเป็นภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ ซึ่งไม่สามารถปรากฏบนฉากร ได้</p>
---	---

ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้งโดยใช้รังสีตกกระทบ 2 เส้น กรณีที่ 1

กรณีที่รังสีตกกระทบ 2 เส้นเป็นรังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนमुखสำคัญและรังสีตกกระทบที่ผ่านจุดโฟกัส ก็
สามารถเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพได้เช่นกัน ดังภาพ



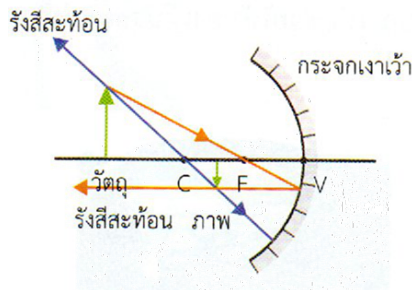
ก. กระจกเงาเว้า



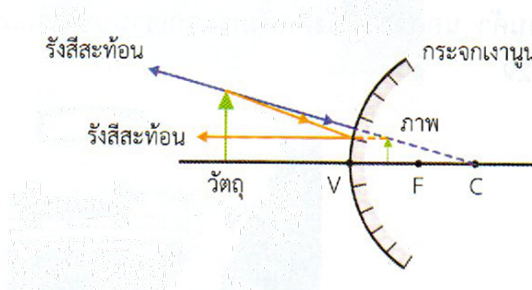
ข. กระจกเงาออกนูน

ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้งโดยใช้รังสีตกกระทบ 2 เส้น กรณีที่ 2

กรณีที่รังสีตกกระทบ 2 เส้นเป็นรังสีตกกระทบที่ผ่านศูนย์กลางความโค้งและรังสีตกกระทบที่ผ่าน
จุดโฟกัส ก็สามารถเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพได้เช่นกัน ดังภาพ



ก. กระจกเงาเว้า



ข. กระจกเงาออกนูน

ภาพ การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพในกระจกเงาโค้งโดยใช้รังสีตกกระทบ 2 เส้น กรณีที่ 3

ภาพจากกระจกเงาเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ ทำให้มองเห็นเป็นบริเวณกว้างขึ้น จึงมักนำมาใช้ประโยชน์ โดยนำกระจกเงามาติดตั้งในรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เพื่อดูภาพด้านหลังและด้านข้างของตัวรถ หรือใช้มองภาพในร้านค้า นอกจากนี้ยังติดตั้งกระจกเงาบริเวณทางแยก เพื่อช่วยให้มองเห็นรถยนต์ที่วิ่งสวนทางมา ด้วย ดั่งภาพ



ก. กระจกมองหลังในรถยนต์

ข. กระจกมองข้างของรถยนต์



ค. กระจกเงาโค้งจรรยาจร

ภาพ การใช้ประโยชน์ของกระจกนูน

กระจกเงาเว้าทำหน้าที่รวมแสง จึงใช้เป็นส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อช่วยรวมแสงให้ไปตกที่แผ่นสไลด์ ทำให้เห็นวัตถุได้ชัดเจน และใช้เป็นส่วนประกอบของกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง เพื่อช่วยรวมแสงให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น และเมื่อนำกระจกเงาเว้ามาส่องดูวัตถุใกล้ๆ โดยให้ระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัสแล้ว จะได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ จึงมักนำมาใช้ในการขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยทำเป็นกระจกสำหรับแต่งหน้าเพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจน นอกจากนี้ยังสามารถใช้กระจกเงาเว้ารวมพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้เกิดความร้อนและใช้ประโยชน์ในการหุงต้มอาหารได้อีกด้วย ดั่งภาพ



ก. กล้องจุลทรรศน์



ข. กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง



ค. กระจกแต่งหน้า

ง. เตาอย่างพลังงานแสงอาทิตย์เพื่ออบย่าง
อาหารให้สุก อ. เมือง จ.เพชรบุรี

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามว่าในบางครั้งเราอาจเคยได้ยินว่าในบางครั้งเราอาจเคยได้ยินว่ากระจกที่ใช้ในการแต่งตัวบางบานทำให้เห็นภาพของตนเองผอมลง อ้วนขึ้น เตี้ยลง หรือสูงขึ้น นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร จุดประสงค์ และ วิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 125 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและบอกลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (นำกระจกเงาเว้าส่องดูใบหน้าของตนเอง จากนั้นวางเทียนไขไว้หน้ากระจกเงาเว้าที่ระยะต่าง ๆ สังเกตภาพที่เกิดขึ้นในกระจกและบนฉาก ทำกิจกรรมแบบเดียวกันกับกระจกเงานูน)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ลักษณะภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาโค้งและบนฉากเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากกระจกในระยะต่าง ๆ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม ควรวางกระจกเงาโค้งให้ตั้งฉากกับระนาบของพื้นโต๊ะและควรจัดให้แนวกึ่งกลางกระจกเงาโค้งในระดับเดียวกันกับจุดกึ่งกลางของเปลวเทียน ลักษณะของภาพ ในกระจก การหาตำแหน่งภาพที่เกิดคมชัดที่สุดบนฉาก โดยเมื่อวางเทียนไขที่จุดไฟหน้ากระจกเงานูนแล้วนำฉากมาวางด้านหน้ากระจก นักเรียนจะสังเกตเห็นดวงไฟวงกลมสีส้มบนฉากขาว ดังภาพ โดยดวงไฟวงกลมสีส้มบนฉากขาวนี้ไม่ถือว่าเป็นภาพของเทียนไข

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน ภาพของวัตถุจะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ โดยภาพของวัตถุจากกระจกเงาเว้ามีทั้งภาพหัวตั้งและหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าเท่ากับ หรือเล็กกว่าวัตถุ และมีทั้งที่ปรากฏบนฉากและไม่ปรากฏบนฉาก ส่วนภาพจากกระจกเงานูนเป็นภาพหัวตั้งในกระจกซึ่งมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอและไม่ปรากฏบนฉาก

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาตำแหน่งภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน และการนำกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 126-131 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้โจทย์ชวนคิด และคำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ภาพของวัตถุจากกระจกเงาเว้ามีทั้งภาพหัวตั้งและหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่า เท่ากับ หรือเล็กกว่าวัตถุ และมีทั้งที่ปรากฏบนฉากและไม่ปรากฏบนฉาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ ส่วนภาพจากกระจกเงานูนเป็นภาพหัวตั้งในกระจกซึ่งมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอและไม่ปรากฏบนฉาก เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพจากการเขียนแผนภาพรังสีของแสง โดยรังสีสะท้อนตัดกันจะเกิดภาพ ถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกันจะเกิดภาพเสมือน สามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนในชีวิตประจำวันได้หลากหลาย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

6) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

7) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.6 จำนวน 7 รายการ

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการเกิดภาพจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.6	- คำถามทำกิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกตโดยสังเกตผลการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบและกระจกเงาโค้งได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
 (.....)
 ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
 (.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20	
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างมุมหักเหและมุมตกกระทบ	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว.2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว.2.3 ม.3/15 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว.2.3 ม.3/16 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน เช่น อากาศและน้ำ อากาศและแก้ว จะเกิดการหักเห หรืออาจเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่แสงตกกระทบ การหักเหของแสงผ่านเลนส์ทำให้เกิดภาพที่มีชนิดและขนาดต่าง ๆ
- แสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่าสเปกตรัมของแสงขาว เมื่อเคลื่อนที่ในตัวกลางใด ๆ ที่ไม่ใช่อากาศ จะมีอัตราเร็วต่างกันจึงมีการหักเหต่างกัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนอธิบายการหักเหของแสงเมื่อแสงผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกันได้ (K)
- นักเรียนใช้ทักษะการวัดจากการใช้อุปกรณ์วัดมุมพร้อมระบุหน่วยของการวัดได้ (P)
- นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

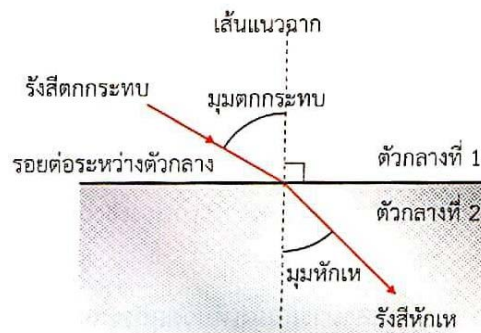
แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่หนึ่งและเมื่อแสงตกกระทบผิวของวัตถุจะเกิดการสะท้อนแสง ถ้าฉายลำแสงเล็ก ๆ ให้เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิดที่แตกต่างกัน เช่น ฉายลำแสงจากอากาศเข้าไป ในแท่งพลาสติกใส โดยให้แสงตกกระทบที่ผิวของแท่งพลาสติกเป็นมุมใด ๆ ที่ไม่ใช่มุมฉาก เราจะสังเกตเห็นแสงสะท้อนและมีแสงบางส่วนเคลื่อนที่เข้าไปในแท่งพลาสติก โดยแนวการเคลื่อนที่ของแสงจะเบนไปจาก แนวเดิม เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การหักเหของแสง (refraction of light)**

การหักเหของแสงจะเกิดขึ้น เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งโดยการหักเหของแสงจะเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสองนั้น เรียกรังสีของแสงที่ตกกระทบผิวรอยต่อในตัวกลางที่ 1 ว่า **รังสีตกกระทบ (incident ray)** และเรียกรังสีของแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางที่ 2 ว่า **รังสีหักเห (refracted ray)** เมื่อลากเส้นตั้งฉากกับผิวรอยต่อ ณ จุดที่แสงตกกระทบ เรียกเส้นนี้ว่า **เส้นแนวฉาก (normal line)** ซึ่งเป็นเส้นสมมติที่ใช้เป็นเส้นอ้างอิง มุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นแนวฉาก เรียกว่า **มุมตกกระทบ (angel of incidence)** และมุมที่รังสีหักเหทำกับเส้นแนวฉาก เรียกว่า **มุมหักเห (angle of refraction)**

แสงตกกระทบ แสงสะท้อน



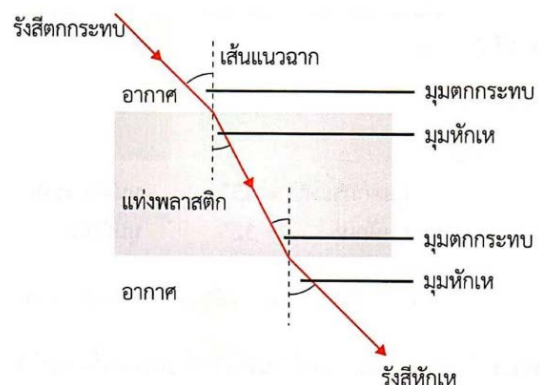
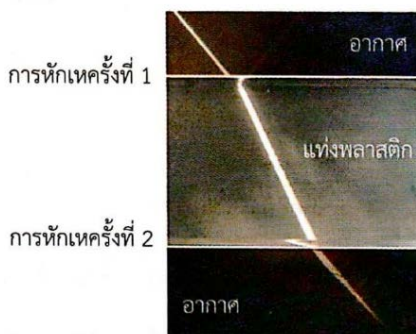
การหักเหของแสง



ภาพ การหักเหของแสงในแท่งพลาสติก

ภาพ การหักเหของแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านจากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2

เมื่อฉายแสงเลเซอร์ให้เคลื่อนที่ผ่านอากาศเข้าไปในแท่งพลาสติก แสงจะหักเหผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติกและหักเหออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศอีกครั้ง ดังภาพ เมื่อมุมตกกระทบเปลี่ยนไป มุมหักเหก็จะเปลี่ยนไปด้วย โดยถ้ามุมตกกระทบมากขึ้น มุมหักเหก็จะมากขึ้นเช่นกัน



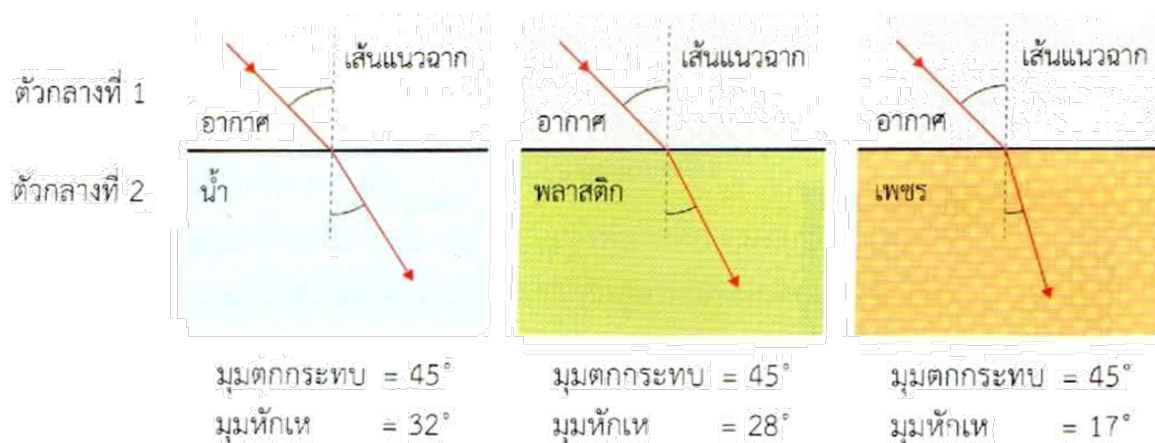
ภาพการหักเหของแสง 2 ครั้ง เมื่อแสงเคลื่อนที่เข้าและออกจากแท่งพลาสติก

การหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด แนวรังสีหักเหจะเบนเข้าหรือออกจากเส้นแนวฉากขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางทั้ง 2 ชนิดนั้น โดยแสงเคลื่อนที่ในอากาศด้วยอัตราเร็ว 2.997×10^8 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที แต่เคลื่อนที่ในแท่งพลาสติกด้วยอัตราเร็วเพียง 2.00×10^8 เมตรต่อวินาที อัตราเร็วของแสงในตัวกลางต่าง ๆ แสดงดังตาราง

ตาราง อัตราเร็วของแสงในตัวกลางโปร่งใสชนิดต่าง ๆ

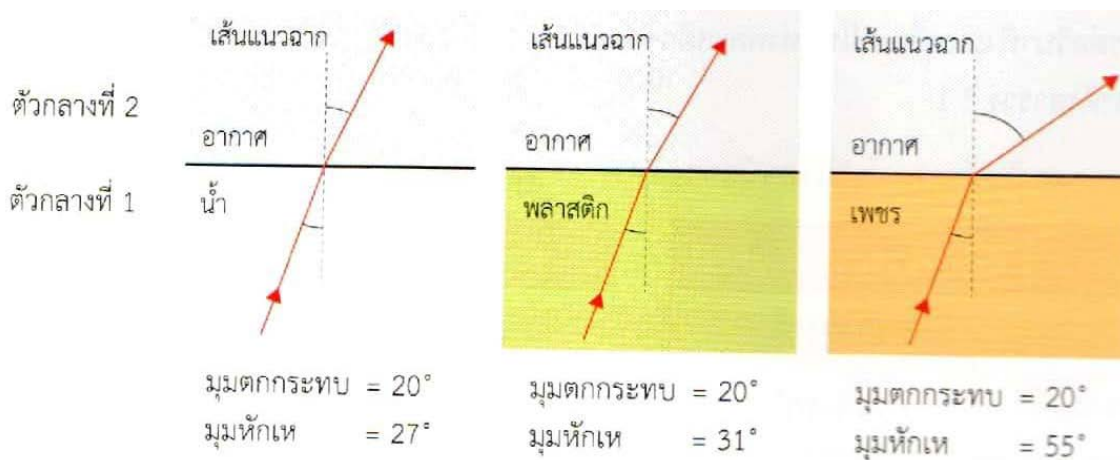
ตัวกลางโปร่งใส	อัตราเร็วของแสง (m/s)	ตัวกลางโปร่งใส	อัตราเร็วของแสง (m/s)
อากาศ	3.00×10^8	พลาสติกใส	2.00×10^8
น้ำแข็ง	2.29×10^8	แก้ว	1.97×10^8
น้ำ (ของเหลว)	2.26×10^8	ทับทิม	1.70×10^8
น้ำมันพืช	2.04×10^8	เพชร	1.24×10^8

ถ้าแสงตกกระทบบรอยต่อระหว่างตัวกลางด้วยมุมที่ไม่ใช่มุมฉาก แล้วเคลื่อนที่ผ่านจากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในตัวกลางหนึ่ง แนวทางการเคลื่อนที่ของแสงจะเบนไปจากแนวเดิมโดยถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากกว่าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยกว่า รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหมีค่าน้อยกว่ามุมตกกระทบบ เช่น แสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าไปในน้ำ เข้าไปในแท่งพลาสติกใส หรือเข้าไปในเพชร และยังสังเกตได้อีกว่าถ้าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 2 ยังมีค่าน้อยกว่าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางที่ 1 มุมหักเหก็จะมีค่าน้อยลงด้วย



ภาพ แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อย
รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก

ในทางกลับกัน ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากกว่ารังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ เช่น แสงเคลื่อนที่จากน้ำพลาสติก หรือ เพชรออกสู่อากาศ และยังสังเกตได้อีกว่า ถ้าอัตราเร็วแสงในตัวกลางที่ 2 ยังมีค่ามากกว่าอัตราเร็วแสงในตัวกลางที่ 1 มุมหักเหก็จะมีค่ามากขึ้น



ภาพ แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมาก
ทำให้รังสีหักเหเบนออกจากเส้นแนวฉาก

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูสาธิตกิจกรรมการมองเห็นภาพลูกศรที่เปลี่ยนไปเมื่อมองผ่านน้ำและแก้วน้ำ ดังภาพ 3.31 (หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 133) จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าเรื่อง นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามในหนังสือเรียน (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

2) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องการสะท้อนของแสงต่อไป

- เติมน้ำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (สามารถใช้คำซ้ำได้มากกว่า 1 ครั้ง)

(1) เมื่อแสงกระทบกระจกเงา แสงไม่สามารถทะลุผ่านไปได้แต่จะเกิดการสะท้อน กระจกเงาจึงจัดเป็นวัตถุทึบแสง

(2) เราสามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่หลังกระจกใสได้อย่างชัดเจน กระจกใสจึงจัดเป็นตัวกลางโปร่งใส

(3) แสงสามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางโปร่งใส และ ตัวกลางโปร่งแสง แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่าน วัตถุทึบแสง ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร ตอนที่ 1 การหักเหของแสง โดยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าเมื่อแสงเกิดการหักเห มุมตกกระทบและมุมหักเหที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 135 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การหักเหของแสง)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและวัดมุมตกกระทบและมุมหักเห)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายแสงให้ตกกระทบแท่งพลาสติกสีเหลือง วัตถุมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกและจากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (แนวการเคลื่อนที่ของแสง มุมตกกระทบ และมุมหักเห)

5) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การจัดใส่หลอดไฟฟ้าในกล่องแสงให้อยู่ในแนวตั้งและขนานกับช่องแสง เพื่อให้ได้ลำแสงขนาดเล็ก การบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสง ควรให้นักเรียนทำจุดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นตรงเชื่อมจุดทั้ง 3 การวัดมุมตกกระทบและมุมหักเหต้องวัดเทียบกับเส้นแนวฉากเท่านั้น และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร ตอนที่ 1 การหักเหของแสง โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อแสงผ่านจากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกและผ่านออกจากแท่ง

พลาสติกสู่อากาศ จะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศและแท่งพลาสติก ทำให้แนวรังสีของแสงเปลี่ยนไปจากแนวเดิม โดย เมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศผ่านแท่งพลาสติก แสงจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหม้นน้อยกว่ามุมตกกระทบ ในขณะที่เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แสงจะเบนออกจากเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหม้นมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห โดยอ่านจุดประสงค์และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 136 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเห)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ออกแบบการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และดำเนินการทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมหักเหของการหักเหของแสง)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตและวัดมุมตกกระทบและมุมหักเหเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่พลาสติกและเคลื่อนที่ออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศ)

8) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การตั้งสมมติฐาน การควบคุมและระบุตัวแปร ครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

9) ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า มุมตกกระทบมีความสัมพันธ์กับมุมหักเหโดยถ้ามุมตกกระทบมีค่าเพิ่มขึ้นมุมหักเหก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น

10) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหักเหของแสงจากกิจกรรมที่ 3.7 ทั้ง 2 ตอน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อแสงผ่านจากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติกหรือผ่านออกจากแท่งพลาสติกสู่อากาศจะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศและแท่งพลาสติก โดยเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศผ่านแท่งพลาสติก แสงจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหม้นน้อยกว่ามุมตกกระทบ และเมื่อแสงเคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แสงจะเบนออกจากเส้นแนวฉากทำให้มุมหักเหม้นมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ กล่าวคือเมื่อมุมตกกระทบมีค่าเพิ่มขึ้น มุมหักเหจะมีค่าเพิ่มขึ้น

11) ครูให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนเพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในหนังสือเรียนหน้า 138 (ipst.me/10584) สืบค้นได้จากhttps://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงในตัวกลางอื่น ๆ รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบค่ามุมหักเหที่ได้จากกิจกรรมที่ 3.7 กับค่าที่ได้จากการคำนวณในทฤษฎีด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปนี้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

12) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

13) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.7 จำนวน 8 รายการ

8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง Bending light (การหักเหของแสงในตัวกลางอื่นๆ)
https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการหักเหของแสงเมื่อแสงผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกันได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.7	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการวัดจากการใช้อุปกรณ์วัดมุมพร้อมระบุหน่วยของการวัด (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.7 มุมหักเหมีความสัมพันธ์กับมุมตกกระทบอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน

(ด้านเจตคติ: A)			ด้านเจตคติ
-----------------	--	--	------------

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 21	
เรื่อง การสะท้อนกลับหมดของแสง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการหักเหที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ม.3/15 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

5. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากด้วยมุมกระทบค่าหนึ่งแล้วทำให้มุมหักเหมีขนาดเท่ากับ 90 องศา เรียกมุมตกกระทบนี้ว่า มุมวิกฤติ ตก
6. เมื่อแสงตกกระทบตัวกลางโปร่งใสด้วยมุมกระทบที่ใหญ่กว่ามุมวิกฤติจะเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่แสงตกกระทบ ใน
7. การหักเหของแสงเมื่อแสงผ่านตัวกลางต่างชนิดกันทำให้มองเห็นวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต่างไปจากตำแหน่งจริงของวัตถุนั้น จาก
8. มิวราจเป็นปรากฏการณ์เกิดภาพลวงตาซึ่งเกิดจากการหักเหของแสงผ่านชั้นของอากาศที่มีความหนาแน่นต่างกัน ทำให้แสงหักเหอย่างต่อเนื่องเป็นเส้นโค้ง ความ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4. นักเรียนอธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสงได้ (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง จากการเขียนแผนภาพแสดงการสะท้อนกลับหมดของแสงได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

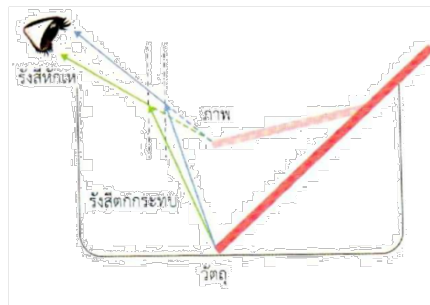
การหักเหของแสงส่งผลต่อการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น ถ้าเรายืนอยู่ขอบสระแล้วมองวัตถุที่อยู่ในน้ำ เราจะเห็นตำแหน่งของวัตถุไม่ตรงกับตำแหน่งจริง แต่จะเห็นวัตถุในน้ำอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริงเนื่องจากแสงจากวัตถุจะเคลื่อนที่ผ่านน้ำออกมาสู่อากาศ โดยรังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก แล้วจึงเคลื่อนที่เข้าสู่ตาเรา แต่ถ้าเราต่อรังสีหักเหไปในน้ำด้วยเส้นประ รังสีที่ต่อออกไปจะไปตัดกัน ซึ่งจะเป็นตำแหน่งของภาพเสมือน เราจึงมองเห็นวัตถุในน้ำอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง



ก. แสงจากวัตถุหักเหแล้วเคลื่อนที่เข้าสู่ตาเรา ข. ต่อรังสีหักเหด้วยเส้นประออกไปตัดกัน
เป็นตำแหน่งของภาพ

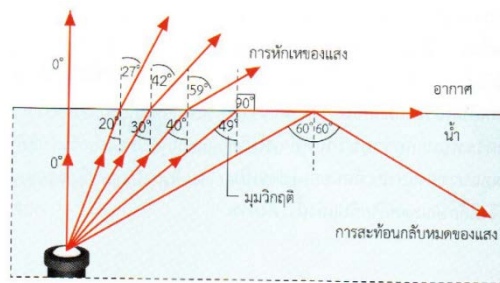
ภาพ การหักเหของแสงทำให้มองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง

ในทำนองเดียวกัน เมื่อมองหลอดดูดที่จุ่มอยู่ในแก้วน้ำจากด้านบน เราจะเห็นปลายหลอดดูดอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง จึงดูเหมือนหลอดดูดหักงอ เนื่องจากแสงจากหลอดดูดส่วนที่อยู่ใต้น้ำเคลื่อนที่ผ่านน้ำแล้วหักเหสู่อากาศ โดยเบนออกจากเส้นแนวฉากแล้วเข้าสู่ตาเรา ส่วนแสงจากหลอดดูดส่วนที่อยู่เหนือผิวน้ำจะเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่ตาเรา ได้โดยตรงจึงเห็นภาพตามที่เป็นจริง



ภาพ การหักเหของแสงที่ทำให้มองเห็นหลอดดูดหักงอ

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากพลาสติกไปยังอากาศ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของแสงจากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากกว่า มุมหักเหจะมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ เมื่อเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบให้มากขึ้น มุมหักเหก็จะเพิ่มขึ้นด้วย จนกระทั่งมุมตกกระทบมีค่าหนึ่งที่ทำให้รังสีหักเหขนานไปกับผิวรอยต่อของตัวกลาง หรือมุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา เรียกมุมตกกระทบนี้ว่า **มุมวิกฤติ (critical angle)** และถ้าเพิ่มมุมตกกระทบให้มากกว่ามุมวิกฤติ แสงจะไม่หักเหออกสู่อากาศแต่จะสะท้อนในพลาสติก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การสะท้อนกลับหมดของแสง (total internal reflection of light)** ในทำนองเดียวกัน ถ้าแสงเคลื่อนที่จากน้ำออกสู่อากาศก็จะเกิดการหักเหและสะท้อนกลับหมดของแสง โดยมีมุมวิกฤติประมาณ 49 องศา ดังภาพ



ภาพ การหักเหของแสงและการสะท้อนกลับหมดของแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่จากน้ำออกสู่อากาศ

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสะท้อนกลับหมดของแสงสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ปรากฏการณ์มิราจ รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้สร้างเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หลากหลาย เช่น เส้นใยนำแสง การเจียระไนเพชร เป็นต้น

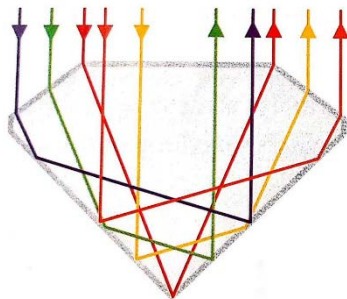
ปรากฏการณ์มิราจ (mirage)

ในวันที่อากาศร้อนจัด เราอาจมองเห็นคล้ายกับมีแอ่งน้ำบนถนนในระยะไกล แต่เมื่อเข้าไปใกล้ตำแหน่งที่เห็นภาพแอ่งน้ำนั้นกลับพบว่าแอ่งน้ำนั้นได้หายไป ปรากฏการณ์เกิดภาพลวงตานี้เรียกว่า มิราจ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศใกล้ผิวถนนกับอุณหภูมิของอากาศที่อยู่สูงขึ้นไป โดยบริเวณเหนือผิวถนนอากาศมีอุณหภูมิสูงกว่าทำให้มีอัตราเร็วของแสงมากกว่าบริเวณที่อยู่ด้านบนที่อยู่สูงขึ้นไป เมื่อแสงสะท้อนจากเมฆที่อยู่ชั้นอากาศด้านบนตกกระทบกับชั้นอากาศด้านล่างก็จะเกิดการหักเห โดยมุมหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉากมากขึ้น ๆ ตามชั้นของอากาศ จนกระทั่งมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤตทำให้เกิดการสะท้อนกลับหมด ถ้าต่อแนวของแสงสะท้อนออกไปจะเป็นตำแหน่งภาพเมฆ พื้นถนนจึงมีลักษณะดูคล้ายกับแอ่งน้ำดังภาพ

ภาพ การหักเหและสะท้อนกลับหมดของปรากฏการณ์มิราจ

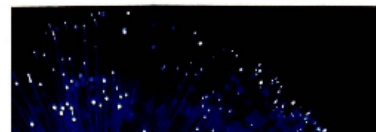
เพชร (diamond)

เพชรตามธรรมชาติไม่ได้มีประกายสวยงามเหมือนเพชรที่วางขายตามร้าน เพชรที่มีประกายสวยงามต้องผ่านการเจียระไนให้มุมและเหลี่ยมตามต้องการ เพื่อให้แสงที่ตกกระทบเพชรส่วนใหญ่เกิดการสะท้อนกลับหมด เนื่องจากอัตราเร็วของแสงในเพชรมีค่าน้อยกว่าอัตราเร็วของแสงในอากาศมาก มุมวิกฤตของเพชรจึงมีค่าน้อย ทำให้แสงมีโอกาสสะท้อนกลับหมดได้ดีกว่า จึงทำให้เห็นเพชรมีประกายแวววาวสวยงาม ดังภาพ



ภาพ การหักเหของแสงและการสะท้อนกลับหมดของแสงในเพชร

เส้นใยนำแสง (optical fiber)



แกนของเส้นใยนำแสงทำมาจากวัสดุโปร่งแสงประเภทแก้วหรือพลาสติก แกนนี้จะถูกหุ้มด้วยวัสดุ อีกชนิดหนึ่ง เมื่อฉายแสงเข้าไปด้านหนึ่งด้วยมุมตกกระทบที่มากกว่ามุมวิกฤติ แสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในเส้นใยนำแสงหลายๆครั้ง จนเคลื่อนที่ออกจากปลายอีกด้านหนึ่ง โดยไม่มีการหักเหออกนอกเส้นใยระหว่างทางเลย จากสมบัติดังกล่าว เส้นใยนำแสง จึงนำมาใช้ในการส่งสัญญาณสารสนเทศจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และสามารถป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกเส้นใยได้อีกด้วย นอกจากนี้ในทางการแพทย์ยังนำมาใช้เป็นตัวนำแสงในอุปกรณ์ตรวจอวัยวะภายในร่างกายคนไข้ โดยสอดเข้าทางปากเพื่อตรวจสอบดูสภาวะกระเพาะอาหารหรือลำไส้

ภาพ การสะท้อนกลับหมดในเส้นใยนำแสง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับการมองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำ โดยครูอาจสาธิตหรือให้นักเรียนดูวิดีโอที่เกี่ยวกับ การมองภาพเหรียญกษาณณ์ในหนังสือเรียนหน้า 140 (ipst.me/10585) จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับการหักเหของแสงอย่างไร ทำไมเมื่อรินน้ำลงในแก้ว กระเบื้องจึงสามารถมองเห็นเหรียญที่อยู่ก้นภาชนะได้ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ)

2) ทบทวนการเขียนรังสีของแสง เพื่อแสดงตำแหน่งภาพที่เกิดในกระจกเงาว่าภาพเกิดจากรังสีของแสงสะท้อนตัดกันหรือต่อให้ไปตัดกัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงตำแหน่งภาพของวัตถุที่อยู่ในน้ำ จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ภาพของวัตถุที่อยู่ใต้น้ำจะเป็นภาพเสมือน ซึ่งเกิดจากการต่อรังสีหักเหให้ตัดกัน โดยภาพจะอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ตรงกับตำแหน่งจริงของวัตถุ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.8 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีอัตราเร็วแสงน้อยไปยังตัวกลางที่มีอัตราเร็วแสงมาก รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบให้มากขึ้นเรื่อย ๆ

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 141 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การสะท้อนกลับหมดของแสง)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสง)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายแสงให้ตกกระทบบนจุดศูนย์กลางความโค้งของแท่งพลาสติกครึ่งวงกลม เพิ่มขนาดของมุมตกกระทบบนมุมหักเหมีขนาด 90 องศา จากนั้นเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบบให้มากขึ้นอีก)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตและรวบรวมลักษณะของการหักเหของแสง และค่ามุมตกกระทบบที่ทำให้มุมหักเหมีขนาด 90 องศา)

5) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น เพื่อให้ผลของการจัดกิจกรรมไม่คลาดเคลื่อน นักเรียนต้องฉายแสงให้ตกกระทบบนจุดศูนย์กลางความโค้งของแท่งพลาสติกครึ่งวงกลมพอดี นักเรียนควรบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสงโดยทำจุดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นตรงเชื่อมจุดทั้ง 3 แต่ในทางปฏิบัตินักเรียนอาจไม่สามารถฉายรังสีตกกระทบบให้แสงหักเหขนานไปกับผิวตรงของแท่งพลาสติกหรือมุมหักเหมีขนาด 90 องศา ได้พอดี ครูควรแนะนำให้เรียนบันทึกค่ามุมตกกระทบบที่ทำให้มุมหักเหมีค่าใกล้เคียง 90 องศา มากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.8 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อฉายแสงให้เคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกไปยังอากาศจะเกิดการหักเหโดยมุมหักเหจะมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบบเมื่อเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบบให้มากขึ้น มุมหักเหก็จะเพิ่มขึ้นด้วย จนกระทั่งมุมตกกระทบบมีค่าหนึ่งที่ทำให้มุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา และถ้าเพิ่มมุมตกกระทบบให้มากขึ้นอีกแสงจะไม่หักเหออกสู่อากาศแต่จะสะท้อนกลับในแท่งพลาสติกครึ่งวงกลมนั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการสะท้อนกลับหมด มุมวิกฤติ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง และการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงในชีวิตประจำวัน โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 143-146 และ ร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- ถ้าแสงเคลื่อนที่จากเพชรออกสู่อากาศ โดยมีมุมวิกฤติประมาณ 24.5 องศา แสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดเมื่อใด (แนวคำตอบ เมื่อแสงเคลื่อนที่จากเพชรออกสู่อากาศ แสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดเมื่อมีมุมตกกระทบบมากกว่า 24.5 องศา)

- ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็ว น้อย แสงจะมีโอกาสเกิดการสะท้อนกลับหมดหรือไม่ เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็ว น้อย แสงจะไม่มีโอกาสเกิดการสะท้อนกลับหมด เพราะแสงจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก ทำให้มุมหักเหมีค่าน้อยกว่ามุมตกกระทบเสมอ)

8) ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อให้สรุปได้ว่า

- การสะท้อนกลับหมดของแสงเกิดขึ้นเมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็ว น้อยกว่าไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากกว่า โดยมุมตกกระทบมีขนาดมากกว่ามุมวิกฤติ

- มุมวิกฤติคือมุมตกกระทบที่ทำให้รังสีหักเหขนานไปกับผิวรอยต่อของตัวกลาง หรือมุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา

- ความเข้าใจเกี่ยวกับการสะท้อนกลับหมดของแสงสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

12) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

13) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.8 จำนวน 7 รายการ

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.8 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.8 การสะท้อนกลับหมดของแสงเป็นอย่างไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสงได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมที่ 3.8	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.8	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน

		มุมมองที่เหมือนกันสัมพันธ์กับมุมมองกระทบอย่างไร จำนวน 5 ข้อ	ด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง จากการเขียนแผนภาพแสดงการสะท้อนกลับหมดของแสงได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.8	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.8 มุมหักเห มีความสัมพันธ์กับมุมมองกระทบอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 22	
เรื่อง การกระจายของแสง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ม.3/15 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เมื่อแสงผ่านปริซึมจะเกิดการหักเหโดยแสงแต่ละสีหักเหได้ไม่เท่ากัน ทำให้แสงแต่ละสีกระจายออกเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของแสง
- รังสีเกิดจากแสงหักเหผ่านหยดน้ำในอากาศ เกิดการกระจายของแสง ทำให้เรามองเห็นแสงสีต่างๆ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนอธิบายการกระจายของแสงเมื่อผ่านปริซึมได้ (K)
- นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต จากการสังเกตผลการกระจายแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกันได้ (P)
- นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

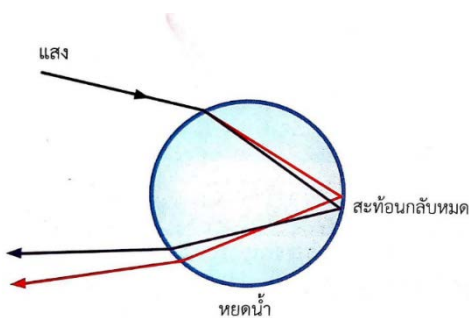
6. สารการเรียนรู้

เมื่อฉายแสงให้ตกกระทบปริซึม แสงจะเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศกับปริซึม แต่เนื่องจากแสงแต่ละสีเคลื่อนที่ใน แสงปริซึมด้วยอัตราเร็วที่ต่างกัน ทำให้เมื่อแสงเกิดการหักเหจึงมีมุมหักเห ที่ต่างกันทั้งเมื่อเข้าและออกจากปริซึม จึงเห็นแสงแต่ละสีกระจายออกและปรากฏบนฉากที่ตำแหน่งแตกต่างกัน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การกระจายของแสง (dispersion) และเรียกแสงสีต่าง ๆ ที่เห็นว่า สเปกตรัมของแสง (visible light spectrum)

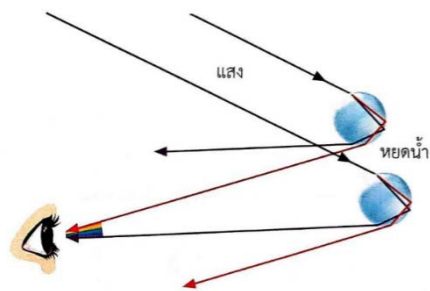


ภาพ การกระจายของแสง ทำให้มองเห็นสเปกตรัมของแสง

การกระจายของแสงสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้หลากหลาย เช่น การเกิดรุ้ง (rainbow) รุ้งเกิดขึ้นเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าไปในหยดน้ำ จะเกิดการหักเหของแสงซึ่งแสงแต่ละสี มีมุมหักเหที่แตกต่างกัน จากนั้นแสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ และเมื่อแสงเคลื่อนที่จากหยดน้ำออกสู่อากาศ แสงแต่ละสีจะหักเหอีกครั้งหนึ่งก่อนจะเคลื่อนที่เข้าสู่ตาคน ทำให้เรามองเห็นแสงสีต่าง ๆ เกิดเป็นแถบสีของรุ้ง รุ้งที่เกิดจากการสะท้อนกลับหมดในหยดน้ำ 1 ครั้ง เรียกว่า รุ้งปฐมภูมิ ดังภาพ ส่วนรุ้งที่เกิดจากการสะท้อนกลับหมดในหยดน้ำ 2 ครั้ง เรียกว่า รุ้งทุติยภูมิ ดังภาพ



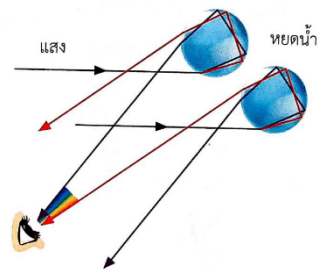
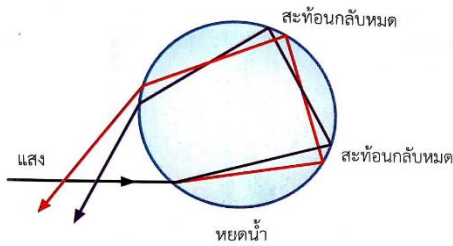
ก. แสงอาทิตย์ตกกระทบหยดน้ำจากด้านบน เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ 1 ครั้ง



ข. คนมองเห็นรุ้งมีแถบด้านบนเป็นสีแดงจากหยดน้ำที่อยู่สูงกว่าและมองเห็นรุ้งมีแถบบนกลางเป็นสีม่วง

โดยแสงสีม่วงจะหักเหออกมาอยู่เหนือแสงสีแดง จากหยดน้ำที่อยู่ต่ำกว่า
ภาพ การเกิดรุ้งปฐมภูมิ

นอกจากความรู้เรื่องการหักเหของแสงจะสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติแล้ว มนุษย์ยังนำความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงมาใช้ประโยชน์ในการสร้างเลนส์ (lens) ซึ่งเป็นตัวกลางโปร่งใสประเภทหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงได้ตามความต้องการ เลนส์ส่วนใหญ่ทำมาจากวัสดุประเภทแก้วหรือพลาสติก เลนส์มี 2 ประเภท คือ เลนส์นูน (convex lens) มีลักษณะหนาบริเวณส่วนกลางของเลนส์และบางบริเวณขอบ ส่วนเลนส์เว้า (concave lens) มีลักษณะบางบริเวณส่วนกลางของเลนส์และหนาบริเวณขอบ ดังภาพ



ก. แสงอาทิตย์ตกกระทบหยดน้ำจากด้านล่าง เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในหยดน้ำ 2 ครั้ง โดยแสงสีม่วงจะหักเหออกมาอยู่ด้านล่างแสงสีแดง
ข. คนมองเห็นรุ้งมีแถบด้านบนเป็นสีม่วงจากหยดน้ำที่อยู่สูงกว่าและมองเห็นรุ้งมีแถบบนเป็นสีแดงจากหยดน้ำที่อยู่ต่ำกว่า

ภาพ การเกิดรุ้งทุติยภูมิ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

- 1) ครูทบทวนความรู้การสังเกตของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามดังนี้
 - แถบสีที่เกิดหลังจากการเกิดรุ้งมีกี่สี อะไรบ้าง (7 สี ได้แก่ ม่วง คราว น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง)
 - ปรากฏการณ์การเกิดรุ้ง มีสาเหตุจากอะไร (เกิดจากแสงหักเหผ่านหยดน้ำในอากาศ เกิดการกระจายของแสง ทำให้เรามองเห็นแสงสีต่างๆ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า เมื่อแสงเกิดการหักเหบริเวณรอยต่อระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด ทำให้เห็นแนวการเคลื่อนที่ของแสงเบนไปจากแนว การเคลื่อนที่เดิม นักเรียนคิดว่าแสงสีต่างกันที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน จะเกิดการหักเหเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 147 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การกระจายของแสงเมื่อแสงผ่านปริซึม)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายการกระจายของแสง)
- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายแสงให้ตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยม สังเกตการหักเหของแสงที่เกิดขึ้น)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวของรังสีตกกระทบแนวรังสีหักเห และสิ่งที่ปรากฏบนฉาก)

4) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น ควรฉายแสงให้เกิดการหักเหภายในแท่งปริซึม 2 ครั้ง เพื่อให้แสงแต่ละสีแยกออกจากกันชัดเจน ครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

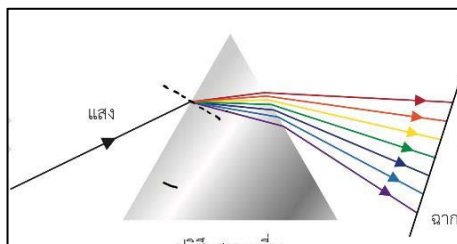
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุป จากกิจกรรมว่า** เมื่อฉายแสงให้ตกกระทบปริซึมสามเหลี่ยม แสงจะเกิดการหักเหโดยแสงแต่ละสีจะเกิดการหักเหด้วยมุมที่แตกต่างกัน ทำให้แสงแต่ละสีแยกออกจากกันและปรากฏเป็นสีต่าง ๆ เรียงกันบนฉากขาว

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการกระจายของแสงและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการกระจายของแสง โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 148-150 และตอบคำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- แสงสีใดเคลื่อนที่ในปริซึมได้เร็วที่สุด (แนวคำตอบ เมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่ปริซึมหรือจากตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วมากไปยังตัวกลางที่แสงมีอัตราเร็วน้อย มุมหักเหจะเล็กกว่ามุมตกกระทบ จากการสังเกตพบว่าแสงสีม่วงมีมุมหักเหที่น้อยที่สุด แสดงว่าแสงสีม่วงมีอัตราเร็วที่น้อยที่สุดในปริซึม ส่วนแสงสีแดงมีมุมหักเหมากที่สุด แสงสีแดงจึงมีอัตราเร็วสูงสุดในปริซึม ดังภาพ)



8) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อฉายแสงเข้าสู่ปริซึมแสงจะเกิดการหักเห 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเกิดเมื่อแสงเคลื่อนที่จากอากาศเข้าสู่ปริซึมและครั้งที่สองเมื่อแสงเคลื่อนที่จากปริซึมออกสู่อากาศ ทำให้เกิดการกระจายของแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่าสเปกตรัมของแสง เนื่องจากแสง แต่ละสีเคลื่อนที่ในปริซึมด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกันจึงหักเหไม่เท่ากันจนแยกออกจากกัน เราสามารถใช้ความรู้เรื่องการกระจายแสงไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ เช่น การเกิดรุ้ง

9) ครูให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนเพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สืบค้นได้จาก https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงสีต่าง ๆ ในตัวกลางอื่น ๆ และปริซึมรูปทรงอื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

10) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

11) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.9 จำนวน 6 รายการ

8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง Bending light (การหักเหของแสงในตัวกลางอื่นๆ)

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการกระจายของแสงเมื่อผ่านปริซึมได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมที่ 3.9	- คำถามทำกิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็น อย่างไรจำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่าน การประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกต	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก	- แบบบันทึกการค้นคว้า	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน

จากการสังเกตผลการกระจายแสงเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน (ด้านกระบวนการ: P)	การค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.9	กิจกรรมที่ 3.9 การกระจายของแสงเป็นอย่างไร	ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำงานกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนนระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 23	
เรื่อง การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/14 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ม.3/15 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- เลนส์ คือ ตัวกลางโปร่งใสที่ทำหน้าที่รวมแสงหรือกระจายแสงแบ่งเป็นเลนส์นูนและเลนส์เว้า
- เลนส์นูนมีลักษณะหนาบริเวณส่วนกลางของเลนส์และบางที่บริเวณขอบ ส่วนเลนส์เว้ามีลักษณะหนาบริเวณขอบของเลนส์และบางบริเวณส่วนกลางของเลนส์

7. เลนส์นูนทำหน้าที่รวมแสง ถ้าแสงขนานที่ขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบเลนส์นูน แสงขนาน จะหักเหและไปตัดกันที่จุดหนึ่งอีกด้านหนึ่งของเลนส์บนแกนमुखสำคัญ เรียกว่า จุดโฟกัสของเลนส์นูน ระยะทางจากจุดกึ่งกลางเลนส์ถึงจุดโฟกัสเรียกว่า ความยาวโฟกัส
8. เลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสงถ้าแสงขนานที่ขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบเลนส์เว้า แสงจะหักเหออกจากกันทำให้ไม่ตัดกัน แต่ถ้าต่อแนวของรังสีของแสงหักเหออกมาด้านหน้าเลนส์ จะพบว่าแนวเหล่านี้จะไปตัดกันที่จุดหนึ่งบนแกนमुखสำคัญ เรียกว่า จุดโฟกัสของเลนส์เว้า ระยะทางจากจุดกึ่งกลางเลนส์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่า ความยาวโฟกัส

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4. นักเรียนอธิบายการหักเหของแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง จากการเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

เมื่อแสงขนานตกกระทบเลนส์นูนและเลนส์เว้า แสงจะเกิดการหักเหและเปลี่ยนแนวการเคลื่อนที่ โดยแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนจะหักเหไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ในขณะที่แสงขนานที่ผ่านเลนส์เว้าจะหักเหกระจายออก

เลนส์ที่นำมาใช้ในการศึกษานี้เป็นเลนส์บาง มีกึ่งกลางเลนส์ (O) อยู่ที่จุดกึ่งกลางระหว่างผิวโค้งทั้งสอง และมีจุด C เป็นศูนย์กลางความโค้งของผิวทั้งสองของเลนส์ เรียกเส้นตรงที่ผ่านจุด C และ O ว่าแกนमुखสำคัญ ดังภาพ

ก. เลนส์นูน

ข. เลนส์เว้า

ภาพ ส่วนประกอบของเลนส์นูนและเลนส์เว้า

เมื่อแสงตกกระทบบนเลนส์นูนโดยแนวรังสีที่ตกกระทบบนกึ่งกลางเลนส์ แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าแสงขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบบนเลนส์นูนที่ตำแหน่งอื่น ๆ รังสีของแสงจะหักเหไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนแกนमुखสำคัญอีกด้านหนึ่งของเลนส์ จุดที่รังสีหักเหตัดกันนี้ เรียกว่า **จุดโฟกัสของเลนส์นูน (F)** ระยะทางจากกึ่งกลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่า **ความยาวโฟกัส (f)** ดังภาพ



ก. เลนส์นูน

ข. เลนส์เว้า

ภาพ การหักเหของแสงผ่านเลนส์

สำหรับเลนส์เว้า เมื่อแสงตกกระทบบนเลนส์เว้าโดยแนวรังสีที่ตกกระทบบนจุดกึ่งกลางเลนส์ (O) แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าแสงขนานกับแกนमुखสำคัญตกกระทบบนเลนส์เว้าที่ตำแหน่งอื่น ๆ รังสีของแสงจะกระจายออกไปอีกด้านหนึ่งของเลนส์ ทำให้รังสีหักเหไม่ตัดกัน แต่ถ้าต่อแนวของรังสีหักเหของแสง จะพบว่าแนวรังสีที่ต่อออกมานี้จะไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนแกนमुखสำคัญทางด้านหน้าของเลนส์ เรียกว่า **จุดโฟกัสเสมือนของเลนส์เว้า (F)** ระยะทางจากจุดกึ่งกลางของเลนส์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่า **ความยาวโฟกัส (f)**

เมื่อวางวัตถุในตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน ภาพของวัตถุที่มองเห็นอาจเป็นภาพหัวกลับหรือหัวตั้งก็ได้ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุโดยภาพหัวกลับสามารถใช้อาหรับภาพได้ ซึ่งมีทั้งภาพขนาดใหญ่กว่า เท่ากับ หรือ เล็กกว่าวัตถุ นอกจากนี้ภาพจากเลนส์นูนอาจเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ซึ่งไม่สามารถติดบนฉากได้

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจ โดยให้นักเรียนสังเกตเลนส์ 2 ชนิด โดยให้นักเรียน สัมผัสและสังเกต เพื่อลงข้อสรุปว่าเลนส์ใด เป็นเลนส์นูนและเลนส์เว้า และพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงการนำเลนส์ทั้ง 2 ชนิดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร โดยใช้คำถามว่า การหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าจะมีลักษณะอย่างไร

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 151 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้า)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายการหักเหของแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้า)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายแสงขนานให้ตกกระทบบนเลนส์นูนและเลนส์เว้า สังเกตการหักเหของแสงที่เกิดขึ้น)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (แนวของรังสีตกกระทบบนและรังสีหักเห)

4) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น หากแสงที่ออกจากกล่องแสงไม่ขนานหรือไม่คมชัด ให้ปรับหมุนหลอดไฟฟ้าด้านในกล่องแสงให้หลอดไฟอยู่ในระนาบเดียวกับพื้นโต๊ะ การบันทึกแนวการเคลื่อนที่ของแสง ควรให้นักเรียนทำจุดตามแนวแสงอย่างน้อย 3 จุด แล้วจึงลากเส้นตรงเชื่อมทั้ง 3 จุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อฉายแสงขนานกับเส้นตรงเส้นที่ 2 ให้ตกกระทบบนเลนส์นูน แสงจะหักเหไปรวมกันที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่ 2 หลังเลนส์ แต่ถ้าฉายแสงขนานกับเส้นตรงเส้นที่ 2 ให้ตกกระทบบนเลนส์เว้าแสงหักเหกระจายออกจากกันเมื่อต่อแนวรังสีหักเหจากเลนส์เว้า แนวรังสีที่ต่อออกไปจะตัดกันที่ตำแหน่งหนึ่งบนเส้นตรงที่ 2 หน้าเลนส์

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเลนส์และส่วนประกอบของเลนส์นูนและเลนส์เว้า โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 152 จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- เลนส์นูนมีลักษณะหนาบริเวณตรงกลางของเลนส์และบางตรงบริเวณขอบ เลนส์นูนทำหน้าที่รวมแสง
- เลนส์เว้ามีลักษณะบางตรงกลางของเลนส์และหนาตรงขอบ เลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสง
- เมื่อแสงตกกระทบบนเลนส์นูนและเลนส์เว้าโดยแนวรังสีที่ตกกระทบบนจุดกึ่งกลางเลนส์ แนวการเคลื่อนที่ของแสงจะไม่เปลี่ยนแปลง

- ถ้าแสงขนานกับเส้นแกนमुखสำคัญตกกระทบบเลนส์นูนที่ตำแหน่งอื่น ๆ รังสีของแสงจะหักเหไปตัดกันที่จุดโฟกัส

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.10 จำนวน 7 รายการ

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการหักเหของแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.10	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน

<p>2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง จากการเขียนแผนภาพรังสีของแสง แสดงการเกิดภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ (ด้านกระบวนการ: P)</p>	<p>- ตรวจการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.10</p>	<p>- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.10 การหักเหของแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เป็นอย่างไร</p>	<p>- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ</p>
<p>3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)</p>	<p>- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน</p>	<p>- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน</p>	<p>- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ</p>

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
 (.....)
 ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
 (.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 24	
เรื่อง ภาพที่เกิดจากเลนส์ตา	รายวิชาวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/18 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1) ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตายาว เป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดี จึงต้องใช้เลนส์ในการแก้ไข เพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติ โดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตายาวใช้เลนส์นูน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

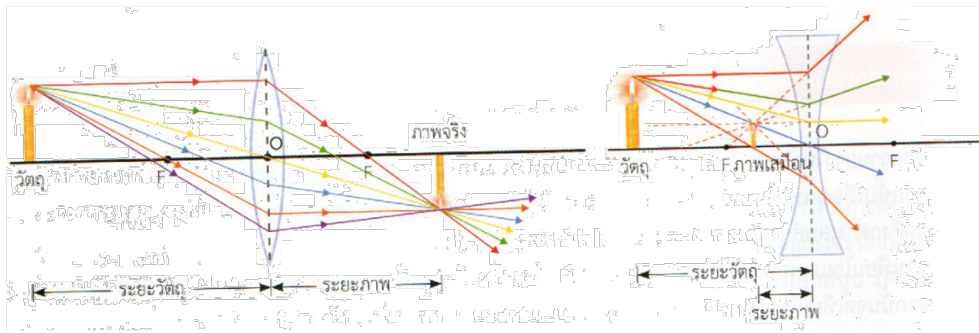
4. นักเรียนบรรยายภาพที่เกิดจากเลนส์นูนได้ (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการสื่อสาร จากการสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการเกิดภาพของเลนส์ตาได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้ จากการใช้แผนภาพรังสีของแสง โดยอาศัยหลักการที่ว่า แสงเคลื่อนที่จากวัตถุทุกทิศทางและเมื่อแสงตกกระทบเลนส์ที่มุมต่างๆ จะเกิดการหักเห โดยรังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหจะไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ตำแหน่งที่รังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหตัดกันจะเป็นตำแหน่งของภาพ ถ้าวางรังสีหักเหตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีหักเหให้ตัดกันจะเกิดภาพเสมือน ดังภาพ




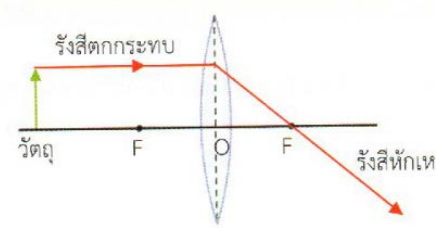
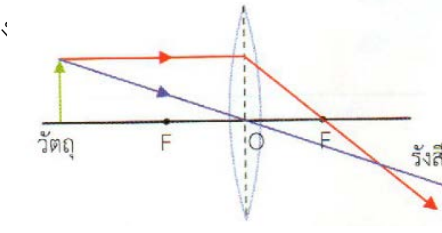
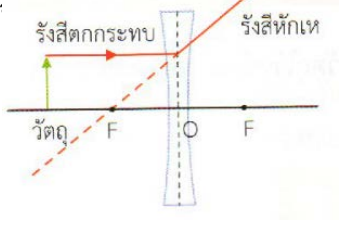

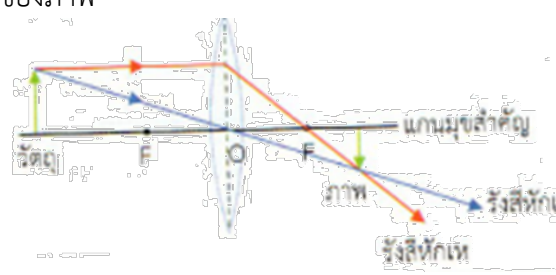

ก. เลนส์นูน

ข. เลนส์เว้า

ภาพ การเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อระบุตำแหน่งของภาพเมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์

เพื่อความสะดวกในการเขียนแผนภาพ เพื่อหาตำแหน่งภาพที่เกิดจากเลนส์ เราจะเขียนแผนภาพรังสีของแสงที่ออกจากวัตถุเพียง 2 เส้น ซึ่งอาจจะเป็นรังสีตกกระทบที่ขนานกับแกนमुखสำคัญซึ่งจะทำให้รังสีหักเหหรือแนวของรังสีหักเหไปตัดกันที่จุดโฟกัส และรังสีที่ผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการหักเหโดยแนวของรังสีของแสงจะคงแนวเดิม การเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าทำได้ดังภาพ

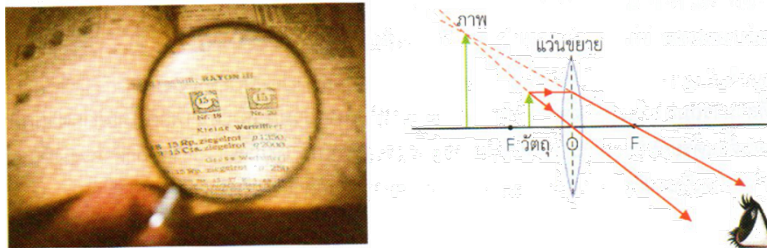
<p>1) วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนमुखสำคัญ</p>	<p>1) วาดรูปวัตถุในแนวตั้งบนแกนमुखสำคัญ</p>
<p>2) ลากรังสีเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบเส้นแนวกึ่งกลางเลนส์โดยขนานกับแกนमुखสำคัญ</p>	<p>2) ลากรังสีเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบเส้นแนวกึ่งกลางเลนส์โดยขนานกับแกนमुखสำคัญ</p> 

<p>3) รังสีหักเหจะผ่านจุด F</p>  <p>4) ลากรังสีอีกเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบบนเลนส์ โดยผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ แนวรังสีหักเหจะไม่เปลี่ยนทิศทาง</p> 	<p>3) รังสีหักเหจะกระจายออก โดยแนวของรังสีหักเห จะผ่าน</p>  <p>4) ลากรังสีอีกเส้นหนึ่งจากวัตถุให้ตกกระทบบนเลนส์ โดยผ่านจุดกึ่งกลางเลนส์ แนวรังสีหักเหจะไม่เปลี่ยนทิศทาง</p> 
<p>5) จุดที่รังสีหักเหทั้งสองเส้นตัดกันคือตำแหน่งของภาพ</p> 	<p>5) ลากต่อแนวรังสีหักเหทั้งสองเส้นด้วยเส้นประให้ตัดกัน จุดที่รังสีหักเหเสมือนว่าตัดกันคือตำแหน่งของภาพเสมือน</p> 
<p>เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากรังสีหักเหของแสงตัดกันจริงจะเป็นภาพจริง หักกลับ สามารถเกิดบนฉากรได้</p>	<p>เมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งนี้ ภาพที่เกิดขึ้นจากการต่อแนวรังสีหักเหไปด้านหลังเลนส์แล้วตัดกันจึงเป็นภาพเสมือน มีลักษณะเป็นภาพหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ</p>

เลนส์นูนทำหน้าที่รวมแสง ส่วนเลนส์เว้าทำหน้าที่กระจายแสง ซึ่งทำให้เกิดภาพที่มีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะวัตถุ เราสามารถนำเลนส์นูนและเลนส์เว้าไปประยุกต์ใช้ในการทำงานของทัศนอุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ แว่นสายตา เป็นต้น

แว่นขยาย (magnifying glass)

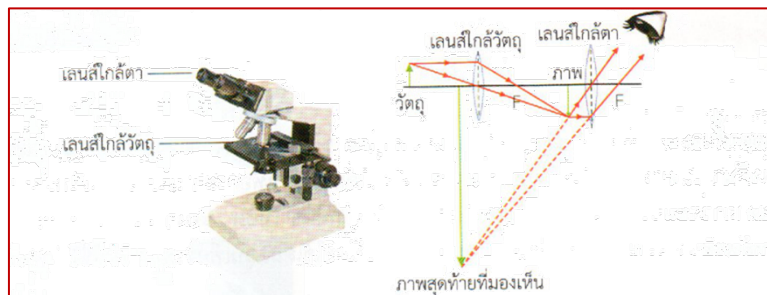
แว่นขยายทำมาจากเลนส์นูน เป็นทัศนอุปกรณ์ที่นำมาใช้ขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าวัตถุจริง การใช้แว่นขยายต้องวางวัตถุไว้ใกล้กว่าความยาวโฟกัส เพื่อทำให้เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ โดยการมองเห็นภาพต้องมองเข้าไปในเลนส์ ดังภาพ



ภาพ แว่นขยายและหลักการทำงานของแว่นขยาย

กล้องจุลทรรศน์ (microscope)

กล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ขยายภาพวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก ประกอบด้วยเลนส์นูนสองอัน อันแรกเป็นเลนส์ใกล้วัตถุที่ทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ เลนส์ที่สองเป็นเลนส์ใกล้ตาจะขยายภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุให้เป็นภาพเสมือน หัวกลับ ขนาดขยาย ดังภาพ



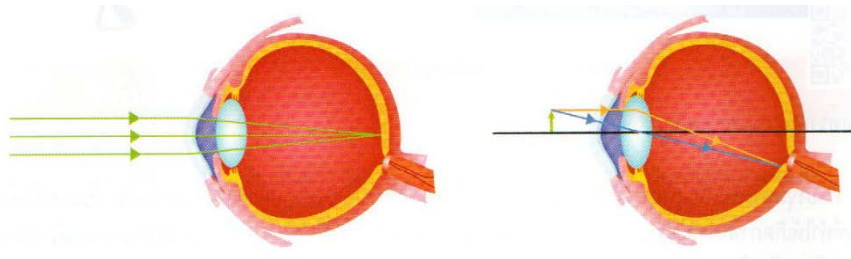
ภาพ กล้องจุลทรรศน์และหลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์

ดวงตามนุษย์ (human eye)

ดวงตาเป็นอวัยวะที่ซับซ้อน มีส่วนประกอบสำคัญหลายอย่าง เลนส์ตาที่ทำงานสัมพันธ์กัน เช่น เลนส์ตา กระจุกตา เซลล์ประสาทตา กล้ามเนื้อตา ดังภาพ โดยคนเราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ เนื่องจากแสงจากวัตถุเคลื่อนที่เข้าสู่ดวงตาแล้วหักเหผ่านกระจุกตาหรือตาต่าที่มีลักษณะโค้ง ใส ไม่มีสี จากนั้น จะมีการหักเหเพิ่มเติมอีกครั้งที่เลนส์ตา โดยกล้ามเนื้อตาจะปรับความยาวโฟกัสของเลนส์ตา เพื่อให้แสงรวมกันที่เรตินาที่ ผนังด้านหลัง ซึ่งมีเซลล์ประสาททำหน้าที่รับแสงสีต่าง ๆ จากนั้นเรตินาจะส่งสัญญาณผ่านเซลล์ประสาทตาให้สมองตีความความเป็นภาพที่มองเห็น

ภาพ โครงสร้างดวงตามนุษย์

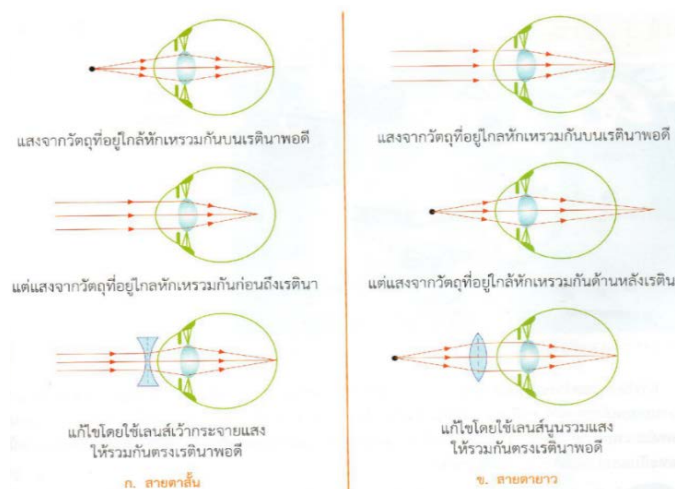
ดวงตาที่สามารถมองเห็นภาพต่าง ๆ ได้ตามปกติ แสงหักเหจะรวมกันที่เรตินาพอดี โดยสายตาศูนย์ตามปกติของมนุษย์ จะมองเห็นวัตถุชัดเจนตั้งแต่ระยะประมาณ 25 เซนติเมตรจนถึงระยะอนันต์ แต่ถ้าตำแหน่งที่แสงหักเหรวมกันไม่ได้อยู่ที่เรตินาก็จะเกิดเป็นความบกพร่องทางสายตา เช่น สภาวะสายตาสั้นและสายตายาว



ก. การหักเหของแสงจากระยะอนันต์ ข. การหักเหของแสงเมื่อวัตถุอยู่ใกล้ดวงตา

ภาพ ภาพการหักเหของแสงของตาคนปกติ

คนที่มีสายตาสั้นจะมองเห็นวัตถุใกล้ ๆ ได้ชัดแต่มองวัตถุไกล ๆ ไม่ชัด เนื่องจากแสงที่หักเหผ่านเลนส์ตาไปรวมกันที่ตำแหน่งก่อนถึงเรตินา เราสามารถแก้ไขสภาวะสายตาสั้นได้ โดยใช้เลนส์เว้าเพื่อกระจายแสงออกไปตกบนเรตินาพอดี สำหรับคนที่มีสายตายาวจะมองเห็นวัตถุไกล ๆ ได้ชัดแต่มองวัตถุใกล้ ๆ ไม่ชัด เนื่องจากแสงที่หักเหผ่านเลนส์ตาไปรวมกันที่ตำแหน่งหลังเรตินา เราสามารถแก้ไขสภาวะสายตายาวได้โดยใช้เลนส์นูนเพื่อรวมแสงเข้าให้ไปตกบนเรตินาพอดี ดังภาพ



ภาพ ลักษณะการหักเหของแสงในสภาวะคนสายตาสั้นและสายตายาวและการใช้เลนส์แก้ไขความผิดปกติ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจ โดยใช้ใช้แว่นขยายส่องดูเส้นลายมือของตนเอง เลื่อนแว่นขยายเข้าและออกจากมือแล้วสังเกตภาพที่เกิดขึ้น จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นความสนใจ เช่น แว่นขยายเป็นเลนส์นูนหรือเลนส์เว้า ภาพเส้นลายมือเมื่อมองผ่านแว่นขยายแตกต่างจากเส้นลายมือจริงอย่างไร และเขียนแผนภาพรังสีของแสงเพื่อระบุตำแหน่งภาพได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร โดยนักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 153 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและบรรยายภาพที่เกิดจากเลนส์นูน)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน จุดเทียนไขวางหน้าเลนส์นูนที่ตำแหน่งต่าง ๆ สังเกตภาพเมื่อมองผ่านเลนส์นูนและภาพที่ปรากฏบนฉาก)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระยะวัตถุ ระยะภาพ ลักษณะของภาพเมื่อมองผ่านเลนส์และลักษณะของภาพที่ปรากฏบนฉาก)

3) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การสังเกตภาพที่ปรากฏบนฉาก โดยเมื่อวางเทียนไขที่จุดโฟหน้าเลนส์นูนที่ระยะน้อยกว่า f แล้วนำฉากมาวางด้านหลังเลนส์ นักเรียนจะสังเกตเห็นดวงไฟวงกลมสีส้มบนฉากขาว โดยดวงไฟวงกลมสีส้มบนฉากขาวนี้ไม่ถือว่าเป็นภาพของเทียนไข ดังนั้นเมื่อวางเทียนไขที่จุดโฟหน้าเลนส์นูนที่ระยะน้อยกว่า f จึงไม่สามารถหาระยะภาพได้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า

เมื่อวางเทียนไขไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ หน้าเลนส์นูน ลักษณะของภาพเทียนไขที่มองเห็นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเทียนไข ซึ่งอาจเป็นภาพหัวกลับที่ปรากฏบนฉากรับภาพที่มีทั้งภาพขนาดใหญ่กว่าหรือเล็กกว่าเทียนไข หรืออาจเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถเกิดบนฉากได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้แผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์ โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 154-156 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- กระจกเงาและเลนส์มีหลักการการทำงานเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ กระจกเงาและเลนส์มีหลักการการทำงานแตกต่างกันโดยภาพจากกระจกเงาเกิดจากการสะท้อนของแสง ในขณะที่ภาพจากเลนส์เกิดจากการหักเหของแสง)

6) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้สรุปได้ว่า ภาพจากเลนส์เกิดจากรังสีหักเหตัดกันหรือต่อแนวรังสีให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีหักเหตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีหักเหให้ตัดกันจะเกิดภาพเสมือน

7) ครูให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนจริงโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในหนังสือเรียนหน้า 156 ([ipst.me/10589](https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_en.html)) สืบค้นจาก https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_en.html เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับการเกิดภาพจากเลนส์นูน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 3.11 จำนวน 5 รายการ

8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง Bending light (การหักเหของแสงในตัวกลางอื่นๆ)

https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_en.html

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. บรรยายภาพที่เกิดจากเลนส์นูน (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 3.11	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสื่อสารจากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดภาพของเลนส์ตาได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.11	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.11 ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นอย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ..... ผู้สอน
 (.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 25	
เรื่อง ความสว่าง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/19 อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อดวงตาจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น

ว 2.3 ม.3/20 วัดความสว่างของแสงโดยใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง

ว 2.3 ม.3/21 ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่อง ความสว่างของแสงที่มีต่อดวงตา โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะการจัดการความสว่างให้เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

3. ความสว่างของแสงมีผลต่อดวงตามนุษย์ การใช้สายตาในสภาพแวดล้อมที่มีความสว่างไม่เหมาะสมจะเป็นอันตรายต่อดวงตา เช่น การดูวัตถุในที่มีความสว่างมากหรือน้อยเกินไป การจ้องดูหน้าจอภาพเป็นเวลานาน
4. ความสว่างบนพื้นที่รับแสงมีหน่วยเป็นลักซ์ ความรู้เกี่ยวกับความสว่างสามารถนำมาใช้จัดความสว่างให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจัดความสว่างที่เหมาะสมสำหรับการอ่านหนังสือ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4. นักเรียนระบุความสว่างของแสงที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการวัด จากการใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง พร้อมระบุหน่วยของการวัดได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

เราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ เพราะมีแสงจากวัตถุเข้าสู่ดวงตาเรา ปริมาณแสงที่เข้าสู่ดวงตา ปริมาณแสงที่เข้าสู่ดวงตาก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการมองเห็น เรียกปริมาณแสงที่ตกกระทบบนพื้นที่หนึ่งๆ ว่า **ความสว่าง (illuminance)** มีหน่วยเป็น **ลักซ์ (lux)** เราสามารถวัดความสว่างบนพื้นผิวหนึ่ง ๆ ได้โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า **ลักซ์มิเตอร์ (luxmeter)** ดังภาพ



ภาพ ลักซ์มิเตอร์ (luxmeter)

เมื่ออ่านหนังสือในห้องที่ปริมาณแสงไม่เพียงพอเป็นเวลานาน ๆ นักเรียนจะรู้สึกอย่างไร การจัดความสว่างให้เหมาะสมกับกิจกรรมและสถานที่นั้น ๆ จะทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างชัดเจน เกิดความสบายตา ทราบหรือไม่ว่าความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าเท่าใด

ในชีวิตประจำวัน เราต้องทำกิจกรรมที่หลากหลายในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งความสว่างที่เหมาะสมมีความสำคัญและจำเป็นต่อดวงตาของเราเป็นอย่างมาก ความสว่างที่เหมาะสมต่อการทำกิจกรรมในสถานที่ต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง

ตาราง แสดงความสว่างที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

สถานที่	ความสว่าง (ลักซ์)
บ้าน	
ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องอาหาร	150 - 300
ห้องอ่านหนังสือ ห้องทำงาน	500 - 1,000
โรงเรียน	
โรงพลศึกษา หอประชุม	75-300
ห้องเรียน	300 - 750
ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ	750 - 1,000
โรงพยาบาล	
ห้องตรวจโรค	200 - 750
ห้องผ่าตัด	2,400 - 10,000
สำนักงาน	
บันไดฉุกเฉิน	30-75
ทางเดินภายในอาคาร	75 -200

การจัดความสว่างของสถานที่ให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่ให้มีผลต่อการทำงานของดวงตา ถ้าความสว่างน้อยเกินไป เช่น การอ่านหนังสือในห้องที่มีแสงสลัว ๆ ทำให้เรามองเห็นตัวอักษรได้ไม่ชัด ทำให้ดวงตาทำงานมากเกินไปจากการเพ่งมอง จนเกิดอาการเมื่อยตา ปวดศีรษะ หรือถ้ามีความสว่างมากเกินไป เช่น การมองวัตถุในเวลาที่มีแสงแดดจ้า ก็อาจทำให้ตาพร่ามัว แสบตา ปวดศีรษะได้ ดังนั้นเราจึงต้องจัดความสว่างของสถานที่ให้เหมาะสมและเพียงพอกับการทำกิจกรรมนั้น ๆ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ให้นักเรียนสังเกตภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหาหน้าเรื่อง หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) สสวท. หน้า 162 และโดยใช้ประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

- ลักซ์เป็นหน่วยวัดปริมาณใด (ความสว่างของพื้นผิวที่แสงตกกระทบ)

- โคมไฟที่ใช้ในห้องผ่าตัดควรเป็นโคมไฟที่ให้แสงสว่างที่พื้นผิวมากกว่าหรือน้อยกว่าโคมไฟที่ใช้อ่านหนังสือเพราะเหตุใด (โคมไฟที่ใช้ในห้องผ่าตัดควรทำให้เกิดแสงสว่างที่พื้นผิวมากกว่าเพราะแพทย์จำเป็นต้องใช้แสงสว่างที่มากจนสามารถเห็นรายละเอียดสิ่งที่จะผ่าตัดได้ชัดเจน)

2) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องความสว่างต่อไป โดยการตอบถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง

- มองดวงอาทิตย์ด้วยตาเปล่าในเวลากลางวัน (ไม่ถูกต้อง)
- สังเกตปรากฏการณ์สุริยุปราคาโดยใช้ฟิล์มเอกซเรย์ (ถูกต้อง)
- ดูโทรทัศน์ในห้องมืด (ไม่ถูกต้อง)
- สวมแว่นตากันแดดเมื่ออยู่กลางแจ้ง (ถูกต้อง)
- อ่านข้อความหรือเล่นเกมในโทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ตเป็นเวลานาน ๆ (ไม่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีความเท่าใดโดยใช้คำถามว่า เมื่ออ่านหนังสือในห้องที่ปริมาณแสงไม่เพียงพอเป็นเวลานาน ๆ นักเรียนจะรู้สึกอย่างไร การจัดความสว่างของสถานที่ให้เหมาะสมกับกิจกรรมของสถานที่นั้น ๆ จะทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างชัดเจน เกิดความสบายตา นักเรียนทราบหรือไม่ว่าความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมในแต่ละสถานที่ควรมีความเท่าใด

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และ วิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 162 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ความสว่างที่พื้นผิวในสถานที่ที่ใช้ทำกิจกรรม)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สำรวจความสว่างของสถานที่และนำเสนอแนวทางการจัดความสว่างให้เหมาะสมกับกิจกรรม)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สืบค้นข้อมูลความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมในสถานที่ต่าง ๆ สำรวจความสว่างของสถานที่ต่าง ๆ เช่น โรงเรียน บ้าน และนำเสนอแนวทางการจัดความสว่างให้เหมาะสม)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมในสถานที่ต่าง ๆ และความสว่างของสถานที่ต่าง ๆ)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น แหล่งข้อมูล สำหรับการสืบค้น วิธีการใช้แอปพลิเคชันวัดความสว่างในสมาร์ทโฟน แนวทางการวิเคราะห์และจัด

กระทำข้อมูล และครูควรรวบรวมข้อมูลจากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายภายหลังการทำกิจกรรม

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นอย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า ในชีวิตประจำวัน เราทำกิจกรรมที่หลากหลายในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสว่าง ที่เหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้นการจัดความสว่างให้เหมาะกับกิจกรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 163 จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและเพื่อให้สรุปได้ว่า ในชีวิตประจำวันเราทำกิจกรรมที่หลากหลายในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งแต่ละสถานที่ต้องมีปริมาณแสงที่ทำให้เกิดความสว่างบนพื้นที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรมนั้น ๆ ถ้าความสว่างไม่เหมาะสมก็จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของดวงตาของเราได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนและครูตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: ลักซ์มิเตอร์หรือแอปพลิเคชันวัดความสว่างในสมาร์ตโฟน
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าเท่าใด
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าเท่าใด
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. ระบุความสว่างของแสงที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.12	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีค่าเท่าใด จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการวัด	- ตรวจสอบการทำแบบ	- แบบบันทึกการค้นคว้า	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน

จากการใช้อุปกรณ์วัด ความสว่างของแสงพร้อม ระบุหน่วยของการวัด (ด้านกระบวนการ: P)	บันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 3.12	กิจกรรมที่ 3.12 ความสว่างที่เหมาะสมกับ กิจกรรมต่าง ๆ ควรมี ค่าเท่าใด	ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งาน อุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 26	
เรื่อง สร้างโปรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/17 อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง และการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.3 ม.3/18 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

3. การสะท้อนและการหักเหของแสงนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง มิราจ และอธิบายการทำงานของทัศนอุปกรณ์ เช่น แว่นขยายกระจกโค้งจรรยาจร กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ และแว่นสายตา
4. ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตาวาย เป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดี จึงต้องใช้เลนส์ในการแก้ไข เพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติ โดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตาวายใช้เลนส์นูน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4. นักเรียนอธิบายหลักการทำงานของโพรเจกเตอร์อย่างง่ายได้ (K)
5. นักเรียนใช้ทักษะการออกแบบและสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายได้ (P)
6. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

การสะท้อนและการหักเหของแสงนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง มิราจ และอธิบายการทำงานของทัศนอุปกรณ์ เช่น แว่นขยาย กระจกโค้งจรรยาจร กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ และแว่นสายตา

ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตาวายเป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดี จึงต้องใช้เลนส์ในการแก้ไขเพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติโดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตาวายใช้เลนส์นูน

หลักการทํางานของโพรเจกเตอร์อย่างง่ายมีส่วนประกอบสำคัญคือ เลนส์นูน โดยใช้สมาร์ตโฟนเป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยต้องวางสมาร์ตโฟนให้อยู่ห่างจากเลนส์นูน เป็นระยะมากกว่า f แต่ไม่เกิน $2f$ จึงจะทำให้เกิดภาพจริง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุบนฉาก

วิธีการสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่าย สามารถทำได้ด้วยวิธีการดังนี้

วัสดุอุปกรณ์ กล่องรองเท้า (ควรเลือกกล่องรองเท้าที่ด้านในเป็นสีดำ) เลนส์นูนหรือแว่นขยาย คลิปหนีบกระดาษ คัตเตอร์ เทปพันสายไฟสีดำ

วิธีทำ เริ่มตันจากทาบส่วนที่เป็นเลนส์ลงบนกล่องรองเท้าด้านที่สั้นกว่า แล้ววาดวงกลมรอบด้านนอกของเลนส์ ถ้าเลนส์นูนกับแว่นขยาย ให้ตัดตามแว่นขยายทิ้งก่อนลงมือทำ จากนั้นตัดวงกลมออก แล้วนำเลนส์มาทาบกับช่องวงกลม ใช้เทปพันสายไฟค่อยๆ แปะเลนส์เข้ากล่องรองเท้า จนกระทั่งติดแน่นและไม่เหลือช่องว่างให้แสงลอดเข้ามา และทำแทนวางโทรศัพท์ เริ่มจากตัดคลิปหนีบกระดาษให้กลายเป็นเส้นตรงก่อน จากนั้นแบ่งออกเป็น 5 ส่วนเท่าๆ กัน โดยให้ตรงกลางแคบที่สุด และริมทั้ง 2 ข้างยาวที่สุด จึงเริ่มตัดจากตรงกลางก่อน โดยหักลงลงมาทั้ง 2 ด้าน เพื่อทำเป็นน้กพิง จากนั้นตัดลวดด้านซ้ายและขวามาข้างหน้า ส่วนนี้จะกลายเป็นฐานที่รองรับสมาร์ตโฟนนะคะ เสร็จแล้วให้ตัดปลายลวดขึ้นมาเล็กน้อย เพื่อเป็นตัวล็อกให้สมาร์ตโฟนตั้งอยู่กับที่

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อวิดีโอทัศน์แสดง ไอเดียการสร้างโพรเจกเตอร์ อย่างง่าย เพื่อให้นักเรียนเห็นขั้นตอนการใช้ทำโพรเจกเตอร์อย่างง่าย (สืบค้นจาก Cool Idea: D.I.Y Projector <https://www.youtube.com/watch?v=gf2cjKZBmEg>)

2) ครูและนักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงแนวทางการสร้างและใช้งานโพรเจกเตอร์อย่างง่าย

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมท้ายบทเรื่อง สร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 164 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การนำหลักการหักเหของแสงมาสร้างเครื่องมือใช้งาน)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วางแผนและออกแบบวิธีการสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (วิธีการใช้งานและอธิบายหลักการทํางานของสร้างโพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง)

โพรเจกเตอร์อย่างง่ายด้วยตัวเอง)

5) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบผลการใช้งานโปรแกรมอย่างง่ายด้วยตัวเอง โดยทดสอบการใช้งานฉายภาพบนวัตถุพื้นเรียบ และบันทึกผล

7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท เรื่อง สร้างโปรแกรมอย่างง่ายด้วยตัวเอง โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลของการทดสอบใช้เครื่องมือภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า โปรแกรมอย่างง่ายมีส่วนประกอบสำคัญคือเลนส์นูน โดยใช้สมาร์ตโฟนเป็นแหล่งกำเนิดแสงโดยต้องวางสมาร์ตโฟนให้อยู่ห่างจากเลนส์นูนเป็นระยะมากกว่า f แต่ไม่เกิน $2f$ จึงจะทำให้เกิดภาพจริง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุบนฉาก

ขั้นที่ 5 ชั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมท้ายบท จำนวน 7 รายการ

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมท้ายบท สร้างโปรแกรมอย่างง่ายด้วยตัวเอง

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบทสร้างโปรแกรมอย่างง่ายด้วยตัวเอง

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายหลักการทำงานของโพรเจกเตอร์อย่างง่ายได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมทำยบพ	- คำถามทำกิจกรรม ทำยบพสร้างโพรเจกเตอร์ อย่างง่ายด้วยตัวเอง เท่าใด จำนวน 2 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการออกแบบ และสร้างโพรเจกเตอร์ อย่างง่าย (ด้านกระบวนการ: P)	- ทดสอบประสิทธิภาพ การใช้งานเครื่องมือ โพรเจกเตอร์อย่างง่าย	- เกณฑ์การประเมินทดสอบ ประสิทธิภาพการใช้งาน โพรเจกเตอร์อย่างง่าย	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งาน อุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 27	
เรื่อง ขนาดของแรงโน้มถ่วง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/1 อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- ดาวเคราะห์ต่าง ๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล
- แรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับผลคูณของมวลทั้งสอง และหารด้วยกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง แสดงได้โดยสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$
- ดาวเคราะห์แต่ละดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงที่มีขนาดต่างกัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

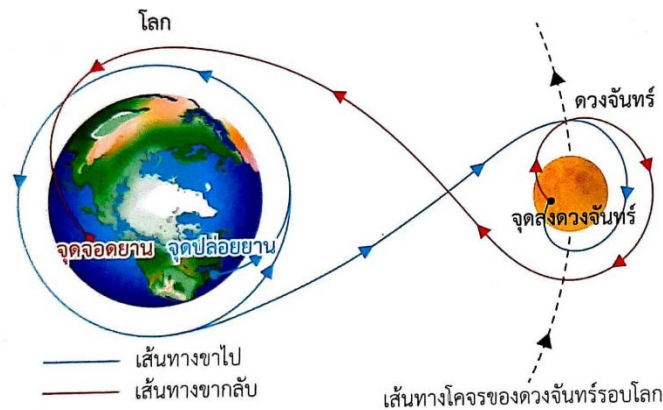
- นักเรียนอธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = Gm_1 m_2 / r^2$ ได้ (K)
- นักเรียนใช้ทักษะด้านการสื่อสาร โดยนำเสนอกราฟปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วงได้ (P)
- นักเรียนมีระเบียบวินัยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

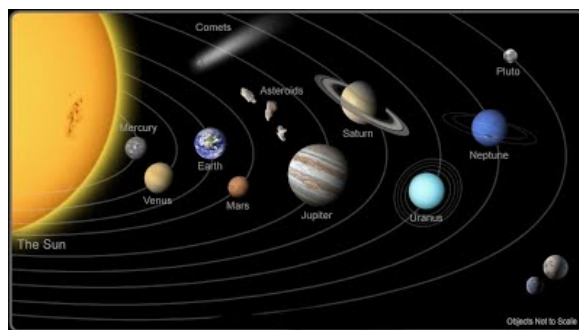
6. สารการเรียนรู้

นีล อาร์มสตรอง (Neil Armstrong) เป็นมนุษย์คนแรกๆ ที่ไปเหยียบบนดวงจันทร์ โดยเดินทางด้วยยานอพอลโล 11 พร้อมนักบินอวกาศอีก 2 คน ไปสำรวจดวงจันทร์ซึ่งอยู่ห่างจากโลกประมาณ 378,00 กิโลเมตร การเดินทางไปดวงจันทร์นี้ไม่ได้เดินทางเป็นเส้นตรง เพราะถ้าเดินทางเป็นเส้นตรงจะต้องใช้พลังงานสูงมาก เพื่อต้านแรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้นยานอพอลโล 11 จึงต้องเดินทางด้วยเส้นทางโค้ง เป็นระยะทางไปกลับถึง 1,533,792 กิโลเมตร โดยยานต้องเคลื่อนที่โคจรรอบโลกแล้วเร่งความเร็วให้มากพอที่จะหลุดจากแรงโน้มถ่วงของโลกเพื่อไปยังดวงจันทร์ แรงโน้มถ่วงทำให้ยานโคจรรอบโลกและดวงจันทร์ได้



ภาพ เส้นทางของยานอพอลโล 11 เดินทางไปดวงจันทร์

ระบบสุริยะของเรามีดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ ซึ่งเป็นวัตถุที่มีมวลมากที่สุดและเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ซึ่งล้อมรอบไปด้วยวัตถุต่าง ๆ เช่น ดาวเคราะห์ ดวงจันทร์ของดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหางวัตถุคอยเปอร์ และอื่น ๆ ดังภาพ ดวงอาทิตย์และวัตถุเหล่านี้ต่างยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงโน้มถ่วง ทำให้วัตถุทั้งหมดโคจรรอบดวงอาทิตย์



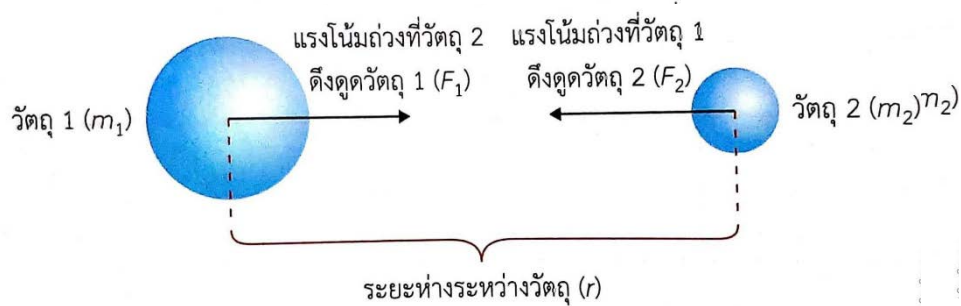
ภาพ วัตถุต่าง ๆ ในระบบสุริยะโคจรรอบดวงอาทิตย์ (ภาพที่แสดงไม่ตรงตามมาตราส่วนจริง)

โลกดึงดูดวัตถุต่าง ๆ บนโลกรวมถึงตัวเราไว้ด้วยแรงโน้มถ่วง แรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อวัตถุนี้ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก

น้ำหนักของคนคนหนึ่งหรือขนาดของแรงโน้มถ่วงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างคนกับจุดศูนย์กลางของโลก ยิ่งระยะห่างมากขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงก็จะยิ่งลดลง นอกจากนี้ขนาดของแรงโน้มถ่วงยังขึ้นอยู่กับมวลของดาวต่างๆด้วย ยิ่งมวลของดาวมากขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงก็จะยิ่งมากขึ้น

นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบขนาดของแรงโน้มถ่วงที่ดาวหนึ่ง ๆ กระทำต่อวัตถุที่มีมวลต่างกัน เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางดาวเท่ากัน พบว่าขนาดของแรงโน้มถ่วงก็จะต่างกันด้วย โดยวัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีขนาดของแรงโน้มถ่วงมากกว่า ดังนั้นขนาดของแรงโน้มถ่วงนอกจากขึ้นอยู่กับระยะห่างจากดาวและมวลของดาวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุนั้น ๆ อีกด้วย

วัตถุต่าง ๆ มีมวลและมีสนามโน้มถ่วงอยู่โดยรอบ ซึ่งเมื่อวัตถุอื่นเข้ามาในสนามโน้มถ่วงนี้ ก็จะทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุในทิศทางเข้าหาจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เป็นแหล่งของสนามโน้มถ่วง ดังนั้นวัตถุที่มีมวลจะมีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อกัน โดยกระทำที่จุดศูนย์กลางมวลด้วยขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุทั้งสองเป็นแรงกิริยา-ปฏิกิริยากัน ดังภาพ



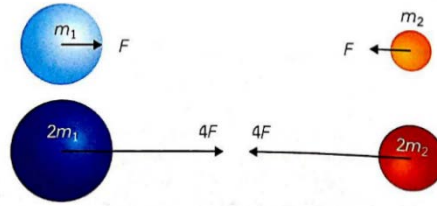
ภาพ แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ห่างกัน

ขนาดของแรงโน้มถ่วง (gravitational force : F) ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุทั้งสอง (m_1, m_2) เมื่อระยะห่างระหว่างวัตถุคงที่ ดังภาพ ก. เมื่อมวลของวัตถุ 1 (m_1) เพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ส่วนในภาพ ข. เมื่อมวลของวัตถุ 2 (m_2) เพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และในภาพ ค. เมื่อมวลของวัตถุทั้งสองเพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า



ก. เมื่อมวลของวัตถุ m_1 เพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

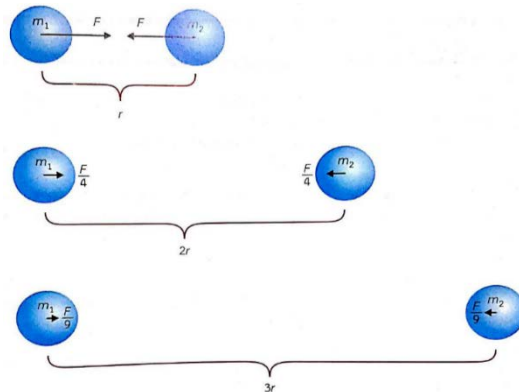
ข. เมื่อมวลของวัตถุ m_2 เพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า



ค. เมื่อมวลของวัตถุทั้งสองเพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า

ภาพ ที่ระยะห่างระหว่างวัตถุคงที่ ขนาดของแรงโน้มถ่วงระหว่างวัตถุจะมากขึ้น
เมื่อมวลของวัตถุทั้งสองเพิ่มขึ้น

ขนาดของแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลของวัตถุ นอกจากจะขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุทั้งสองแล้ว ยังขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างมวลของวัตถุด้วย โดยแรงโน้มถ่วงจะมีขนาดลดลงเป็นสัดส่วนกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ ดังภาพ



ภาพ เมื่อวัตถุมีมวลเท่ากัน ถ้าระยะห่างระหว่างวัตถุเพิ่มขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงยิ่งลดลง

กล่าวโดยสรุปได้ว่าขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับขนาดของมวลของวัตถุทั้งสองและกำลังสองของระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของวัตถุ เมื่อเขียนความสัมพันธ์เป็นสมการโดยมีค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่า ค่าคงที่โน้มถ่วงสากล (G) ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการทดลอง จะได้สมการแรงโน้มถ่วงดังนี้

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

เมื่อ F	แทน	ขนาดของแรงโน้มถ่วง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
m_1, m_2	แทน	มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

r	แทน	ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของวัตถุ มีหน่วยเป็นเมตร (m)
G	แทน	ค่าคงที่โน้มถ่วงสากล ประมาณ $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

กรณีที่ว่าวัตถุเป็นดาวก็สามารถหาค่าแรงโน้มถ่วงของดาวกับวัตถุได้จากสมการนี้เช่นกัน ถ้าวัตถุนั้นเป็นดาวที่มวลน้อย เช่น ดวงจันทร์ จะมีขนาดของแรงโน้มถ่วงน้อย ทำให้ดึงดูดอากาศให้อยู่บริเวณผิวดวงจันทร์ได้น้อย ดวงจันทร์จึงมีบรรยากาศบางมาก

โลกซึ่งเป็นดาวก็มีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุ สังเกตได้จากการที่เราปล่อยลูกบอลจากมือ ลูกบอลจะตกลงมาตรง ๆ อย่างอิสระในแนวตั้งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดลูกบอลให้ตกลงสู่พื้น

ถ้าเราขว้างลูกบอลออกไปในแนวระดับด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง ถึงแม้จะมีแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุในแนวตั้ง แต่วัตถุจะไม่ตกในแนวตั้ง โดยวัตถุจะตกลงสู่โลกในแนววิถีโค้ง ดังภาพ ก. และถ้าเราขว้างลูกบอลออกไปด้วยอัตราเร็วมากขึ้น ลูกบอลก็จะเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งเช่นเดิมแต่ไปข้างหน้าได้ไกลขึ้น ดังภาพ ข.



ก. ขว้างลูกบอลออกไปข้างหน้าด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง ข. ขว้างลูกบอลออกไปข้างหน้าด้วยอัตราเร็วมากขึ้น

ภาพ การขว้างลูกบอลออกไปข้างหน้าในแนวระดับ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) กระตุ้นความสนใจนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่หน่วยที่ 4 ระบบสุริยะของเรา โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากรู้อยากเห็น ดังนี้

- นักเรียนรู้จักคำว่าตะวันอ้อมข้าวหรือไม่ เป็นอย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดของตนเอง)
- นักเรียนคิดว่าในรอบ 1 ปี ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกที่เดิมในเวลาเดิมทุกวันหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น ขึ้นและตกที่เดิมและเวลาเดิมทุกวันไม่เปลี่ยนแปลง หรือขึ้นและตกที่ตำแหน่งและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน)
- ถ้าดวงอาทิตย์หายไปทันทีทันใด นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับโลกของเรา (นักเรียนตอบตามความคิดของตนเอง)

2) ให้นักเรียนสังเกตภาพนำหน่วย อ่านเนื้อหาหน่วย ในหนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 181 และร่วมอภิปราย โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- จากเนื้อหาที่ได้อ่าน นักดาราศาสตร์ค้นพบอะไร สิ่งที่ค้นพบมีลักษณะอย่างไร (นักดาราศาสตร์ค้นพบระบบดาวที่มีลักษณะคล้ายระบบสุริยะของเราชื่อว่าแทรพพิสต์วัน)
- นักดาราศาสตร์ค้นพบระบบดาวนี้ได้อย่างไร (ค้นพบโดยการสำรวจด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง)
- เพราะเหตุใดจึงมีความเป็นไปได้ว่าดาวเคราะห์ในระบบดาวนี้จะมีสิ่งมีชีวิต (เพราะดาวเคราะห์อยู่ในพื้นที่ที่เอื้อต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและอาจมีน้ำเป็นองค์ประกอบ)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 1 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำเรื่อง หนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 182 แล้วใช้คำถามต่อไปนี้

- ภาพที่นักเรียนสังเกตเป็นภาพนาฬิกาดาราศาสตร์และปฏิทิน ณ กรุงปราก สาธารณรัฐเช็ก คนสมัยก่อนสร้างปฏิทินจากการสังเกตสิ่งใด (จากการสังเกตดวงอาทิตย์และดวงจันทร์)
- การบอกเวลา 1 วัน 1 เดือน 1 ปี คนสมัยก่อนบอกได้อย่างไร (ระยะเวลา 1 วัน บอกจากการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ ระยะเวลา 1 เดือน บอกจากรูปร่างของดวงจันทร์ที่ปรากฏ ระยะเวลา 1 ปี บอกจากการเปลี่ยนตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

4) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวบริวารต่อไป

- แรงลัพท์ที่กระทำต่อวัตถุที่ไม่เท่ากับศูนย์ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ (ถูกต้อง)
- แรงโน้มถ่วงสามารถกระทำต่อวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัสวัตถุ (ถูกต้อง)
- แรงกิริยา-ปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่งมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามและเกิดขึ้นบนวัตถุเดียวกัน (ไม่ถูกต้อง)
- สนามโน้มถ่วงจะมีขนาดลดลงเมื่ออยู่ห่างจากต้นกำเนิดสนามมากขึ้น (ถูกต้อง)
- สนามโน้มถ่วงมีทิศทางพุ่งออกรอบ ๆ ต้นกำเนิดสนามโน้มถ่วง (ไม่ถูกต้อง)

5) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร โดยอ่านชื่อกิจกรรมจุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 186 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ขนาดของแรงโน้มถ่วง)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (วิเคราะห์ข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วง)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วิเคราะห์กราฟเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงโน้มถ่วงซึ่งในที่นี้คือน้ำหนักของคนกับระยะห่างจากคนถึงจุดศูนย์กลางของโลก จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางและเขียนกราฟเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแรงโน้มถ่วงระหว่างน้ำหนักของคนกับมวลของดาวเคราะห์ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (นักเรียนต้องสังเกตค่าของน้ำหนักของคนว่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร)

6) ให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรมโดยครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำ หากนักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อมูลและการเขียนกราฟ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่าขนาดของแรงโน้มถ่วงจะลดลงเมื่อระยะห่างจากคนถึงจุดศูนย์กลางของโลกมากขึ้น และขนาดของแรงโน้มถ่วงจะมากขึ้นเมื่อมวลของดาวเคราะห์มากขึ้นที่ระยะห่างเท่ากัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมโดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 187 และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วง โดยใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

- เพราะเหตุใดเมื่อเราชั่งน้ำหนักบนดวงจันทร์ เราจะมีน้ำหนักไม่เท่ากับน้ำหนักที่ชั่งบนโลก (แนวคำตอบ เนื่องจากขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับขนาดของมวลของผู้ชั่งและมวลของดาว ดังนั้นดวงจันทร์ซึ่งมีมวลน้อยกว่าโลกจึงมีแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อคนน้อยกว่า ดังนั้นเมื่อชั่งน้ำหนักบนดวงจันทร์จึงมีขนาดน้อยกว่าเมื่อชั่งบนโลก)

9) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงโน้มถ่วง โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 188-190 เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ แรงโน้มถ่วง มวลของวัตถุ และระยะห่างระหว่างวัตถุ จากนั้นตรวจสอบความเข้าใจโดยใช้คำถามดังนี้

- จากภาพ 4.4 นักเรียนเข้าใจว่าอย่างไร (ที่ระยะห่างระหว่างวัตถุเท่ากัน เมื่อมวลของวัตถุเพิ่มขึ้น โดยอาจเป็นวัตถุใดวัตถุหนึ่งหรือทั้งสอง ก็จะทำให้ขนาดของแรงโน้มถ่วงเพิ่มมากขึ้น)

- จากภาพ 4.5 นักเรียนเข้าใจว่าอย่างไร (วัตถุที่มีมวลเท่ากัน เมื่อระยะห่างระหว่างวัตถุเพิ่มขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะลดลง)

- ขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับอะไรบ้าง และสัมพันธ์อย่างไร (ขนาดของแรงโน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับมวลของวัตถุทั้งสอง โดยเมื่อมวลของวัตถุเพิ่มขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะเพิ่มมากขึ้น และสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างวัตถุ โดยเมื่อระยะห่างระหว่างวัตถุมากขึ้น ขนาดของแรงโน้มถ่วงจะลดลง)

10) ครูให้นักเรียนเรียนรู้จากสื่อสถานการณ์จำลอง เรื่อง gravity and orbits เพื่อเสริมความเข้าใจ
https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_th.html

เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า สมการของแรงโน้มถ่วงคือ $F = Gm_1 m_2 / r^2$ โดยขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับผลคูณของมวลของวัตถุทั้งสอง และหารด้วยกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

11) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

12) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน และกระดาษกราฟ

8.2 โปรแกรมออนไลน์: สถานการณ์จำลอง เรื่อง ความโน้มถ่วงและวงโคจร เข้าถึงได้จาก

https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_th.html

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = Gm_1 m_2 / r^2$ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามทำกิจกรรมที่ 4.1	- คำถามทำกิจกรรมที่ 4.1 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะด้านการสื่อสาร โดยนำเสนอกราฟปัจจัยที่มีผลต่อ	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.1	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.1	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน

ขนาดของแรงโน้มถ่วง (ด้านกระบวนการ: P)		ขนาดของแรงโน้มถ่วง ขึ้นอยู่กับอะไร	ด้านกระบวนการ
3. ระเบียบวินัยในการ เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ได้รับ มอบหมายบทบาทและ ภาระงานภายในชั้นเรียน	- เกณฑ์การประเมินระเบียบ วินัยในการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์	ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่าน การประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 28	
เรื่อง การเกิดฤดูของโลก	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/2 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดฤดู และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. โลกหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์
2. การที่โลกมีรูปทรงคล้ายทรงกลมทำให้บริเวณต่าง ๆ ของโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ต่างกันบริเวณที่ได้รับแสงตกตั้งฉากจะได้รับพลังงานแสงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มาก เป็นผลให้พื้นผิวโลกบริเวณนั้นมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณที่ได้รับแสงตกเฉียง ซึ่งได้รับพลังงานแสงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่น้อยกว่า
3. การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงคงที่ทำให้บริเวณต่าง ๆ บนโลกได้รับปริมาณแสงโดยเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน เมื่อโลกโคจรไปที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นฤดูของโลก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการเกิดฤดูและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ได้ (K)
2. นักเรียนมีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยนำข้อมูลที่ได้ จากการสืบค้นและสังเกตแบบจำลอง มาจัดกระทำและนำเสนอเกี่ยวกับการเกิดฤดูของโลกได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

โลกของเรามีเส้นฐานกลม โลกมีเส้นศูนย์สูตร เป็นเส้นสมมติแบ่งครึ่งโลกเป็นสองส่วน คือซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ เมื่อเราขยายขอบเขตของโลกไปในอวกาศ จะได้ทรงกลมสมมติครอบโลกอยู่ เรียกว่าทรงกลมฟ้า (The Celstial Equator) โดยโลกหมุนรอบแกนสมมติที่ผ่านขั้วโลกเหนือขั้วโลกใต้ และจุดศูนย์กลางของโลก โดยแกนสมมติที่โลกหมุนรอบนั้น เรียกว่า แกนโลก (Axis)

ในขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง โลกก็เคลื่อนที่หรือโคจรรอบดวงอาทิตย์ไปด้วย โดยโคจรไปในทิศทางเดียวกับการหมุนรอบตัวเอง นั่นคือ ทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก โดยโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่ แกนโลก

เอียงเป็นมุมประมาณ 23.5 องศา จากแนวตั้งฉากกับระนาบที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ใช้ระยะเวลา ในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ 365.24 วัน

การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียง ทำให้ส่วนต่างๆ ของโลกได้รับแสงอาทิตย์แตกต่างกัน เป็นผลให้เกิดฤดูต่างๆ บนโลก กล่าวคือ ถ้าบริเวณใดที่โลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ในแนวตรง จะทำให้บริเวณนั้นเกิดเป็นช่วงฤดูร้อน แต่ถ้าได้รับแสงในแนวเฉียงจะทำให้เป็นช่วงฤดูอื่น ขึ้นอยู่กับตำแหน่ง บนโลก

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูเชื่อมโยงความรู้เรื่องแรงโน้มถ่วงเข้าสู่เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์ โดยนำภาพสถานที่สองแห่งในเวลาเดียวกันแต่มีฤดูต่างกันมาเปรียบเทียบกัน เช่น ประเทศอังกฤษกับออสเตรเลีย จากนั้นใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เพราะเหตุใดในเดือนธันวาคม ประเทศทั้งสองจึงมีฤดูต่างกัน โดยให้นักเรียนตอบตามความคิดของตนเอง

2) ให้นักเรียนสังเกตภาพหน้าหน่วย อ่านเนื้อหาหน้าหน่วย ในหนังสือเรียนชั้นม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 195 และร่วมอภิปราย โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- เราสามารถเห็นปรากฏการณ์ดังกล่าวกี่ครั้งใน 1 ปี เดือน อะไรบ้าง (4 ครั้ง ในเดือนมีนาคม เมษายน ตุลาคมและกันยายน)
- จากปรากฏการณ์ดังกล่าว เหตุใดจึงไม่พบปรากฏการณ์นี้ในช่วงเดือนอื่น (นักเรียนตอบตามความคิดของนักเรียน)
- จากปรากฏการณ์ดังกล่าว เหตุใดใน 1 วัน ดวงอาทิตย์จึงขึ้นและตกไม่ตรงกับช่องประตู (นักเรียนตอบตามความคิดของนักเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องฤดูและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ต่อไป

- ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ เมื่อโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์จะได้รับทั้งพลังงานแสงและพลังงานความร้อน (ถูกต้อง)
- แสงจากดวงอาทิตย์เดินทางมายังโลกเป็นเส้นตรง (ถูกต้อง)
- การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดกลางวัน กลางคืน ไม่(ถูกต้อง)
- การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์มีทิศทางดังภาพ (ถูกต้อง)
- การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ และนำไปสู่การกำหนดทิศ (ถูกต้อง)

- การหมุนรอบตัวเองของโลกมีทิศทางดังภาพ (ถูกต้อง)

4) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.2 ฤดูของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร ตอนที่ 1 แสงตกตั้งฉากและตกเฉียง โดยใช้คำถามว่า การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะแกนเอียงคงที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ใด

5) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 198 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (พลังงานที่ตกบนกระดาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เมื่อฉายแสงตกตั้งฉากและตกเฉียง)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและเปรียบเทียบพลังงานที่ตกบนกระดาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เมื่อฉายแสงตกตั้งฉากและตกเฉียง)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ฉายไฟฉายให้แสงตกในแนวตั้งฉากและตกเฉียงกับกระดาศกราฟสังเกตความสว่างของพื้นที่รับแสง วาดเส้นวงรอบพื้นที่รับแสงบนกระดาศกราฟเพื่อหาพื้นที่รับแสงบนกระดาศกราฟ จากนั้นคำนวณและเปรียบเทียบพลังงานแสงที่ตกบนกระดาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตความสว่างของพื้นที่รับแสงบนกระดาศกราฟหาพื้นที่รับแสงบนกระดาศกราฟ คำนวณและเปรียบเทียบพลังงานแสงที่ตกบนกระดาศกราฟต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หลังการฉายไฟฉายตกตั้งฉากและตกเฉียง)

6) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมโดยครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน และให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การคำนวณพลังงานแสงที่ตกบนกระดาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

7) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.2 ฤดูของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เมื่อฉายไฟฉายให้แสงตกตั้งฉากหรือตกตรง แสงจากไฟฉายที่ตกลงบนกระดาศกราฟจะสว่างมาก พื้นที่รับแสงบนกระดาศน้อย พลังงานแสงที่ตกกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่จึงมีค่ามาก เมื่อเอียงกระดาศกราฟออกจากแนวตั้งฉากมากขึ้น แสงที่ตกเฉียงจะสว่างน้อย พื้นที่ที่รับแสง

บนกระดาศมาก พลังงานแสงที่ตกกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่จึงมีค่าน้อยลง

ขั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

8) นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 2 การเกิดฤดูของโลก ต่อจากตอนที่ 1 โดยครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การหมุนไฟฉาย การเคลื่อนลูกโลกไปตามวงโคจรต้องให้แกนของลูกโลกเอียงคงที่ และเน้นย้ำให้นักเรียนถือไฟฉายให้ขนานกับ พื้นแล้วสังเกตลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนลูกโลกบริเวณเส้นศูนย์สูตรและบริเวณเหนือศูนย์สูตรทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ว่า บริเวณใดตกตรงหรือตกเฉียง จากนั้นอภิปรายร่วมกันว่า ทั้ง 4 ตำแหน่งที่โลกโคจรไป แต่ละตำแหน่งจะมีอุณหภูมิมากน้อยต่างกันอย่างไรและน่าจะมีฤดูใด

9) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงทำมุมคงที่กับเส้นตั้งฉากกับระนาบทางโคจรรอบดวงอาทิตย์ แต่ละตำแหน่งที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยบริเวณที่แสงตกตั้งฉากได้รับพลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่และมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ได้รับแสงตกเฉียงทำให้เกิดฤดูแตกต่างกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

10) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

11) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 4.2 จำนวน 4 รายการ

9.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 4.2 ฤดูของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.2 ฤดูของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการเกิดฤดูและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.2	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.2 ฤดูของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร จำนวน 11 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายและนำเสนอเกี่ยวกับการเกิดฤดูของโลก (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.2	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.2 ฤดูของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมิน

(ด้านเจตคติ: A)			ด้านเจตคติ
-----------------	--	--	------------

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 29	
เรื่อง การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/2 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดฤดู และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. โลกหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนเอียงคงที่ ทำให้เกิดปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้า
2. การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ทำให้เส้นทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปทุกวันและทำให้ระยะเวลากลางวันกลางคืนเกือบทั้งปียาวไม่เท่ากันซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ในรอบปีได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยการออกแบบและสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันในรอบปีได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้

- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรยรรู้

การที่โลกมีรูปทรงคล้ายทรงกลม ทำให้บริเวณต่าง ๆ บนโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยบางบริเวณจะได้รับแสงตกตรงหรือตกตั้งฉาก และแสงจะตกเฉียงมากขึ้นเมื่อเข้าไปใกล้บริเวณ ขั้วโลกทั้งสอง บริเวณที่ได้รับแสงตกตั้งฉากจะได้รับพลังงานแสงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มาก เป็นผลให้พื้นผิวโลกบริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ได้รับแสงตกเฉียง ซึ่งได้รับพลังงานแสงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่น้อยกว่า เป็นผลให้พื้นผิวโลกบริเวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่า

ฤดูของโลกเกิดจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์โดยแกนของโลกเอียงคงที่ เมื่อโลกโคจรเปลี่ยนตำแหน่งไป บริเวณพื้นผิวของโลกได้รับแสงตกตั้งฉากและตกเฉียงแตกต่างกัน จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนพื้นผิวของโลกแต่ละบริเวณในรอบปี

ประมาณวันที่ 20-21 มิถุนายนของทุกปี โลกจะโคจรมาอยู่ในตำแหน่งที่แกนของโลกทางด้านซีกโลกเหนือเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด แสงอาทิตย์จะตกตั้งฉากบริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตรที่ละติจูด 23.5 องศา ทำให้ซีกโลกเหนือมีอุณหภูมิสูงกว่าซีกโลกใต้ที่แสงอาทิตย์จะตกเฉียง ดังนั้นซีกโลกเหนือจะเป็นฤดูร้อน ขณะที่ซีกโลกใต้จะเป็นฤดูหนาว ในทางกลับกัน ประมาณวันที่ 21-22 ธันวาคมของทุกปี โลกจะโคจรมาอยู่ในตำแหน่งที่แกนของโลกทางด้านซีกโลกเหนือเบนออกจากดวงอาทิตย์มากที่สุด แสงอาทิตย์จะตกเฉียงบริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตร ทำให้ซีกโลกเหนือมีอุณหภูมิต่ำกว่าซีกโลกใต้ที่แสงอาทิตย์จะตกตั้งฉาก ดังนั้น ซีกโลกเหนือจะเป็น ฤดูหนาว ขณะที่ซีกโลกใต้จะเป็นฤดูร้อน

ประมาณวันที่ 22-23 กันยายนของทุกปี โลกจะโคจรมาอยู่ในตำแหน่งที่แกนของโลกไม่ได้เอียงเข้าหาหรือเบนออกจากดวงอาทิตย์ แสงจากดวงอาทิตย์จะตกตั้งฉากบริเวณศูนย์สูตร และตกเฉียงบริเวณซีกโลกเหนือและใต้เท่า ๆ กัน ที่ตำแหน่งนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยของซีกโลกเหนือค่อย ๆ ลดลงจากเดือนก่อนหน้า ส่วนบริเวณ ซีกโลกใต้อย่างค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ดังนั้น พืชพรรณที่อยู่ในบริเวณซีกโลกเหนือที่ผ่านฤดูร้อนมาจะเริ่มทิ้งใบเข้าสู่ ฤดูใบไม้ร่วง ขณะที่พืชพรรณบนซีกโลกใต้ที่ผ่านฤดูหนาวมาจะผลิใบเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิ เช่นเดียวกับช่วงประมาณวันที่ 20-21 มีนาคมของทุกปี พืชพรรณบริเวณซีกโลกเหนือที่ผ่านฤดูหนาวมาจะผลิใบเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิ ขณะที่พืชพรรณบริเวณซีกโลกใต้ที่ผ่านฤดูร้อนมาจะทิ้งใบเข้าสู่ฤดูใบไม้ร่วง

ดังนั้น การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนของโลกเอียงคงที่สม่ำเสมอ ทำให้พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไป เช่น เมื่อแกนโลกทางด้านซีกโลกเหนือเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด แสงจากดวงอาทิตย์จะตกตั้งฉากบริเวณซีกโลกเหนือทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ซีกโลกเหนือจึงเข้าสู่ ฤดูร้อน เมื่อโลกโคจรต่อไปแกนของโลกจะค่อย ๆ เบนออก แสงจากดวงอาทิตย์จึงตกเฉียงมากขึ้น อุณหภูมิเฉลี่ยจึงค่อย ๆ ลดลง จึงเข้าสู่ฤดูใบไม้ร่วง และเมื่อแกนของโลกเบนออกจากดวงอาทิตย์มากที่สุด อุณหภูมิเฉลี่ยจะลดลง จึงเข้าสู่ฤดูหนาว เมื่อโลกโคจรต่อไปแกนของโลกจะค่อย ๆ เอียงเข้าหาดวงอาทิตย์อีกครั้ง อุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น จึงเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิ และเมื่อโลกโคจรต่อไปจนอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ก็จะเข้าสู่ฤดูร้อนอีกครั้งในปีถัดไป การเกิดฤดูต่าง ๆ นี้จึงเป็นแบบรูปการเปลี่ยนแปลงฤดู (seasons) ในแต่ละปีจะซ้ำเดิมและต่อเนื่องเสมอเป็น วัฏจักร

เมื่อพิจารณาตำแหน่งของประเทศไทยบนโลก พบว่าประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตรประมาณ 5-20 องศา ทำให้ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ตกเกือบตั้งฉากตลอดทั้งปี แต่เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณคาบสมุทรอินโดจีนทำให้ได้รับผลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดพาอากาศเย็นจากตอนเหนือของ สาธารณรัฐประชาชนจีน มาปกคลุมประเทศไทยในช่วงเดือนพฤศจิกายน-มกราคม จึงเป็นช่วงที่ประเทศไทยเข้าสู่ฤดูหนาว และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดพาอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาปกคลุมประเทศไทยในเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม จึงเป็นช่วงที่ประเทศไทยเข้าสู่ฤดูฝน แต่ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ประเทศไทยได้รับผลจากมรสุมลดลงมาก จึงเป็นช่วงที่เข้าสู่ฤดูร้อน ประเทศไทยจึงมี 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาว จะเห็นได้ว่าฤดูของแต่ละประเทศอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริเวณที่ตั้งของประเทศภูมิประเทศ และผลของการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้วีดิทัศน์แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ (<https://www.youtube.com/watch?v=n94tQRAPyrE>) และแลกเปลี่ยนพูดคุยถึงปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์นี้ เช่น การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การกำหนดทิศทาง

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.3 การเปลี่ยนตำแหน่งและเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในรอบปีเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยใช้คำถามว่า การเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงทำให้เกิดปรากฏการณ์อะไรอีกบ้างบนโลก โดยให้นักเรียนตอบจากประสบการณ์เดิมและแนวคิดของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 204 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในรอบปี)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์)

- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สร้างแบบจำลองชุดครึ่งทรงกลมฟ้า จากนั้นนำชุดครึ่งทรงกลมฟ้าติดบนลูกโลก ใช้เลเซอร์พอยเตอร์แทนดวงอาทิตย์ จัดอุปกรณ์โดยวางลูกโลกที่ตำแหน่งที่ 2 แสดงในใบ

กิจกรรม แล้วเคลื่อนลูกโลกไปยังตำแหน่งต่าง ๆ และหันเลเซอร์พอยเตอร์ตามโดยที่เลเซอร์พอยเตอร์ยังอยู่ตรง ศูนย์กลางของวงโคจร และยังอยู่ที่ระดับที่สูงจากพื้นเท่าเดิม ขณะหมุนลูกโลกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จากนั้นใช้ ปากกาเคมีจุดตามตำแหน่งที่เลเซอร์ตกกระทบชุดครึ่งทรงกลมฟ้า ลากเส้นเชื่อมต่อตามแนวที่จุดไว้ เพื่อสังเกตการ เคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์)

4) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม โดยครูสังเกตการทำกิจกรรมและให้คำแนะนำหรือตอบ ข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การหมุนตำแหน่งของเลเซอร์พอยเตอร์ ควรกำหนดตำแหน่งศูนย์กลางของ วงโคจร และปรับระดับของเลเซอร์พอยเตอร์ให้คงที่ โดยอาจวางบนแก้วพลาสติก การหมุนลูกโลกในขณะที่มี ชุดครึ่งทรงกลมฟ้าติดอยู่ จะไม่สามารถหมุนลูกโลกได้ครบรอบเนื่องจากชุดครึ่งทรงกลมฟ้าติดกับที่ยึดแกนของลูกโลก นักเรียนอาจแก้ไขโดยหมุนลูกโลกกลับไปอีกด้านหนึ่ง โดยให้ชุดครึ่งทรงกลมฟ้าไปอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกับ ตำแหน่งเดิมที่ติดแกนอีกด้านหนึ่งแล้วหมุนลูกโลกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาต่อไป หรืออาจติดโฟมใต้ชุดครึ่งทรงกลมฟ้า ให้สูงกว่าที่ยึดแกนของลูกโลกเพื่อให้ชุดครึ่งทรงกลมฟ้าขั้วที่ยึดแกนไปได้มากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจาก กิจกรรมว่า แสงเลเซอร์ซึ่งแทนดวงอาทิตย์ที่ปรากฏเปลี่ยนตำแหน่งไปบนท้องฟ้าให้ตกลงบนชุดครึ่งทรงกลมฟ้าซึ่งอยู่ที่ ตำแหน่งประเทศไทย ขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนของโลกเอียงคงที่สม่ำเสมอ พบว่าดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ปรากฏบนท้องฟ้าทุกวันจนครบรอบปี โดยตำแหน่งที่ 1 แกนโลกบริเวณซีกโลกเหนือเบน เข้าหาดวงอาทิตย์ เส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์จะเบนไปทางทิศเหนือและยาวกว่าตำแหน่งที่ 3 ที่แกน โลกบริเวณซีกโลกเหนือออกจากดวงอาทิตย์ซึ่งเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าจะเบนไปทาง ทิศใต้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

6) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 206-207 และตอบคำถามระหว่าง เรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่งและเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในรอบปี ดังนี้

- เหตุใดตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้ารวมทั้งเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวง อาทิตย์จึงเปลี่ยนแปลงไปในรอบปี (เพราะโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงคงที่)

7) ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลก เอียงคงที่ ทำให้อาทิตย์ขึ้นและตกในตำแหน่งที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยในแต่ละวัน และเมื่อครบรอบ 1 ปีก็จะมี ตำแหน่งการขึ้นและการตกของดวงอาทิตย์ในตำแหน่งซ้ำเดิม ใกล้เคียงกับวันเดิมในปีที่ผ่านมา และเป็นเช่นนี้อย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักร

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบจำลองที่อธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันใน รอบปีได้แต่ละกลุ่ม

9) ครูตรวจสอบการส่งคำตอบคำถามท้ายกิจกรรมของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 วิดีทัศน์: ความสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์
(<https://www.youtube.com/watch?v=n94tQRAPyrE>)
- 8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 4.3 จำนวน 11 รายการ
- 8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 4.3 การเปลี่ยนตำแหน่งและเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในรอบปีเกิดขึ้นได้อย่างไร
- 8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.3 การเปลี่ยนตำแหน่งและเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในรอบปีเกิดขึ้นได้อย่างไร
- 8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ในรอบปีได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามกิจกรรมที่ 4.3	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.3 จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำผลงานแบบจำลอง เพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ได้	- เกณฑ์การประเมินผลงานที่ได้จากการออกแบบและสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ได้	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน.....พ.ศ.....

ผลการสอน

ว 3.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดข้างขึ้น ข้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ดวงจันทร์โคจรรอบโลก โลกและดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ ครึ่งดวงตลอดเวลา เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกได้หันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน จึงทำให้คนบนโลกสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันไปในแต่ละวันเกิดเป็นข้างขึ้นข้างแรม
2. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกันกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นช้าไปประมาณวันละ 50 นาที

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการเกิดข้างขึ้น ข้างแรมได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง ออกแบบและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เพื่อสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดข้างขึ้น ข้างแรมได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

บนท้องฟ้ายามค่ำคืนจะเห็นดวงดาวต่าง ๆ มากมาย รวมถึงดวงจันทร์ซึ่งเป็นบริวารของโลก โดยดวงจันทร์จะปรากฏมีขนาดใหญ่และสว่างมากเมื่อเทียบกับดวงดาวต่างๆ เนื่องจากอยู่ใกล้โลกจะพบว่าในเวลาเดียวกันของทุกคืน ตำแหน่งของดวงจันทร์บนท้องฟ้าจะไม่อยู่ที่เดิมและส่วนสว่างหรือรูปร่างของดวงจันทร์จะไม่เหมือนเดิม ปรากฏการณ์ที่เห็นดวงจันทร์มีเสี้ยวสว่างแตกต่างกัน เรียกว่า ข้างขึ้นข้างแรมหรือดิถีจันทร์ (Phases of the moon)

การที่คนบนโลกเห็นดวงจันทร์ได้ ทั้ง ๆ ที่ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง ก็เพราะดวงจันทร์สะท้อนแสงที่ได้รับจากดวงอาทิตย์มายังโลก โดยดวงจันทร์ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์และมีส่วนสว่างอยู่ครึ่งดวงเท่ากันทุกวัน แต่การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกทำให้คนบนโลกเห็นแสงสะท้อนจากดวงจันทร์แตกต่างกัน โดย ดวงจันทร์ใช้เวลาในการโคจรรอบโลกประมาณ 29.5 วัน

การที่เราสังเกตเห็นดวงจันทร์สว่างเต็มดวง แล้วส่วนสว่างค่อย ๆ ลดลงกระทั่งมืดทั้งดวง เรียกช่วงดังกล่าวว่า ข้างแรม (waning) วันที่ดวงจันทร์มืดทั้งดวง เรียกวันแรม 15 ค่ำ หรือวันแรม 14 ค่ำ หรือ จันทร์ดับ (new moon) ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์อยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ หลังจากนั้นดวงจันทร์จะค่อย ๆ สว่างจนเต็มดวงอีกครั้ง เรียกเช่นนี้ว่า ข้างขึ้น (waxing) โดยให้วันที่ดวงจันทร์สว่างเต็มดวงเป็นวันขึ้น 15 ค่ำ หรือเรียกว่า จันทร์เพ็ญ (full

moon) ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ ส่วนวันที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ทำมุมฉากกับโลกและดวงอาทิตย์ จะทำให้เราเห็นดวงจันทร์สว่างครึ่งดวงเรียกวันแรม 8 ค่ำ หรือ วันขึ้น 8 ค่ำ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้วีดิทัศน์แสดง ปรากฏการณ์ข้างขึ้นข้างแรม (<https://www.youtube.com/watch?v=T1PT-zsjs>) และแลกเปลี่ยนพูดคุยถึงปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์นี้

2) ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาเรื่องราวและคำสำคัญ ทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับดวงจันทร์และแรงโน้มถ่วง จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง หากครูพบว่านักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องปรากฏการณ์ข้างขึ้น ข้างแรมและน้ำขึ้น น้ำลงต่อไป

- ดวงจันทร์จะปรากฏบนท้องฟ้าในเวลากลางคืนเท่านั้น (ไม่ถูกต้อง)

- ในรอบ 1 เดือน เราจะเห็นดวงจันทร์มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน (ถูกต้อง)

- ถ้าระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของดาว 2 ดวงมากขึ้น แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อกันจะมากขึ้นตามไปด้วย (ไม่ถูกต้อง)

3) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก โดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจการเกิดปรากฏการณ์การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์กลางวัน กลางคืน และการกำหนดทิศ และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ที่สัมพันธ์กับโลกและดวงอาทิตย์ รวมถึงเวลาที่ดวงจันทร์ใช้ในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างกลับมาเป็นรูปร่างเดิม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดในบางวันเราจึงมองเห็นดวงจันทร์ในเวลากลางวัน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

4) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.4 ข้างขึ้น ข้างแรม เกิดขึ้นได้อย่างไร โดยใช้คำถามว่า การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์รอบโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์อะไรอีกบ้าง โดยให้นักเรียนตอบจากประสบการณ์เดิมและแนวคิดของตนเอง

5) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมตอนที่ 1 ข้างขึ้น ข้างแรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 211 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ข้างขึ้น ข้างแรม)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สร้างแบบจำลองอธิบายการเกิดข้างขึ้น ข้างแรม)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วาดภาพตำแหน่งที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก 8 ตำแหน่ง และตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนกระดานปูฟ โดยใช้ลูกปิงปองแทนดวงจันทร์ จากนั้นคาดคะเนและบันทึกว่า เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลก ผู้สังเกตบนโลกและนอกโลกจะมองเห็นดวงจันทร์มีส่วนสว่างและส่วนมืดอย่างไร ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบการคาดคะเน โดยจัดห้องให้มีมืดและมีแสงเข้าเพียง 1 ด้าน นักเรียนยืนต่อแถวกัน คนหัวแถวถือไม้บรรทัดที่ติดลูกปิงปองยื่นบริเวณจุดตัดหรือโลกหมุนตัวไปที่ละตำแหน่งทั้ง 8 ตำแหน่ง ขณะเดียวกันผู้สังเกตคนอื่น ๆ ที่ต่อแถวอยู่ก็สังเกตดวงจันทร์ทั้ง 8 ตำแหน่ง เมื่อสังเกตครบให้ผู้สังเกตที่ต่อแถวอยู่เดินออกมานอกแถวแล้วสังเกตพื้นที่ที่ได้รับแสงของลูกปิงปองเปรียบเทียบกับพื้นที่ทั้งหมด และสังเกตทิศทางของแสง)

- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตรูปร่างของดวงจันทร์ที่มองเห็นเมื่อสังเกตจากมุมมองเดียวกับผู้สังเกตที่อยู่บนโลก (ผู้สังเกตขณะต่อแถว) และสังเกตพื้นที่ที่ได้รับแสงของลูกปิงปองในทุกตำแหน่งที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก (ผู้สังเกตขณะออกจากแถว)

6) ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ควรระวังในการทำกิจกรรม เช่น คนหัวแถวที่ถือไม้บรรทัดที่ ติดลูกปิงปองให้สูงขึ้นเหนือศีรษะ เพื่อไม่ให้ศีรษะและเงาของคนถือลูกปิงปองบังผู้สังเกตคนอื่น และวางกระดานปูฟให้วงกลมหมายเลข 1 ตรงกับแหล่งกำเนิดแสง เพื่อให้ทุกกลุ่มสังเกตดวงจันทร์ด้วยตำแหน่งอ้างอิงเหมือนกัน นอกจากนี้ ให้นักเรียนช่วยกันถ่ายภาพหรือถ่ายวิดีโอการสังเกตดวงจันทร์ทั้งขณะต่อแถวและออกจากแถว

7) นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลก ถ้าสังเกตดวงจันทร์จากบนโลกจะเห็นดวงจันทร์มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป โดยช่วงที่ดวงจันทร์มีส่วนสว่างเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสว่างเต็มดวง เรียกว่า ข้างขึ้น และช่วงเวลาที่ส่วนสว่างค่อย ๆ ลดลงจนมืดทั้งดวงอีกครั้ง เรียกว่า ข้างแรม ถ้าสังเกตดวงจันทร์นอกโลก ทุกตำแหน่งที่ดวงจันทร์โคจรไป ดวงจันทร์จะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวงเสมอ เพราะดวงจันทร์มีลักษณะคล้าย ทรงกลม แต่การที่ดวงจันทร์โคจรเปลี่ยนตำแหน่งไปทำให้คนบนโลกมองเห็นรูปร่างของดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงไป ทุกวันใน 1 เดือน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ข้างขึ้น ข้างแรม ซึ่งจะเกิดซ้ำเป็นวัฏจักรเช่นนี้ทุกเดือน

ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

8) ทำกิจกรรมตอนที่ 2 เวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแต่ละวัน ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 213 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (เวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแต่ละวัน)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สร้างแบบจำลองอธิบายการเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (พิจารณาข้อมูล สร้างแบบจำลองแล้วคำนวณเพื่อตอบคำถามว่า ใน 1 วัน ดวงจันทร์เคลื่อนที่หรือเปลี่ยนตำแหน่งไปเป็นมุมเท่าไร จากนั้นคำนวณเวลาที่โลกใช้ในการหมุนรอบตัวเองและเวลาที่โลกหมุนได้เป็นมุมเท่ากับที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ใน 1 วัน แล้วใช้แบบจำลองอธิบายการเปลี่ยนแปลง

เวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ โดยอาจจะระบุตำแหน่งของดวงจันทร์ในวันแรม 1 ค่ำและแรม 2 ค่ำ จากนั้นคำนวณเวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ในวันแรม 1 ค่ำและแรม 2 ค่ำ)

- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (คำนวณหามุมที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกไปใน 1 วัน และคำนวณเวลาที่โลกใช้ในการหมุนรอบตัวเองและเวลาที่โลกหมุนได้เป็นมุมเท่ากับที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ใน 1 วัน และใช้แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงเวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ จากการคำนวณและการสังเกต ดวงจันทร์ ในวันแรม 1 ค่ำและแรม 2 ค่ำขึ้นและตก)

9) ครูแนะนำนักเรียนขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น ตำแหน่งของดวงจันทร์ในวันทางจันทรคติ การคำนวณมุมเวลาที่นักเรียนเห็นดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ขึ้นและตกจากแบบจำลอง

10) นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** ดวงจันทร์จะโคจรเปลี่ยนตำแหน่งไปรอบโลกในแต่ละวัน โดยในวันถัดไปดวงจันทร์จะเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนตำแหน่งไปประมาณวันละ 13.2 องศา ซึ่งโลกจะใช้เวลาประมาณ 50 นาที ในการหมุนรอบตัวเองไปประมาณ 13.2 องศา ทำให้คนบนโลกมองเห็นดวงจันทร์ที่ขอบฟ้าทางทิศตะวันออกในวันถัดไปอีกครั้งที่ตำแหน่งเดิมโดยเวลาจะเข้าไปประมาณวันละ 50 นาที

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

11) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 214-216 และตอบคำถามระหว่างเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ข้างขึ้น ข้างแรม และเวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแต่ละวัน ครูให้นักเรียนสังเกตภาพ 4.27-4.29 จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามดังนี้

- ปรากฏการณ์ข้างขึ้น ข้างแรมเกิดขึ้นได้อย่างไร (ปรากฏการณ์ข้างขึ้น ข้างแรม เกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกและโลกกับดวงจันทร์ก็โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์จะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ ครึ่งดวงเสมอ เพราะมีลักษณะคล้ายทรงกลม แต่การเปลี่ยนตำแหน่งของดวงจันทร์ขณะโคจรรอบโลกทำให้คนบนโลกมองเห็นบริเวณที่ได้รับแสงหรือส่วนสว่างของดวงจันทร์เปลี่ยนไป จึงมองเห็นปรากฏการณ์ข้างขึ้น ข้างแรม หรือมองเห็นดวงจันทร์บนท้องฟ้ามีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป)

- ถ้าสังเกตดวงจันทร์ที่ตำแหน่งและเวลาเดิม ดวงจันทร์จะปรากฏที่ตำแหน่งเดิมเข้าไปวันละกี่นาที เพราะเหตุใด (50 นาที เพราะขณะที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 เดือน ดวงจันทร์เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปประมาณวันละ 13.2 องศา ซึ่งโลกจะใช้เวลาประมาณ 50 นาทีในการหมุนรอบตัวเองไปประมาณ 13.2 องศา)

12) ครูและนักเรียนอภิปราย**เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**

- ข้างขึ้น ข้างแรมเกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และโลกกับดวงจันทร์ก็โคจรรอบดวงอาทิตย์ แม้ว่าดวงจันทร์จะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวงตลอดเวลา แต่ดวงจันทร์หันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกันในแต่ละวัน ทำให้คนบนโลกมองเห็นรูปร่างของดวงจันทร์เปลี่ยนแปลง ช่วงเวลาที่เห็นดวงจันทร์สว่างขึ้นจนสว่างเต็มดวงเรียกว่า ข้างขึ้น ส่วนช่วงเวลาที่เห็นดวงจันทร์สว่างน้อยลงเรื่อย ๆ จนมองไม่เห็นดวงจันทร์ เรียกว่า ข้างแรม จากนั้นก็จะเห็นดวงจันทร์ค่อย ๆ สว่างขึ้นจนสว่างเต็มดวงอีกครั้งหนึ่ง หมุนเวียนต่อเนื่องเช่นนี้เป็นวัฏจักร

- การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบใช้เวลาประมาณ 1 เดือน โดยโคจรในทิศทางเดียวกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง ในแต่ละวัน ดวงจันทร์จึงมีการเปลี่ยนตำแหน่งไป ทำให้คนบนโลกที่อยู่ตำแหน่งเดิมบนโลกมองเห็นดวงจันทร์ปรากฏที่ตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้าข้างล่างในแต่ละวันประมาณวันละ 50 นาที

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

13) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าก่อนส่งตรวจความเรียบร้อย

14) ครูตรวจสอบการส่งคำตอบคำถามท้ายกิจกรรมของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 วิดีทัศน์: ปรากฏการณ์ข้างขึ้นข้างแรม (<https://www.youtube.com/watch?v=T1lPT-zsJls>)
- 8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 4.4 จำนวน 5 รายการ
- 8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 4.4 ข้างขึ้น ข้างแรม เกิดขึ้นได้อย่างไร
- ตอนที่ 1 ข้างขึ้น ข้างแรม
- ตอนที่ 2 เวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแต่ละวัน
- 8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.4 ข้างขึ้น ข้างแรม เกิดขึ้นได้อย่างไร
- ตอนที่ 1 ข้างขึ้น ข้างแรม
- ตอนที่ 2 เวลาขึ้นและตกของดวงจันทร์ในแต่ละวัน
- 8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
-------------------------	------------	---------------	-------------------------

1. อธิบายการเกิดข้างขึ้นข้างแรม (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.4	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.4 ข้างขึ้น ข้างแรม เกิดขึ้นได้อย่างไร จำนวน 6 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายการเกิดข้างขึ้นข้างแรมได้(ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.4	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.4 ข้างขึ้นข้างแรม เกิดขึ้นได้อย่างไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้งานอุปกรณ์ในกิจกรรมของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 31	
เรื่อง การเกิดน้ำขึ้น น้ำลง	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดข้างขึ้น ข้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกันกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นเข้าไปประมาณวันละ 50 นาที
2. แรงแม่เหล็กที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก วันที่น้ำมีระดับการขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดเรียก วันน้ำเกิด ส่วนวันที่ระดับน้ำมี การขึ้นและลงน้อยเรียก วันน้ำตาย โดยวันน้ำเกิด น้ำตาย มีความสัมพันธ์กับข้างขึ้นข้างแรม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงได้ (K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง ออกแบบและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เพื่อสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงได้ (P)
3. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมได้ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

น้ำขึ้นน้ำลง เป็นปรากฏการณ์ที่ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และลดลงเป็นช่วงเวลาในแต่ละวัน โดยเกิดจากอิทธิพลของแรงดึงดูดระหว่างมวลของดวงจันทร์และโลก น้ำขึ้นจะเกิดบนผิวโลกบริเวณที่มีตำแหน่งใกล้ดวงจันทร์และตรงกันข้ามกับตำแหน่งของดวงจันทร์ ส่วนน้ำลงเกิดในพื้นที่บนโลกที่มีพื้นที่ตั้งฉากกับตำแหน่งของดวงจันทร์ เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองพื้นที่บนโลกที่มีพื้นที่ตั้งฉากกับตำแหน่งดวงจันทร์เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองพื้นที่บนโลกที่มีตำแหน่งใกล้ ตรงกันข้าม หรือตั้งฉากกับดวงจันทร์จะมีการเปลี่ยนแปลงจึงทำให้พื้นที่หนึ่งๆ เกิดน้ำขึ้น น้ำลง วันละ 2 ครั้ง

โดยปกติน้ำทะเลขึ้นวันละ 2 ครั้ง และลงวันละ 2 ครั้ง โดยมีช่วงเวลาระหว่างการขึ้น-การลงประมาณ 6 ชั่วโมง 12 นาที ทำให้น้ำขึ้นครั้งแรกถึงครั้งถัดไปห่างกันประมาณ 12 ชั่วโมง 25 นาที และวันถัดไป น้ำจะขึ้นช้าวันละประมาณ 50 นาที เพราะดวงจันทร์เคลื่อนไปอยู่ทางตะวันออกจุดเดิมเกือบ 13 องศา

การที่วัตถุใดๆ จะเคลื่อนที่ได้จะต้องมีแรงมากระทำกับวัตถุนั้น ในกรณีนี้ น้ำในส่วนต่างๆ ของโลก ถูกทำให้เคลื่อนที่โดยแรงโน้มถ่วง(Gravity) ที่เกิดขึ้นจากดวงจันทร์ แรงโน้มถ่วงจากทางโลกและดวงจันทร์กระทำซึ่งกันและกัน ทำให้ดวงจันทร์(คล้ายกับ)โคจรรอบโลก หรือถ้าจะกล่าวให้ถูกต้องก็คือ ทำให้โลกและดวงจันทร์โคจรรอบศูนย์กลางมวลรวมกัน แต่แรงโน้มถ่วงเป็นแรงที่มีขนาดแปรผกผันกับค่ากำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ ดังนั้น แรงโน้มถ่วงที่กระทำระหว่างโลกและดวงจันทร์ จึงมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งบนพื้นผิวของโลกและดวงจันทร์ เรียกว่าเป็นแรงไทดัล (Tidal force)

แรงไทดัลทำใหรูปร่างของโลกและดวงจันทร์ไม่เป็นทรงกลมแน่นอน ทำให้โลกมีรูปร่างแป้น คือมีรัศมีในแนวเส้นศูนย์สูตรมากกว่ารัศมีในแนวขั้วโลกเล็กน้อย และทำให้ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลกตลอดเวลา มีแก่นกลางที่ไม่อยู่ในตำแหน่งใจกลาง และด้วยเหตุนี้ น้ำที่มีอยู่ถึง 2 ใน 3 2 ใน 3 ของพื้น และเป็นของไหล(Fiuid) เคลื่อนที่ไหลเวียนไปทั่วทั้งโลก จึงแสดงผลกระทบจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์ให้เห็นอย่างชัดเจน น้ำที่อยู่ด้านใกล้กับดวงจันทร์จะถูกแรงดึงดูดดึงเข้าไปหาดวงจันทร์มากกว่าน้ำที่อยู่อีกซีกโลกหนึ่ง

ทำให้ด้านที่อยู่ใกล้กับดวงจันทร์เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น(High tide) แต่ในขณะเดียวกันที่ด้านตรงข้ามกันบนโลก ก็เกิดเช่นกัน ในขณะที่น้ำขึ้นบริเวณที่อยู่ระหว่างน้ำขึ้นทั้งสองฝั่ง จะเกิดปรากฏการณ์น้ำลง (Low tide) เกิดขึ้นพร้อมกันอีกสองบริเวณบนโลกที่อยู่ในแนวเส้นตั้งฉากกับเส้นที่ลากระหว่างดวงจันทร์และตำแหน่งที่น้ำขึ้นทั้งสองผ่านจุดศูนย์กลางของโลก

ดวงอาทิตย์ก็มีบทบาทต่อการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงเช่นกัน เพราะดวงอาทิตย์มีแรงโน้มถ่วง แต่เนื่องจาก ดวงอาทิตย์อยู่ไกลจากโลกมาก ผลของแรงไทดัลของดวงอาทิตย์ที่มีต่อการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงบนโลก จึงมีเพียงครึ่งหนึ่งของผลจากดวงจันทร์เท่านั้น ในวันเพ็ญ (ขึ้น 15 ค่ำ) หรือวันเดือนมืด (แรม 15 ค่ำ) ดวงจันทร์ โลก และดวงอาทิตย์จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้แรงไทดัลจากดวงอาทิตย์และดวงอาทิตย์เสริมหรือหักล้างกัน

ดังนั้นในวันทั้งสองนี้ น้ำจึงขึ้นสูงที่สุดและลดลงต่ำที่สุด เรียกว่าเป็น น้ำเกิด(Spring tide) น้ำจะขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดเดือนละ 2 วัน

ส่วนในวันขึ้นขึ้น 7 (หรือ 8 ค่ำ) และแรม 7 (หรือ 8 ค่ำ) ดวงจันทร์จะทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์เมื่อมองจากโลก ทำให้แรงไทดัลจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์หักล้างกัน น้ำจึงขึ้นต่ำที่สุดและลงน้อยที่สุด เมื่อ มีความแตกต่างของระดับน้ำที่ขึ้นและลงน้อยที่สุด เรียกว่าเป็น น้ำตาย(Neap tide) ซึ่งจะเกิดขึ้นเดือนละ 2 วันเช่นกัน

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้วิดีโอทัศน์แสดง ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง (<https://www.youtube.com/watch?v=prxoiITSF4U>) และแลกเปลี่ยนพูดคุยถึงปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์นี้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.5 น้ำขึ้นน้ำลงเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยใช้คำถามว่า การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ทำให้เกิดปรากฏการณ์อะไรบนโลกอีกบ้าง โดยให้นักเรียนตอบจากประสบการณ์เดิมและแนวคิดของตนเอง

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 217 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (น้ำขึ้น น้ำลง)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดน้ำขึ้น น้ำลง)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วาดภาพระดับน้ำบนผิวลูกโลก วาดแผนภาพระดับน้ำบนผิวโลกจำลองบนกระดาษปรีฟ วาดภาพระดับน้ำในวันแรม 15 ค่ำ โดยใช้ข้อมูลจากตารางข้อมูลระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละวัน จากนั้นใช้ตุ๊กตาแทนผู้สังเกตบนโลกแล้วหมุนลูกโลก 1 รอบในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา สังเกตการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใน 1 วัน แล้วสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดน้ำขึ้น น้ำลง)
- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ระบุตำแหน่งระดับความสูงของน้ำในแต่ละช่วงเวลาในวันแรม 15 ค่ำ จากนั้นใช้แบบจำลองสังเกตการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใน 1 วัน)

4) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม โดยครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การวาดแผนภาพระดับน้ำบนผิวโลกจำลองบนกระดาษปรีฟ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า ในแต่ละวันระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลง โดยระดับน้ำจะสูงขึ้นวันละ 2 ครั้ง เรียกว่า ช่วงน้ำขึ้น และระดับน้ำลดลงวันละ 2 ครั้ง เรียกว่า ช่วงน้ำลง โดยน้ำขึ้น น้ำลง เกิดจากผลของแรงไทดัลของ ดวงจันทร์และดวง

อาทิตย์ ซึ่งเป็นแรงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดระหว่างโลก กับดวงจันทร์ เป็นผลทำให้ระดับน้ำบนผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

6) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 219-220 และตอบคำถามระหว่างเรียนเกี่ยวกับการเกิดน้ำขึ้น น้ำลง โดยสังเกตภาพ 4.30-4.32 ประกอบ จากนั้นร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามดังนี้

- แรงไทดัลเกิดจากแรงอะไร (แรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดระหว่างดาว)

- แรงไทดัลเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลงหรือไม่ อย่างไร (เกี่ยวข้อง โดยขณะที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกพร้อมกับที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ จะมีแรงโน้มถ่วงของดาว 3 ดวงที่กระทำต่อกัน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบนผิวโลก)

7) ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลงเกิดจากการที่โลก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์มีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อกัน แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบนโลกใน 1 วัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าก่อนส่งตรวจความเรียบร้อย

9) ครูตรวจสอบการส่งคำตอบคำถามท้ายกิจกรรมของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

9.1 วิดีทัศน์: ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง

(<https://www.youtube.com/watch?v=prxoiITSF4U>)

8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: รายการอุปกรณ์ในใบกิจกรรมที่ 4.5 จำนวน 5 รายการ

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 4.5 น้ำขึ้น น้ำลงเป็นอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.5 น้ำขึ้น น้ำลงเป็นอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายการเกิดน้ำขึ้น น้ำลง (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ท้ายกิจกรรมที่ 4.5	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.5 น้ำขึ้น น้ำลง เกิดขึ้นได้อย่างไร จำนวน 3 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสร้าง	- ตรวจสอบการทำแบบ	- แบบบันทึกการค้นคว้า	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน

แบบจำลอง เพื่ออธิบาย การเกิดน้ำขึ้นน้ำลงได้ (ด้านกระบวนการ: P)	บันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 4.5	กิจกรรมที่ 4.5 น้ำขึ้น น้ำลง เกิดขึ้นได้อย่างไร	ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ตระหนักถึงความสำคัญ ของการใช้อุปกรณ์ การทำกิจกรรมได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการณ์ใช้งาน อุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- เกณฑ์การประเมินการใช้ งานอุปกรณ์ในกิจกรรม ของนักเรียน	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 32	
เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. เทคโนโลยีอวกาศมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน และมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย
2. ดาวเทียมเป็นตัวอย่างหนึ่งของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสาร ด้านอุตุนิยมวิทยา ด้านการกำหนดตำแหน่ง ด้านการสำรวจทรัพยากร ด้านดาราศาสตร์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศได้ (K)
2. นักเรียนมีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยการจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ (P)
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นและรับผิดชอบในการทำงาน (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

การสังเกตท้องฟ้าจากอดีตจนถึงปัจจุบัน มีการพัฒนาวิธีการขึ้นโดยอาศัยเทคโนโลยีด้านต่างๆ เพื่อให้สามารถสังเกตวัตถุท้องฟ้า นั้น ๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น มีรายละเอียดสูงขึ้น และได้รับข้อมูลจากการสังเกตเพิ่มขึ้นจากการสังเกตด้วยตาเปล่า ด้วยความสงสัยใคร่รู้นี้ ทำให้เทคโนโลยีอวกาศ (space technology) ได้พัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้ง เช่น กล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม

กล้องโทรทรรศน์ (telescope) อย่างง่ายช่วยในการสังเกต ซึ่งต่อมาก็ได้มีการพัฒนากล้องโทรทรรศน์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นดังเช่นปัจจุบัน

แม้ว่าดวงตาของคนเราสามารถมองเห็นวัตถุท้องฟ้าได้ แต่การใช้ทัศนุปกรณ์ในการสังเกตวัตถุท้องฟ้าที่มีความสว่างน้อย จะทำให้เราสามารถสังเกตวัตถุท้องฟ้าได้สว่างมากขึ้นละเอียดมากขึ้น โดยการใช้ทัศนุปกรณ์ประเภทกล้องสองตา หรือกล้องโทรทรรศน์ ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถรับแสงได้มากขึ้น ทำให้มองเห็นวัตถุความสว่างน้อยได้ชัดเจน และกล้องโทรทรรศน์เป็นทัศนุปกรณ์ที่ช่วยให้นักดาราศาสตร์สังเกตดวงดาวบนท้องฟ้าได้มากกว่าการใช้ตาเปล่า

กล้องสองตา (binoculars) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่องดูวัตถุที่อยู่ห่างไกลให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยอาศัยเลนส์และปริซึม ปริซึมทำหน้าที่สะท้อนและหักเหแสง กลับภาพจากภาพหัวกลับให้เป็นภาพหัวตั้ง ภาพที่ได้จึงต่างจากที่เห็นในกล้องโทรทรรศน์ธรรมดา ข้อกำหนดของกล้องสองตาแต่ละกล้อง มักบอกด้วยตัวเลขสองตัวคั่นกลางด้วยกากบาท "x" เช่น "7x50" หมายถึงกล้องสองตานี้มีกำลังขยาย 7 เท่า เส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์วัตถุมีขนาด 50 มิลลิเมตร กล้องสองตามีขนาดตั้งแต่ 3x10 ที่มักใช้ในโรงละครขนาด 7x50 หรือ 10x50 ที่มักใช้ส่องดูกลางแจ้ง และอาจมีขนาดใหญ่ถึง 20x80 หรือ 20x140 กล้องขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก ทำให้เมื่อยแขนได้ จึงต้องอาศัยระบบขาตั้งกล้องที่ช่วยให้ภาพไม่สั่นไหว

กล้องโทรทรรศน์ (telescope) ในการสังเกตการณ์ดาราศาสตร์นั้น กล้องโทรทรรศน์เป็นสิ่งที่จำเป็นต้องใช้แทบจะขาดมิได้ เนื่องจากวัตถุท้องฟ้า ไม่ว่าจะเป็นดวงดาว กาแล็กซี หรือเนบิวลาต่าง ๆ ล้วนอยู่ห่างจากโลกเราหลายปีแสง และมักมีความสว่างน้อย จึงจำเป็นต้องใช้กล้องโทรทรรศน์เพื่อดึงภาพของวัตถุเหล่านั้นให้เหมือนกับว่ามาอยู่ใกล้ ๆ เพื่อศึกษารายละเอียดได้สะดวก และรวมแสงให้สว่างพอให้ตามองเห็น นอกจากการดึงภาพให้เข้ามาใกล้แล้ว กล้องโทรทรรศน์ยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีก เช่น ช่วยให้เราได้สามารถศึกษาวัตถุท้องฟ้าในย่านสเปกตรัมอื่น ๆ ที่ตาเรามองไม่เห็นอีก ทั้งนี้เนื่องจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มาจากดวงดาวและวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ นั้นมีย่านความถี่ที่กว้างมาก ตั้งแต่ความถี่วิทยุ ไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรด แสงขาว (สีแดงถึงสีม่วง) รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ จนถึงรังสีแกมมา ตาของมนุษย์นั้นสามารถมองเห็นได้เฉพาะแสงขาวเท่านั้น การสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ในย่านแสงขาวเพียงย่านเดียว จึงดูเป็นการสังเกตการณ์ในขอบเขตที่แคบมาก ๆ สัญญาณบางอย่างที่ปลดปล่อยมาจากดวงดาวและวัตถุท้องฟ้า มักจะอยู่ในย่านความถี่ที่ตามองไม่เห็นเสียมาก เช่น หากสังเกตมองควอซาร์ ด้วยกล้องโทรทรรศน์ธรรมดา

ที่ทำงานในยานแสงขาว จะมองเห็นไม่ต่างกับดาวฤกษ์ธรรมดาดวงหนึ่งเลย และเมื่อถ่ายภาพควอซาร์ในย่านอินฟราเรด แล้ว จะพบว่ามันมีลักษณะแตกต่างจากดาวฤกษ์โดยสิ้นเชิง นอกจากนี้ กล้องโทรทรรศน์ยังมีประโยชน์ในการถ่ายและบันทึกภาพของดวงดาวได้อีกด้วย

กล้องโทรทรรศน์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ตามย่านความถี่ที่ทำงาน เช่นกล้องโทรทรรศน์อินฟราเรด (Infrared telescope) กล้องโทรทรรศน์วิทยุ (Radio Telescope) เป็นต้น กล้องโทรทรรศน์ที่พบเห็นและรู้จักกันมากที่สุดก็คือ กล้องโทรทรรศน์ที่ทำงานในย่านความถี่ที่ตามองเห็นในที่นี้จะกล่าวถึงกล้องโทรทรรศน์แบบหลังนี้เท่านั้น ชนิดของกล้องโทรทรรศน์กล้องโทรทรรศน์อาจแบ่งได้ตามหลักการสร้างภาพได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง กล้องแบบหักเหแสงใช้เลนส์นูนอย่างน้อยสองชิ้นประกอบด้วยกัน ชิ้นหนึ่งเรียกว่า เลนส์วัตถุ อยู่ทางด้านหน้าของตัวกล้อง อีกชิ้นหนึ่งเรียกว่า เลนส์ตา อยู่ตำแหน่งใกล้ตา อัตราขยายของกล้องชนิดนี้สามารถหาได้จาก กำลังขยาย = ความยาวโฟกัสของเลนส์วัตถุ/ความยาวโฟกัสของเลนส์ตา กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง ประกอบด้วยกระจกเว้าโค้งแบบพาราโบลาเรียกว่า กระจกหลัก (primary mirror) กับเลนส์ตาคืออีกอันหนึ่ง กำลังขยายของกล้องแบบสะท้อนแสงหาได้จากกำลังขยาย = ความยาวโฟกัสของกระจกหลัก/ความยาวโฟกัสของเลนส์ตา

เมื่อเปรียบเทียบกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงกับกล้องโทรทรรศน์หักเหแสงแล้ว กล้องแบบสะท้อนแสงเหมาะกับกล้องขนาดใหญ่มากกว่ากล้องแบบหักเหแสง เนื่องจากกระจกสะท้อนแสงสามารถสร้างให้ มีขนาดใหญ่ และมีโครงสร้างเสริมหนุนอยู่ด้านหลังกระจกเพื่อรักษาความโค้งเอาไว้ได้ ในขณะที่กล้องหักเหแสงสามารถยึดติดกับสิ่งอื่นได้เฉพาะที่ขอบเลนส์เท่านั้น จึงมีขีดจำกัดอยู่ที่เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เมตรเท่านั้น หากสร้างกระจกใหญ่กว่านี้ น้ำหนักของเลนส์จะถ่วงให้กระจกมีรูปร่างบิดเบี้ยวจนภาพที่ได้มี ความเพี้ยนมากเกินไป ปัจจุบันกล้องโทรทรรศน์หักเหแสงที่ใหญ่ที่สุดตั้งอยู่ที่หอสังเกตการณ์เยอร์คีส์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ 1 เมตร กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงยังมีชนิดย่อย ๆ อีกหลายชนิด เช่น

กล้องโทรทรรศน์วิทยุ เป็นอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ ใช้บันทึกและวัดสัญญาณคลื่นวิทยุจากวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ กล้องโทรทรรศน์วิทยุต่างจากกล้องโทรทรรศน์เชิงแสงตรงที่ปฏิบัติงานในความถี่ของคลื่นวิทยุ ที่ความยาวคลื่นตั้งแต่ 10 มิลลิเมตร ไปจนถึง 10-20 เมตร โดยทั่วไปจานเสาอากาศของกล้องโทรทรรศน์วิทยุ จะมีรูปร่างเป็น พาราโบลา อาจอยู่เดี่ยว ๆ หรือประกอบกันเป็นแถวลำดับ ทำหน้าที่เปรียบเทียบกับกระจกของกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง กล้องโทรทรรศน์วิทยุนำไปสู่การค้นพบวัตถุใหม่และปรากฏการณ์ เช่น ควอซาร์ พัลซาร์ และไมโครเวฟพื้นหลัง

ความก้าวหน้าอีกระดับหนึ่งในด้านเทคโนโลยีอวกาศคือ มนุษย์สามารถสร้างยานอวกาศที่จะใช้ในการสำรวจอวกาศและดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ โดยยานอวกาศถูกสร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการสำรวจอวกาศ โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานแต่ละครั้งแตกต่างกัน ยานอวกาศแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุม และยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุม

ยานอวกาศ (Spacecraft) หมายถึง ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์อัตโนมัติขึ้นไปสู่อวกาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจโลกหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ยานอวกาศมี 2 ประเภท คือ ยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุม และยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุม

1) ยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุม (Manned Spacecraft) มีขนาดใหญ่ เพราะต้องมีปริมาตรพอที่มนุษย์อยู่อาศัยได้ และยังคงบรรทุกปัจจัยต่าง ๆ ที่มนุษย์ต้องการ เช่น อากาศ อาหาร และเครื่องอำนวยความสะดวกในการยังชีพ เช่น เตียนนอน ห้องน้ำ ดังนั้นยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุมจึงมีมวลมาก การขับเคลื่อนยานอวกาศที่มีมวลมากให้มีอัตราเร่งสูงจำเป็นต้องใช้จรวดที่บรรทุกเชื้อเพลิงจำนวนมาก ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงมาก ยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุมได้แก่ ยานอะพอลโล (Apollo) ซึ่งนำมนุษย์ไปยัง ดวงจันทร์

2) ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุม (Unmanned Spacecraft) มีขนาดเล็กมาก เมื่อเปรียบเทียบกับยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุม ยานอวกาศชนิดนี้มีมวลน้อยไม่จำเป็นต้องใช้จรวดนำส่งขนาดใหญ่ จึงมีความประหยัดเชื้อเพลิงมาก อย่างไรก็ตามในการควบคุมยานในระยะไกลไม่สามารถใช้วิทยุควบคุมได้ เนื่องจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต้องใช้เวลาในการเดินทาง ยกตัวอย่างเช่น ดาวเสาร์อยู่ไกลจากโลกประมาณ 1 พันล้านกิโลเมตร หรือ 1 ชั่วโมงแสง หากส่งคลื่นวิทยุไปยังดาวเสาร์ คลื่นวิทยุต้องใช้เวลาจนถึง 1 ชั่วโมง ดังนั้นการควบคุมให้ยานเลี้ยวหลบหลีกก่อนน้ำแข็งบริเวณวงแหวนจะไม่ทัน ยานอวกาศประเภทนี้จึงต้องมีสมองกลคอมพิวเตอร์และระบบซอฟต์แวร์ซึ่งฉลาดมาก เพื่อให้ยานอวกาศสามารถต้องปฏิบัติการกิจได้เอง ทุกประการและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ทันที เหตุผลอีกส่วนหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์นิยมใช้ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุมในงานสำรวจระยะบุกเบิกและการเดินทางระยะไกล เนื่องจากการออกแบบยานไม่ต้องคำนึงถึงปัจจัยในการดำรงชีวิต ทำให้อาจเดินทางระยะไกลได้เป็นระยะเวลานานนอกเหนือขีดจำกัดของมนุษย์ ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุมได้แก่ ยานแคสสินี (Cassini spacecraft) ซึ่งใช้สำรวจดาวเสาร์ เป็นต้น

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียน โดยให้สังเกตภาพนำหน่วย อ่านเนื้อหาหน่วย ในหนังสือเรียนชั้น ม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 211 และร่วมอภิปราย โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากรู้อยากเห็น ดังนี้

- ภาพถ่ายดาวพลูโตทั้งสองภาพมีลักษณะอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความคิดของนักเรียน)

2) นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องเทคโนโลยีอวกาศต่อไป (ในหนังสือเรียนชั้น ม.3 เล่ม1 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2560) สสวท. หน้า 221)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.6 เทคโนโลยีอวกาศมีอะไรบ้าง ตอนที่ 1 รู้จักกับเทคโนโลยีอวกาศ โดยอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 223 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (เทคโนโลยีอวกาศ)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ระบุเทคโนโลยีอวกาศและอธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศ จากนั้นจัดกระทำข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการสำรวจอวกาศและนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน)

4) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม โดยเน้นย้ำให้นักเรียนระบุว่าสืบค้นเทคโนโลยีอวกาศอะไร พร้อมอธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศนั้น ครูให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.6 เทคโนโลยีอวกาศมีอะไรบ้าง ตอนที่ 1 รู้จักกับเทคโนโลยีอวกาศ โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า เทคโนโลยีอวกาศ คือ กระบวนการประยุกต์ใช้ความรู้ในการผลิตและพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ขยายขอบเขตการมองเห็นและการศึกษาอวกาศของมนุษย์ตลอดจนใช้อำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ได้แก่ กล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

6) นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 2 กล้องโทรทรรศน์ โดยอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 224 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (เทคโนโลยีอวกาศ)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ระบุเทคโนโลยีอวกาศและอธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (อภิปรายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากกล้องโทรทรรศน์ วิเคราะห์ภาพถ่ายเนบิวลาโอไรออนที่ถ่ายโดยกล้องถ่ายรูป กล้องโทรทรรศน์หักเหแสง และกล้องโทรทรรศน์อวกาศ จากนั้นอภิปรายความแตกต่างของข้อมูลและประโยชน์จากภาพถ่ายทั้ง 3 ภาพ)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (สังเกตภาพถ่ายเนบิวลาโอไรออนจากภาพถ่ายที่ใช้อุปกรณ์ในการบันทึกภาพที่แตกต่างกัน)

7) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม โดยสังเกตและให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น ลักษณะและสีของเนบิวลาที่แตกต่างกันระหว่างภาพถ่าย 3 ภาพ

8) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมตอนที่ 2 กล้องโทรทรรศน์ โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาอวกาศมีหลากหลาย ทั้งนี้เพื่อขยายขอบเขตการมองเห็นของมนุษย์ เช่น กล้องโทรทรรศน์ ซึ่งมีหลายประเภท ได้แก่ กล้องโทรทรรศน์หักเหแสงและกล้องโทรทรรศน์อวกาศ โดยข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างกันตามไปด้วย

9) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 225-229 และตอบคำถามระหว่างเรียนเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศ ร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามดังนี้

- ยกตัวอย่างเทคโนโลยีอวกาศมีอะไรบ้าง (กล้องโทรทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์อวกาศ จรวด ยานอวกาศ สถานีอวกาศ ดาวเทียม)

- ถ้านักดาราศาสตร์ต้องการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดาวอังคาร นักเรียนคิดว่านักดาราศาสตร์ควรใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์ใด (นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ข้อมูลจากหลาย ๆ อุปกรณ์ประกอบกัน เช่น อาจศึกษาลักษณะของดาวอังคารจากระยะไกลโดยใช้กล้องโทรทรรศน์หรือกล้องโทรทรรศน์อวกาศ หรือวางแผนส่ง ยานอวกาศไปสำรวจดาวอังคาร)

เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เทคโนโลยีอวกาศ คือ กระบวนการประยุกต์ใช้ความรู้ในการผลิตและพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ขยายขอบเขตการมองเห็นและการศึกษาอวกาศของมนุษย์ ตลอดจนใช้อำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ แก่มนุษย์เช่น กล้องโทรทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์อวกาศ จรวด ยานอวกาศ สถานีอวกาศ ดาวเทียม อุปกรณ์แต่ละอย่างให้ข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์แตกต่างกันไป ในการศึกษาวัตถุท้องฟ้าเราจึงต้องใช้ข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งประกอบกัน

8.5 ชั้นที่ 5 ชั้นประเมิน (Evaluation)

10) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

11) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน

8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 3.6 เทคโนโลยีอวกาศมีอะไรบ้าง

8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 3.6 เทคโนโลยีอวกาศมีอะไรบ้าง

8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

10. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
-------------------------	------------	---------------	-------------------------

1. อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.6	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.6 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยการจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.6	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.6 ขนาดของแรงโน้มถ่วงขึ้นอยู่กับอะไร	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ความมุ่งมั่นในการทำงานและความรับผิดชอบ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	- เกณฑ์การประเมินความมุ่งมั่นและความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

12. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ

ผลการสอน

ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. เทคโนโลยีอวกาศมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน และมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย
2. ดาวเทียมเป็นตัวอย่างหนึ่งของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสาร ด้านอุตุนิยมวิทยา ด้านการกำหนดตำแหน่ง ด้านการสำรวจทรัพยากร ด้านดาราศาสตร์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนระบุและอธิบายประโยชน์ของดาวเทียมในชีวิตประจำวันได้ (K)
2. นักเรียนมีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยการจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของดาวเทียมได้ (P)
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นและรับผิดชอบในการทำงาน (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สารการเรียนรู้

จากการศึกษาเรื่องกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลหรือกล้องโทรทรรศน์อวกาศจันทรา เป็นกล้องที่ถูกส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก เพื่อศึกษาข้อมูลทางดาราศาสตร์ สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้นแล้วส่งไปโคจรรอบโลก เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ นั้นเรียกว่า ดาวเทียม (Satellite) ดังนั้นกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล หรือ กล้องโทรทรรศน์อวกาศจันทรา จึงจัดเป็นดาวเทียมชนิดหนึ่ง

ปัจจุบันมนุษย์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียมในด้านต่างๆเช่นการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จากต่างประเทศ การทำแผนที่ระบุตำแหน่งต่าง ๆ บนโลก การศึกษาการเคลื่อนที่ของพายุ เป็นต้น

ดาวเทียม (artificial satellite) ถูกส่งขึ้นไปจากโลกโดยจรวดหรือยานขนส่งอวกาศ ดาวเทียมสามารถโคจรรอบโลกได้ โดยอาศัยหลักการเดียวกับที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกคือ ณ ระดับความสูงจากผิวโลกระดับหนึ่ง ดาวเทียมจะต้องมีอัตราเร็วในการโคจรรอบโลกค่าหนึ่ง มิฉะนั้นอาจจะตกลงสู่โลกหรือหลุดจากวงโคจรรอบโลกได้

วงโคจรของดาวเทียม ดาวเทียมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีวงโคจรที่แตกต่างกันไป แล้วแต่ประเภทและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน การโคจรของดาวเทียมรอบโลกอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์เดียวกับบริวารของดาวเคราะห์ วงโคจรของดาวเทียม แบ่งตามระดับความสูงจากพื้นโลกเป็น 3 ระดับคือ วงโคจรระดับต่ำอยู่สูงจากผิวโลกประมาณ 800-1,500 กิโลเมตร วงโคจรระดับกลางอยู่สูงจากผิวโลกประมาณ 9,900-19,800 กิโลเมตรและ วงโคจรค้างฟ้าอยู่สูง

จากผิวโลกประมาณ 35,000 กิโลเมตร ที่ระดับนี้ดาวเทียมจากโคจรรอบโลกไปทางเดียวและเร็วเท่ากับอัตราการหมุนรอบตัวเองของโลก

ดาวเทียมของไทย ได้แก่ ดาวเทียมธีออส (THEOS: Thailand Earth Observation Sensing) เป็นดาวเทียมสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) ใช้สำรวจทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทย เพื่อเตรียมพร้อมรับมือภัยพิบัติทางธรรมชาติ รวมทั้งการวางแผนการจัดการทรัพยากรในประเทศ โดยเกิดจากความร่วมมือระหว่างรัฐบาลไทยและรัฐบาลฝรั่งเศส และดาวเทียมไทยคม เป็นดาวเทียมสื่อสารของประเทศไทย เพื่อให้บริการสื่อสารผ่านช่องสัญญาณ ดาวเทียมมีทั้งหมด 5 ดวง ชื่อไทยคมนั้น ได้รับพระราชทานจากพระบาทสมเด็จพระภูมิพลอดุลยเดชฯ โดยย่อมาจาก Thai Communication

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านดาวเทียม ช่วยพัฒนาโลกทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้สังคมโลกเป็นสังคมที่สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้อย่างทั่วถึง และรวดเร็วจนถือว่าเป็นโลกไร้พรมแดน มนุษย์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียมในด้านต่างๆดังนี้

ประโยชน์จากดาวเทียม ได้แก่

- ดาวเทียมดาราศาสตร์ (Astronomical Satellites) เป็นดาวเทียมสำรวจดวงดาวต่าง ๆ ที่อยู่ห่างไกลโลกสำรวจจากแกแล็กซี (Galaxy) รวมทั้งสำรวจวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ในอวกาศ เช่น ดาวเทียม MAGELLAN สำรวจดาวศุกร์ดาวเทียม GALILEO สำรวจดาวพฤหัสบดี เป็นต้น

- ดาวเทียมสื่อสาร (Communications Satellites) เป็นดาวเทียมประจำที่ในอวกาศ เพื่อการสื่อสารโดยใช้คลื่นวิทยุในความถี่ไมโครเวฟ ส่วนใหญ่เป็นดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า ดาวเทียมสื่อสารเป็นดาวเทียมที่ต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา เรียกได้ว่าทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ไม่มีหยุด เพื่อที่จะเชื่อมโยงเครือข่ายการสื่อสารของโลกเข้าไว้ด้วยกัน

- ดาวเทียมสื่อสารเมื่อถูกส่งเข้าสู่วงโคจร มันก็พร้อมที่จะทำงานได้ทันที สามารถส่งสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดิน สถานีภาคพื้นดินจะรับสัญญาณโดยใช้อุปกรณ์ ที่เรียกว่า “Transponder” ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่พักสัญญาณ แล้วกระจายสัญญาณไปยังจุดรับสัญญาณต่างๆ บนพื้นโลก ประโยชน์ของดาวเทียมสื่อสารสามารถส่งผ่านสัญญาณโทรศัพท์ ข้อมูลต่างๆ รวมถึงสัญญาณภาพโทรทัศน์ได้ไปยังทุกหนทุกแห่งได้แก่ ดาวเทียม INTELSAT ดาวเทียม IRIDIUM และดาวเทียมไทยคม เป็นต้น

- ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก (Earth observation satellites) เป็นดาวเทียมที่ถูกออกแบบเฉพาะเพื่อการสำรวจติดตามทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ของโลกรวมไปถึงการทำแผนที่ต่าง ๆ ข้อมูลภาพที่ได้รับจากดาวเทียมสามารถปกคลุมบริเวณกว้าง สามารถใช้ในการทำแผนที่ และใช้แก้ไขเพิ่มเติมแผนที่ได้ โดยเฉพาะข้อมูลจากดาวเทียม SPOT ซึ่งมีรายละเอียดภาพสูง และสามารถดูภาพสามมิติได้ คุณสมบัติที่เหมาะสมนี้ ทำให้กรมแผนที่ทหารได้ทดลองใช้ภาพจากดาวเทียม SPOT แก้ไขแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ให้ทันสมัย ได้แก่ ดาวเทียม LANDSAT RADARSAT ALOS และ THEOS เป็นต้น

- ดาวเทียมนำร่อง (Navigation satellites) เป็นดาวเทียมนำร่องที่ใช้คลื่นวิทยุและรหัสจากดาวเทียมไปยังเครื่องรับสัญญาณบนพื้นผิวโลก สามารถหาตำแหน่งบนพื้นโลกที่ต้องการได้ทุกแห่งและตลอดเวลา เช่น การนำร่องจากที่หนึ่งไปที่หนึ่งตามต้องการ แสดงการนำร่องของยานพาหนะต่างๆจากที่หนึ่งไปที่หนึ่งตามต้องการ เช่น เครื่องบิน เรือ รถยนต์ และจักรยานยนต์ เป็นต้น การติดตามการเคลื่อนที่ของคนและสิ่งของต่างๆ แสดงการนำร่องด้วยเครื่อง

GPS ในรถยนต์ แสดงเครื่อง GPS ติดกับโทรศัพท์มือถือสามารถบอกตำแหน่งได้ ได้แก่ ดาวเทียม NAVSTAR GLONASS และ GALILEO เป็นต้น

- ดาวเทียมจารกรรม (Reconnaissance satellites) เป็นดาวเทียมสำรวจความละเอียดสูง หรือดาวเทียมสื่อสารเพื่อใช้ทางกิจการทางการทหาร การจารกรรม หรือการเตือนภัยจากการโจมตีทางอากาศ ได้แก่ ดาวเทียม KEYHOLE และ LACROSSE เป็นต้น

- ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Meteorological satellites) ติดตั้งอุปกรณ์ถ่ายภาพบรรยากาศโลกจากมุมสูงระยะทางไกล ทำให้มองเห็นภาพรวมของสภาพอากาศซึ่งปกคลุมเหนือพื้นผิว ตลอดจนทิศทางการเปลี่ยนแปลง ทำให้สามารถช่วยเตือนภัยและพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้าได้เป็นอย่างดี ได้แก่ ดาวเทียม NOAA GMS และ GOES เป็นต้น

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

8.1 ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมบริเวณโรงเรียนหรือจังหวัดที่อยู่อาศัยมาให้ให้นักเรียนสังเกตร่วมกัน หรือใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 บริเวณจังหวัดรอบอ่าวไทย บันทึกภาพเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2559 จากนั้น ให้นักเรียนทายว่าบริเวณที่ครูชี้เป็นสถานที่ใด หรือให้นักเรียนสังเกตบริเวณต่าง ๆ ตามหมายเลข แล้วจับคู่ชื่อของสถานที่กับหมายเลขบนภาพถ่ายดาวเทียม

2) นักเรียนและครูร่วมกันสังเกตภาพจากดาวเทียมและตอบคำถามต่อไปนี้

- นักเรียนต้องใช้ข้อมูลใดบ้างในการแปลความหมายจากภาพถ่ายจากดาวเทียม (วิเคราะห์โดยการสังเกตสีและความเข้มของสี ขนาด รูปร่าง รูปแบบ ที่ตั้ง จะทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ เช่น ลักษณะของพื้นที่และบริเวณที่ตั้งของสถานที่ต่าง ๆ ได้)

- ดาวเทียมมีประโยชน์ในด้านใดอีกบ้าง (นักเรียนตอบตามความคิดของตนเอง)

8.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.7 ประโยชน์ของดาวเทียมในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง โดยให้นักเรียนตอบจากประสบการณ์เดิมและแนวคิดของตนเอง ครูชักชวนให้นักเรียนไปหาคำตอบที่ถูกต้องจากการทำกิจกรรมต่อไป

4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 230 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยให้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ประโยชน์ของดาวเทียมในชีวิตประจำวัน)

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ระบุและอธิบายประโยชน์ของดาวเทียมในชีวิตประจำวัน)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (พิจารณาสถานการณ์และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ชุดที่ 1 และ 2 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียมทั้ง 2 ชุดว่ามีประโยชน์ต่อคนในพื้นที่นั้นอย่างไร จากนั้นสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของดาวเทียมในด้านอื่น ๆ)

- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (พิจารณาสถานการณ์และชุดภาพถ่ายจากดาวเทียมจำนวน 2 ชุด วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ของข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายทั้ง 2 ชุดต่อคนในพื้นที่ จากนั้นสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของดาวเทียมในด้านอื่น ๆ)

5) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม โดยครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน ให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียมชุดที่ 1 เป็นภาพแสดงตำแหน่งของพายุปากี โดยมีแถบสีแดง ปริมาณน้ำฝนบริเวณที่เป็นสีชมพูเป็นบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนมากหรือบริเวณที่เกิดพายุ ครูแนะนำให้ นักเรียนสังเกตบริเวณสีชมพูของแต่ละภาพ

8.3 ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.7 ประโยชน์ของดาวเทียมในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรม **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** ภาพถ่ายจากดาวเทียมมีประโยชน์หลายด้าน เช่น ด้านการพยากรณ์อากาศหรืออุตุนิยมวิทยา ด้านการสำรวจทรัพยากร ซึ่งรวมถึงด้านการป้องกันและบรรเทาพิบัติภัย นอกจากนี้ดาวเทียมยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ด้านการสื่อสาร ด้านดาราศาสตร์

8.4 ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 232-235 อ่านเกร็ดน่ารู้ และตอบคำถามระหว่างเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ของดาวเทียมในด้านต่าง ๆ

- ถ้าไม่มีดาวเทียมจะส่งผลอย่างไรต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความคิดของนักเรียน เช่น ถ้าไม่มีดาวเทียมสื่อสารก็จะไม่สามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่หรือดูรายการโทรทัศน์ได้ ถ้าไม่มีดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาก็จะไม่สามารถดูพยากรณ์อากาศได้ถ้าไม่มีดาวเทียมกำหนดตำแหน่งจะไม่สามารถใช้ระบบนำทางได้)

- ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอวกาศจะเกิดขึ้นได้ ต้องใช้ความรู้ใดในการออกแบบและประดิษฐ์ (แนวคำตอบ ต้องใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์)

8) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** ดาวเทียมเป็นอุปกรณ์ที่มนุษย์ สร้างขึ้นแล้วส่งขึ้นไปโคจรรอบโลกเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ มีประโยชน์หลายด้าน เช่น ด้านการสื่อสาร ด้านอุตุนิยมวิทยา ด้านการกำหนดตำแหน่ง ด้านการสำรวจทรัพยากร และด้านดาราศาสตร์ ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกแก่การดำเนินชีวิตของคนบนโลก

8.5 ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

9) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

10) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้

- 8.1 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์เครื่องเขียน
- 8.2 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 4.7 ประโยชน์ของดาวเทียมในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง
- 8.3 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.7 ประโยชน์ของดาวเทียม
ในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง
- 8.4 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ
ปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. ระบุและอธิบาย ประโยชน์ของดาวเทียม ในชีวิตประจำวัน (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถาม ทำกิจกรรมที่ 4.7	- คำถามทำกิจกรรมที่ 4.7 ประโยชน์ของดาวเทียมใน ชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง จำนวน 4 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการจัด กระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล โดยการจัดกระทำ และนำเสนอข้อมูล เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ ของดาวเทียมได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึก การค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.7	- แบบบันทึกการค้นคว้า กิจกรรมที่ 4.7 ประโยชน์ ของดาวเทียมใน ชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านกระบวนการ
3. ความมุ่งมั่นในการ ทำงานและความ รับผิดชอบ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตพฤติกรรมของ นักเรียนระหว่างและหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	- เกณฑ์การประเมินความ มุ่งมั่นและความรับผิดชอบ ในการทำกิจกรรมการ เรียนรู้	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่า ผ่านการประเมิน ด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 34	
เรื่อง ความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ	รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. โครงการสำรวจอวกาศต่าง ๆ ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจต่อโลก ระบบสุริยะและเอกภพให้มากขึ้นตัวอย่างโครงการสำรวจอวกาศเช่น การสำรวจสิ่งมีชีวิตนอกโลกการสำรวจ ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ การสำรวจดาวอังคารและบริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศได้ (K)
2. นักเรียนมีทักษะการสื่อสาร โดยนำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศในรูปแบบที่น่าสนใจได้ (P)
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นและรับผิดชอบในการทำงาน (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้

- มุ่งมั่นในการทำงาน

ของเทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศจากอินเทอร์เน็ตได้

6. สารการเรียนรู้

โครงการสำรวจอวกาศมีมากมายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แต่ละโครงการมีจุดประสงค์แตกต่างกันไป การสำรวจอวกาศทำให้เราทราบข้อมูลของวัตถุต่าง ๆ ในอวกาศ ไม่ว่าจะเป็นดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ทำให้เราเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในวัตถุเหล่านั้น ตลอดจนเข้าใจการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการสังเกตสิ่งที่จะเป็นภัยต่อโลก เช่น ภัยจากพายุสุริยะ ภัยจากดาวเคราะห์น้อยพุ่งชนโลก เพื่อที่มนุษย์จะได้ระวังและแก้ไขปัญหาต่อไป

โครงการสำรวจอวกาศส่วนใหญ่จะมาจากองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือที่รู้จักกันในนามองค์การนาซา (National Aeronautics and Space Administration : NASA) ซึ่งมีโครงการสำรวจอวกาศที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นโครงการสำรวจดาวเคราะห์ สำรวจดวงอาทิตย์ สำรวจดาวเคราะห์น้อย ไปจนถึงสำรวจวัตถุที่อยู่นอกระบบสุริยะ นอกจากนี้ยังมีองค์การที่ศึกษาเกี่ยวกับอวกาศจากประเทศอื่น ๆ ด้วย เช่น จีน อินเดีย ญี่ปุ่น รัสเซีย องค์การอวกาศยุโรปหรืออีเอสเอ (European Space Agency : ESA) โครงการสำรวจอวกาศที่สนใจมีดังนี้

โครงการสำรวจดวงจันทร์

ดวงจันทร์เป็นเพื่อนบ้านที่ใกล้โลกของเรามากที่สุด เราศึกษาดวงจันทร์จากการสังเกตด้วยกล้องโทรทรรศน์มานาน จนเมื่อ พ.ศ. 2500 สหภาพโซเวียตได้ส่ง สปุตนิก (Sputnik) ดาวเทียมดวงแรกของโลกขึ้นสู่อวกาศ จึงเป็นจุดเริ่มต้นการแข่งขันเพื่อเดินทางไปยังดวงจันทร์ ทำให้เกิดโครงการสำรวจดวงจันทร์มากมายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โครงการที่สำคัญ ๆ มีดังนี้ โครงการลูนา (Luna) เป็นโครงการอวกาศของสหภาพโซเวียต ในช่วงปี พ.ศ. 2502-2519 ได้ส่งยานไปสำรวจดวงจันทร์หลายลำและหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการพุ่งชนดวงจันทร์ โคจรรอบดวงจันทร์ แล้วถ่ายภาพกลับมา ลงจอดบนดวงจันทร์และเก็บตัวอย่างดินส่งกลับมายังโลก แต่ก็ยังไม่สามารถนำมนุษย์ลงสู่ดวงจันทร์ได้

โครงการอพอลโล 11 (Apollo 11) ขององค์การนาซา ประสบความสำเร็จในการส่งมนุษย์อวกาศไปสำรวจดวงจันทร์และกำลังปักธงชาติสหรัฐอเมริกาบนดวงจันทร์พากลับมายังโลกได้อย่างปลอดภัยเป็นครั้งแรก โดยในวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2512 นีล อาร์มสตรอง (Neil Armstrong) และบัซซ์ อัลดริน (Buzz Aldrin) นักบินอวกาศทั้งสองคนได้นำยานลงจอดบนดวงจันทร์และเดินสำรวจพื้นผิวดวงจันทร์ได้สำเร็จเป็นครั้งแรก หลังจากนั้นก็มีมนุษย์อวกาศอีกหลายคนที่ได้ไปเหยียบดวงจันทร์ และเก็บตัวอย่างดินและหินมาศึกษาทางด้านธรณีวิทยาของดวงจันทร์

ประเทศอื่น ๆ ก็มีการส่งยานอวกาศออกไปสำรวจดวงจันทร์ด้วยเช่นกัน เช่น ประเทศญี่ปุ่น จีน อินเดีย องค์การอีเอสเอ ต่างส่งยานสำรวจดวงจันทร์เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น เพื่อศึกษาการกำเนิดดวงจันทร์ สภาพทางธรณีวิทยาบนพื้นผิวดวงจันทร์ วิวัฒนาการทางธรณีวิทยา แผนที่การกระจายตัวของแร่ต่าง ๆ แลสภาพแวดล้อมบนพื้นผิวดวงจันทร์ หรือเพื่อศึกษาเกี่ยวกับวิศวกรรมและเทคโนโลยีอวกาศของยานอวกาศที่ไปสำรวจดวงจันทร์

โครงการสำรวจดาวอังคาร

มนุษย์ยังคงคำถามที่ต้องการคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคาร ดาวเคราะห์เพื่อนบ้านของเรา ทั้งนี้เนื่องด้วยดาวอังคารมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับโลกมากที่สุด ทำให้บางคนมีแนวคิดในการตั้งอาณานิคมเป็นบ้านหลังที่สองบนดาวอังคาร มนุษย์ประสบความสำเร็จในการส่งยานสำรวจพื้นผิวดาวอังคารต่อดวงจันทร์ โดยองค์การนาซาได้ส่งยานไปสำรวจมากที่สุด เช่น ยานออปพอร์ทูนิตี้ (Opportunity) สำรวจหินและดินเพื่อศึกษาร่องรอยของน้ำบนดาวอังคารในอดีตและศึกษาสภาพทางธรณีวิทยา ยานคิวริออซิตี (Curiosity) ศึกษาสภาพเอื้อต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ภูมิอากาศ ธรณีวิทยา รวมถึงเก็บภาพพื้นผิวของดาว เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้วางแผนโครงการส่งมนุษย์อวกาศไปดาวอังคารในอนาคต ยานอินไซต์ (InSight) ศึกษาโครงสร้างภายในของดาวอังคารจากการวิเคราะห์คลื่นไหวสะเทือน นอกจากนี้ยังมียานมังคลายาน (Mangalyaan) ของประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นประเทศแรกในเอเชียที่ส่งยานไปโคจรรอบดาวอังคารได้สำเร็จ เพื่อทดสอบเทคโนโลยี การสำรวจอวกาศ และศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาและชั้นบรรยากาศของดาวอังคาร

โครงการสำรวจดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญต่อโลกของเรา ถ้าปราศจากดวงอาทิตย์ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลกก็ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ การศึกษาดวงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะการเปลี่ยนแปลงบนดวงอาทิตย์ย่อมส่งผลกระทบต่อมนุษย์โดยตรงองค์การนาซามีแผนส่งยานอวกาศปาร์กเกอร์ โซลาร์ โพรบ (Parker Solar Probe) ให้เข้าใกล้พื้นผิวของดวงอาทิตย์มากที่สุด เพื่อเก็บข้อมูลและทำความเข้าใจบรรยากาศของดวงอาทิตย์ ซึ่งจะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์มีความรู้มากขึ้นเกี่ยวกับลมสุริยะ ส่วนองค์การอีสเพิร์กมีโครงการจะปล่อยยานโซลาร์ ออร์บิเตอร์ (Solar Orbiter) เพื่อศึกษาชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์เช่นกัน

นอกจากการสำรวจดาวที่อยู่ใกล้โลกอย่างดวงจันทร์ ดาวอังคาร หรือดวงอาทิตย์แล้ว มนุษย์ยังสนใจสำรวจวัตถุอื่น ๆ ในระบบสุริยะ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจระบบสุริยะมากขึ้น โครงการที่น่าสนใจมีดังต่อไปนี้

โครงการสำรวจดาวเคราะห์น้อย

เราอาจจะเคยได้ยินข่าวดาวเคราะห์น้อยเคลื่อนที่เฉียดเข้ามาใกล้โลกและสร้างความวิตกว่าจะเป็นภัยต่อโลก ถึงแม้ว่าดาวเคราะห์น้อยจะมีขนาดไม่ใหญ่นัก แต่ถ้าตกเข้ามายังโลกก็อาจสร้างความเสียหายต่อมนุษย์ได้ นอกจากนี้การศึกษาดาวเคราะห์น้อยยังเป็นกุญแจช่วยไขปริศนาเกี่ยวกับการกำเนิดของระบบสุริยะอีกด้วย โครงการโอไซริส เร็กซ์ (OSIRIS-REx) จากองค์การนาซามีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บตัวอย่างจากดาวเคราะห์น้อยแล้วนำกลับมาวิเคราะห์ตัวอย่างประกอบต่าง ๆ

โครงการสำรวจดาวเคราะห์ชั้นนอก

มวลส่วนใหญ่ของวัตถุท้องฟ้าทั้งหมดในระบบสุริยะกว่าร้อยละ 99.86 คือมวลของดวงอาทิตย์ ที่เหลือรองลงมาคือ ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ ดังนั้นการศึกษาดาวทั้งสองดวงจะช่วยให้เข้าใจว่ามวลส่วนใหญ่ที่ก่อให้เกิดดาวเคราะห์มีกลไกอย่างไร ยานจูโน (JUNO) ขององค์การนาซาเป็นยานสำรวจลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของดาวพฤหัสบดี รวมถึงศึกษาโครงสร้างภายในของดาวพฤหัสบดีว่ามีแกนกลางเป็นหินหรือไม่ ซึ่งจะเป็นข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจเรื่องการกำเนิดดาวเคราะห์ในระบบสุริยะต่อไป

ดาวบริวารของดาวเคราะห์ชั้นนอกก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจ เนื่องจากดาวบริวารหลายดวงมีของเหลวอยู่ภายใน เช่น ดวงจันทร์ยูโรปาของดาวพฤหัสบดี ดวงจันทร์ไททันของดาวเสาร์ โครงการแคสสินี-ฮอยเกนส์ (Cassini-Huygens) เป็นโครงการร่วมระหว่างองค์การนาซา องค์การอีเอสเอ และองค์การอวกาศอิตาลี (Agenzia Spaziale Italiana: ASI) ที่ใช้เวลากว่า 7 ปีในการเดินทางไปสำรวจดาวเสาร์และดวงจันทร์ไททัน และได้ค้นพบสิ่งที่น่าสนใจมากมาย เช่น ค้นพบพายุรูปหกเหลี่ยมบริเวณขั้วใต้ของดาวเสาร์ ทะเลสาบมีเทนและอีเทนในสถานะของเหลวและลักษณะพื้นผิวของดวงจันทร์ไททัน

การสำรวจอวกาศต้องมีการวางแผนล่วงหน้าในระยะยาวเป็นอย่างดี เพราะถึงแม้ยานอวกาศจะเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วสูง การเดินทางไปยังดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในระบบสุริยะก็ใช้เวลานานหลายสิบปี ดังเช่น ยานวอยเอเจอร์ 1 และ 2 (Voyager 1 & 2) ออกเดินทางจากโลกในปี พ.ศ. 2520 เพื่อสำรวจดาวเคราะห์ชั้นนอก ยานทั้งสองลำเคลื่อนที่ด้วยความเร็วกว่า 60,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และใช้เวลากว่า 2 ปี เพื่อเข้าใกล้ดาวพฤหัสบดี และกว่า 12 ปี เพื่อเข้าใกล้ดาวเคราะห์ที่ไกลที่สุดอย่างเนปจูน หลังจากนั้นยานทั้งสองยังคงเดินทางออกนอกระบบสุริยะไปเรื่อยๆ จนในปี พ.ศ. 2555 และ 2561 ยานวอยเอเจอร์ 1 และ 2 ตามลำดับก็ได้เดินทางออกนอกระบบสุริยะ นับว่าเป็นยานที่อยู่ไกลที่สุดที่ยังทำงานได้อยู่และยังคงเดินทางต่อไป นอกจากนี้ยาน นิวฮอไรซันส์ (New Horizons) หลังจากสำรวจดาวพลูโตแล้วก็กำลังมุ่งหน้าสำรวจวัตถุคอยเปอร์และมุ่งหน้าออกสู่อวกาศให้ไกลขึ้นต่อไป

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้วิดีโอที่แสดง ยานอะพอลโล่ 11 (Apollo 11) ส่งมนุษย์เหยียบดวงจันทร์ครั้งแรก (<https://www.youtube.com/watch?v=tjfsJJsawJY>)

2) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.8 โครงการสำรวจอวกาศมีความก้าวหน้าอย่างไร โดยใช้คำถามว่า ในการศึกษาด้านดาราศาสตร์ นอกจากการสังเกตจากบนโลกแล้ว การเดินทางไปสำรวจวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ ทำได้อย่างไร และอยากรู้หรือไม่ว่าโครงการสำรวจอวกาศที่ผ่านมามีความก้าวหน้าอย่างไร โดยให้นักเรียนตอบจากประสบการณ์เดิม และแนวคิดของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 236 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (โครงการสำรวจอวกาศ)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ)

- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สืบค้นโครงการสำรวจอวกาศที่นักเรียนสนใจ สืบค้นข้อมูลจุดประสงค์และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ และนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ)

4) ให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรมโดยครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5) ให้นักเรียนเสนอข้อมูลจากการสืบค้นโดยอาจใช้รูปแบบการจัดนิทรรศการ (gallery walk) โดยติดแสดงบนผนังห้องหรือวางบนโต๊ะ หรือนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ เช่น กลุ่ม Facebook หรือ Line จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โครงการสำรวจอวกาศมีโครงการอะไรบ้าง แต่ละโครงการมีประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์อย่างไร ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามข้อมูลที่นักเรียนได้สืบค้นและนำเสนอ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

6) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 237-242 จากนั้นร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

- โครงการสำรวจดวงจันทร์มีวัตถุประสงค์อะไรบ้าง (เพื่อศึกษาเกี่ยวกับธรณีวิทยาของดวงจันทร์ การกำเนิดของดวงจันทร์ รวมถึงด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีอวกาศของยานอวกาศที่ไปยังดวงจันทร์)

- เพราะเหตุใดจึงส่งหุ่นยนต์ไปสำรวจดาวอังคาร (เพื่อสำรวจหินและดินมาวิเคราะห์และศึกษาเกี่ยวกับสภาพทางธรณีวิทยา ร่องรอยของน้ำบนดาวอังคาร)

- การสำรวจดวงอาทิตย์มีความสำคัญอย่างไร (เนื่องจากดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานของโลก ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของดวงอาทิตย์ย่อมส่งผลโดยตรงต่อโลกและมนุษย์)

- การสำรวจดาวเคราะห์ชั้นนอกมีความน่าสนใจอย่างไร (เพราะดาวเคราะห์ชั้นนอกส่วนใหญ่มีมวลมาก การศึกษาดาวเคราะห์ชั้นนอกอาจทำให้เข้าใจกระบวนการเกิดของดาวเคราะห์ นอกจากนี้ดาวบริวารของดาวเคราะห์ชั้นนอกมีมากมาย และที่น่าสนใจคือมีการค้นพบของเหลวที่ดาวบริวารบางดวง)

7) ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า นับจากอดีตจนถึงปัจจุบันมีโครงการสำรวจอวกาศเกิดขึ้นมากมาย ซึ่งแต่ละโครงการมีวัตถุประสงค์แตกต่างกันไป การสำรวจอวกาศทำให้เราได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุต่าง ๆ ในอวกาศ นับเป็นการเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมถึงสิ่งที่จะเป็นภัยต่อโลก จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้

9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

8.1 วิดีทัศน์: ยานอะพอลโล่ 11 (Apollo 11) ส่งมนุษย์เหยียบดวงจันทร์ครั้งแรก

(<https://www.youtube.com/watch?v=tjfsJJswJY>)

8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์การเขียนต่าง ๆ

8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมที่ 4.8 โครงการสำรวจอวกาศมีความก้าวหน้าอย่างไร

8.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมที่ 4.8 โครงการสำรวจอวกาศมีความก้าวหน้าอย่างไร

8.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. ยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.8	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.8 โครงการสำรวจอวกาศมีความก้าวหน้าอย่างไร จำนวน 5 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสื่อสาร โดยนำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศในรูปแบบที่น่าสนใจได้ (ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำผลงานที่ได้จากการสืบค้น	- เกณฑ์การประเมินผลงานที่ได้จากการสืบค้น	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ความมุ่งมั่นในการทำงานและความรับผิดชอบ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	- เกณฑ์การประเมินความมุ่งมั่นและความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน.....พ.ศ.....

ผลการสอน

ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. แผนการดูดาว ต้องอาศัยการใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์มาวางแผนได้(K)
2. นักเรียนใช้ทักษะการตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุปจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (P)
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นและรับผิดชอบในการทำงาน (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สาระการเรียนรู้

กิจกรรมดูดาว มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องทิศ การเคลื่อนที่ของทรงกลมท้องฟ้า ทำความรู้จักกลุ่มดาวสว่าง สังเกตการณ์ดาวเคราะห์ และเทหวัตถุท้องฟ้าประเภทต่างๆ

ช่วงเวลาที่เหมาะสม

ฤดูหนาวเป็นฤดูที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการดูดาว ช่วงเวลาที่ดียที่สุดอยู่ระหว่างเดือน พฤศจิกายน - มกราคม หลังจากนั้นไปจนถึงก่อนสงกรานต์ ท้องฟ้าก็ยังโปร่งไม่มีเมฆ แต่จะมีหมอกแดด ซึ่งเกิดจากการเผาป่า และไร่ หลังจากสงกรานต์เป็นต้นไปเป็นช่วงฤดูฝน ฟ้าเปิดเป็นหย่อมๆ ดูดาวได้บ้างเป็นบางส่วน แต่จะมีเมฆผ่านไปมาอยู่ตลอดเวลา ทำให้ไม่สะดวกต่อการดูเป็นกลุ่มดาว อย่างไรก็ตามหลังจากฝนตก ถ้าไม่มีเมฆแผ่น ท้องฟ้าจะใสมาก เพราะน้ำฝนชะล้างฝุ่นในบรรยากาศลงมาหมด ช่วงเดือนสิงหาคม - กลางเดือนตุลาคม เป็นช่วงที่ไม่ควรจัดกิจกรรมดูดาวเลย เนื่องจากท้องฟ้าปิด มีเมฆปกคลุมตลอดเวลา และมีฝนตกแทบทุกวัน

สถานที่

อุปสรรคที่สำคัญของการดูดาวคือ แสงรบกวน สถานที่ที่เหมาะสมกับการดูดาว ควรจะอยู่ในชนบท ภูเขา หรือชายทะเล ควรออกห่างจากเมืองใหญ่อย่างเช่น กรุงเทพฯ ไม่น้อยกว่า 100 กิโลเมตร อย่างไรก็ตามใน กทม. ก็ยังสามารถมองเห็นกลุ่มดาวสว่าง ดาวเคราะห์ ดวงจันทร์ และดาวคู่ได้ แต่จะไม่สามารถมองเห็น ทางช้างเผือก กาแล็กซี หรือเนบิวลา เนื่องจากเทหวัตถุจำพวกนี้มีแสงจาง กลืนไปกับความสว่างของท้องฟ้าที่มีมลภาวะทาง

แสง [SEP]

บริเวณที่จะทำกิจกรรม ควรเป็นที่โล่งกว้าง มองเห็นขอบฟ้าได้ทุกด้าน โดยเฉพาะด้านทิศเหนือ ในการจัดที่นั่งเป็นหมู่คณะ ควรให้ผู้ชมหันหน้าไปทางทิศเหนือ (ถ้ามีการตั้งจอสไลด์ ก็ควรติดตั้งอยู่ทางทิศเหนือเช่นกัน) เพื่อให้สามารถสังเกตการเคลื่อนที่ของทรงกลมท้องฟ้า จากทิศตะวันออก ไปยังทิศตะวันตก (การหมุนรอบตัวเองของโลก) แต่หากมีข้อจำกัดด้านทิศเหนือ ให้เลือกหันหน้าไปทางทิศตะวันออก เพื่อที่ผู้ชมจะได้เห็นกลุ่มดาวเคลื่อนที่ขึ้นมา ตรงหน้า และข้ามศีรษะไปตกด้านหลัง

การวางแผน

การจัดกิจกรรมดูดาวที่ดีต้องมีการวางแผนล่วงหน้า ว่าคืนนั้นจะมีอะไรให้ชม ดวงจันทร์ขึ้น - ตกเวลาใด ช่วงหัวค่ำมีดาวเคราะห์ หรือ เทหวัตถุที่น่าสนใจอะไรบ้าง ช่วงก่อนรุ่งเช้ามีเทหวัตถุใด ที่คุ้มค่า ต่อการตื่นขึ้นมาดูบ้าง จงพยายามหลีกเลี่ยงวันเพ็ญขึ้น 15 ค่ำ เพราะดวงจันทร์จะขึ้นทันทีหลังจากดวงอาทิตย์ขึ้น และตกตอนรุ่งเช้าเมื่อฟ้าสว่าง ฉะนั้นคืนทั้งคืนจะเต็มไปด้วยแสงจันทร์ บดบังทางช้างเผือก กาแล็กซี และเนบิวลาทั้งหลาย [SEP]

การดูดาวไม่จำเป็นต้องเป็นคืนเดือนแรม 15 ค่ำ เพราะผู้ชมส่วนมากไม่เคยเห็นดวงจันทร์ผ่านกล้องโทรทรรศน์ และดวงจันทร์ก็ได้สว่างตลอดทั้งคืน ในช่วงข้างขึ้น ดวงจันทร์จะปรากฏให้เห็นตอนเย็น ดวงจันทร์จะขึ้นเข้าไปวันละประมาณ 50 นาที และจะขึ้นประมาณหกโมงเย็นพอดี ในวันเพ็ญขึ้น 15 ค่ำ ส่วนช่วงข้างแรม ดวงจันทร์จะปรากฏให้เห็นในตอนเช้า [SEP]

การวางแผนเวลาการขึ้น-ตก ของดวงจันทร์ และวัตถุท้องฟ้าที่น่าสนใจนั้น สามารถเรียกดูได้จากซอฟต์แวร์ดาราศาสตร์ เช่น Stellarium และ Starry Night ส่วนการประเมินสภาพลมฟ้าอากาศ สามารถดูได้จากภาพถ่ายดาวเทียม ในเว็บไซต์ของ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่ <http://www.tmd.go.th> เอกสารประกอบความรู้ และแผนที่ดาว สามารถดาวน์โหลดได้จาก The LESA Project ที่เว็บไซต์ www.lesa.biz

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method : 5E)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

- 1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อวีดิทัศน์แสดง ปรากฏการณ์ฝนดาวตกเจมินิดส์บนยอดดอยอินท เมื่อช่วงสิ้นปีพ.ศ. 2560 (<https://www.youtube.com/watch?v=1aG6SQKdSKE>)
- 2) ครูและนักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนถึงประสบการณ์การดูปรากฏการณ์บนท้องฟ้าและแนวทางในการได้รับชมปรากฏการณ์บนท้องฟ้า

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

- 3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมท้ายบท เรื่อง ดูดาววันไหนกันดี
- 4) นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 66 และครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การดูดาว)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (วิเคราะห์และวางแผนแนวทางการดูดาวในเวลาใด)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สืบค้นช่วงเวลาที่ปรากฏการณ์บนท้องฟ้าและเลือกสถานที่ในการดูดาวให้เห็นชัดที่สุด)
- นักเรียนต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (เลือกช่วงเวลาและสถานที่ในการดูดาว โดยมีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้)

5) ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

6) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท เรื่อง ดูดาววันไหนกันดี โดยการตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า ตอบตามที่นักเรียนวางแผน โดยเหตุผลที่เลือกช่วงเวลาและสถานที่ที่ต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขทั้ง 3 อย่างในสถานการณ์ คือ สามารถดูดวงจันทร์เสี้ยวช่วงหัวค่ำ ดูดาวช่วงดึกโดยปราศจากแสงจันทร์รบกวน และตื่นขึ้นมาดูดวงอาทิตย์ขึ้นในตอนเช้า

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

- 8) นักเรียนตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้าและส่งตามกำหนดที่วางไว้
- 9) ครูตรวจสอบการส่งแบบบันทึกการค้นคว้าของนักเรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 วิดีทัศน์: ปรากฏการณ์ฝนดาวตกเจมินิดส์บนยอดดอยอินท เมื่อช่วงสิ้นปีพ.ศ. 2560 (<https://www.youtube.com/watch?v=1aG6SQKdSKE>)
- 8.2 อุปกรณ์ทำกิจกรรม: อุปกรณ์การเขียนต่าง ๆ
- 8.3 ใบกิจกรรม: ใบกิจกรรมท้ายบท ดูดาววันไหนกันดี
- 9.4 แบบบันทึกกิจกรรม: แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท ดูดาววันไหนกันดี
- 9.5 แหล่งเรียนรู้: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ มาวางแผนได้ (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมท้ายบท	- คำถามท้ายกิจกรรมท้ายบท ดูดาววันไหนกันดี จำนวน 1 ข้อ	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุปจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้(ด้านกระบวนการ: P)	- ตรวจสอบการทำแบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท	- แบบบันทึกการค้นคว้ากิจกรรมท้ายบท ดูดาววันไหนกันดี	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านกระบวนการ
3. ความมุ่งมั่นในการทำงานและความรับผิดชอบ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	- เกณฑ์การประเมินความมุ่งมั่นและความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	- ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านการประเมินด้านเจตคติ

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการ.....

11. บันทึกหลังสอน วันที่..... เดือน..... พ.ศ

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

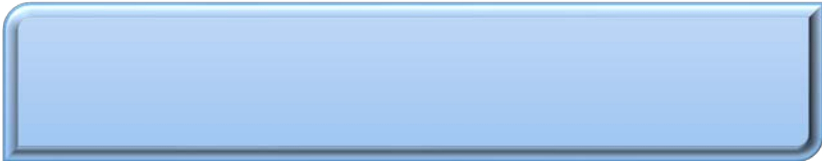
ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)



ภาคผนวก

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ใครคือผู้ได้ประโยชน์จากการพยากรณ์อากาศ
 - ก. ชาวประมง
 - ข. เกษตรกร
 - ค. นักบิน
 - ง. ทุกคน
2. ข้อใดคือประโยชน์โดยตรงของวิทยาศาสตร์ด้านการเกษตร
 - ก. วางแผนการเพาะปลูก
 - ข. การวินิจฉัยก าลังกายรอบๆสวน

ค. การเก็บผลผลิตมาทำขนมขาย

ง. การแปรรูปผลผลิต

3.ใครใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ก. หมิวสมัครเรียนภาษาอังกฤษออนไลน์

ข. หมวยชอบเข้าวัดทำบุญและขอพร

ค. หมูเก็บน้ำพุหลังจากบ้านมาดื่มกิน

ง. หมีขอเลขเด็ดจากพระเกจิ

4. ข้อใดเป็นผลเสียที่เกิดจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

ก. คุณยายชงน้ำมะนาวโซดาให้ทุกคนกินป้องกันมะเร็งตามที่เจอในอินเทอร์เน็ต

ข. คุณตาออกกำลังกายตามคุณหมอบนYOUTUBE

ค. คุณปู่โทรหาคุณย่าที่ไปเที่ยวญี่ปุ่น

ง. คุณป้าสอนทำอาหารในTIKTOK

5. เมื่อสถานการณ์ฉุกเฉิน สิ่งแรกที่ควรทำคือข้อใด

ก. โทรFACEBOOKไปหาเพื่อน

ข. ตั้งสติ และดูสถานการณ์โดยรอบ

ค. Live สดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ง. ใช้กล้องบันทึกภาพเหตุการณ์นั้นไว้

6. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของเทคโนโลยีด้านความปลอดภัย

ก. GPS ติดตามรถส่งของ

ข. กล้องหน้า กล้องหลังรถยนต์

ค. กล้องปากกาแอบถ่าย

ง. กล้องวงจรปิดแบบเซ็นเซอร์จับความเคลื่อนไหวตอนกลางคืน

7. ระบบการสื่อสารที่สามารถส่งออกภาพและเสียงได้ทันที ใช้ในการโต้ตอบของคุณหมอ และเจ้าหน้าที่ รพ
สต. เป็นประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในด้านใด

ก.ด้านเศรษฐกิจ

ข.ด้านการศึกษา

ค.ด้านการเมือง

ง.ด้านการแพทย์

8. ใครคือผู้ใช้เทคโนโลยีอย่างมีสติ

ก. เอไม่พกร่มเพราะแอฟพยากรณ์อากาศในฤดูฝน

ข. บีบอกข้อมูลส่วนตัวให้เจ้าหน้าที่ที่โทรมาหากลางดึก

ค. ซีแชร์โลเคชั่นให้พ่อมารับ

ง. ดีLiveสดตอนเดินกลับบ้าน

9.ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในด้านการศึกษา

ก. ใช้DLTV ในการเรียนออนไลน์

- ข. ใช้โทรศัพท์ในหาข้อมูลจากสสวท.เพื่อทำ SCIENCE SHOW
- ค. ใช้ข้อมูลในวิกิพีเดียทำรายงาน
- ง. ส่งเอกสารสมัครเรียนทางเว็บไซต์

10. ข้อใดถูก

- ก. ปูที่เปลี่ยนสีจากสีดำน้ำเงินเป็นสีส้มจากมะนาวสุกแล้ว
- ข. ปูที่ลอกคราบเกิดจากการเจริญเติบโตตามช่วงวัย
- ค. ปูที่ดองน้ำปลาจะไม่มีพยาธิ
- ง. ปูเผือกคือวัตถุมงคล

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ใครคือผู้ได้ประโยชน์จากการพยากรณ์อากาศ
 - ก. ชาวประมง
 - ข. เกษตรกร
 - ค. นักบิน
 - ง. ทุกคน
2. ข้อใดคือประโยชน์โดยตรงของวิทยาศาสตร์ด้านการเกษตร
 - ก. วางแผนการเพาะปลูก
 - ข. การวิ่งออกกำลังกาย

- ค. การเก็บผลผลิตมาทำขนมขาย
ง. การแปรรูปผลผลิต
3. ใครใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
- ก. หมิวสมัครเรียนภาษาอังกฤษออนไลน์
ข. หมวยชอบเข้าวัดทำบุญและขอพร
ค. หมูเก็บน้ำพุตหลังบ้านมาดื่มกิน
ง. หมิวขอเลขเด็ดจากพระเกจิ
4. ข้อใดเป็นผลเสียที่เกิดจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
- ก. คุณยายชงน้ำมะนาวโซดาให้ทุกคนกินป้องกันมะเร็งตามที่เจอในอินเทอร์เน็ต
ข. คุณตาออกกำลังกายตามคุณหมอในYOUTUBE
ค. คุณปู่โทรหาคุณย่าที่ไปเที่ยวญี่ปุ่น
ง. คุณป้าสอนทำอาหารในTIKTOK
5. เมื่อสถานการณ์ฉุกเฉิน สิ่งแรกที่ควรทำคือข้อใด
- ก. โทรFACEBOOKไปหาเพื่อน
ข. ตั้งสติ และดูสถานการณ์โดยรอบ
ค. Live สดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
ง. ใช้กล้องบันทึกภาพเหตุการณ์นั้นไว้
6. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของเทคโนโลยีด้านความปลอดภัย
- ก. GPS ติดตามรถส่งของ
ข. กล้องหน้า กล้องหลังรถยนต์
ค. กล้องปากกาแอบถ่าย
ง. กล้องวงจรปิดแบบเซ็นเซอร์จับความเคลื่อนไหวตอนกลางคืน
7. ระบบการสื่อสารที่สามารถส่งออกภาพและเสียงได้ทันที ใช้ในการโต้ตอบของคุณหมอ และเจ้าหน้าที่ รพ
สต. เป็นประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในด้านใด
- | | |
|----------------|----------------|
| ก.ด้านเศรษฐกิจ | ข.ด้านการศึกษา |
| ค.ด้านการเมือง | ง.ด้านการแพทย์ |
8. ใครคือผู้ใช้เทคโนโลยีอย่างมีสติ
- ก. เอไม่พกร่มเพราะแอฟพยากรณ์อากาศในฤดูฝน
ข. บิบอกข้อมูลส่วนตัวให้เจ้าหน้าที่ที่โทรมาหากลางดึก
ค. ซีแชร์โลเคชั่นให้พ่อมารับ
ง. ดีLiveสดตอนเดินกลับบ้าน
9. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในด้านการศึกษา
- ก. ใช้DLTV ในการเรียนออนไลน์

ข. ใช้โทรศัพท์ค้นหาข้อมูลจากสสวท.เพื่อทำ SCIENCE SHOW

ค. ใช้ข้อมูลในวิกิพีเดียทำรายงาน

ง. ส่งเอกสารสมัครเรียนทางเว็บไซต์

10. ข้อใดถูก

ก. ปูที่เปลี่ยนสีจากสีดำน้ำเงินเป็นสีส้มจากมะนาวสุกแล้ว

ข. ปูที่ลอกคราบเกิดจากการเจริญเติบโตตามช่วงวัย

ค. ปูที่ดองน้ำปลาจะไม่มีพยาธิ

ง. ปูเผือกคือวัฏธรมงคล

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุศาสตร์

1. ข้อความใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับโครโมโซม ยีน และดีเอ็นเอ

ก. โครโมโซมเป็นที่อยู่ของยีน

ข. ยีนเป็นช่วงหนึ่งของดีเอ็นเอ

ค. โครโมโซมมีดีเอ็นเอเป็นองค์ประกอบ

ง. โปรตีนเป็นองค์ประกอบของดีเอ็นเอ

2. ถ้านำเซลล์ผิวหนังของเด็กหญิง ก. ไปตรวจโครโมโซม จะพบว่ามีโครโมโซมเป็นอย่างไร

ก. ออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศเป็น XX

ข. ออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศเป็น XY

ค. ออโตโซม 23 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่

ง. ออโตโซมทั้งหมดจำนวน 23 คู่

3. ชาวสวนคนหนึ่งผสมพันธุ์ถั่ว 2 ต้น เมื่อต้นถั่วออกฝักจึงนำเมล็ดไปปลูกจนต้นถั่วเจริญเติบโต ปรากฏว่าเป็นถั่วต้นสูง จำนวน 254 ต้น ถั่วต้นเตี้ยจำนวน 250 ต้น

กำหนดให้ T เป็นแอลลีลควบคุมลำต้นสูง และ t เป็นแอลลีลควบคุมลำต้นเตี้ย จากผลการทดลองนี้ จีโนไทป์ของถั่วต้นพ่อและต้นแม่ในข้อใดถูกต้อง

	ต้นพ่อ	ต้นแม่		ต้นพ่อ	ต้นแม่
ก.	TT	tt	ข.	Tt	tt
ค.	TT	Tt	ง.	TT	TT

4. กำหนดให้ A B C D เป็นพืชชนิดเดียวกัน A B C มีดอกสีแดง และ D มีดอกสีขาว นำพืชเหล่านี้มาผสมพันธุ์กันได้ลูก ที่มีลักษณะสีของดอก ดังตาราง

พืชที่นำมาผสมพันธุ์กัน	จำนวนร้อยละของลูก	
	ดอกสีแดง	ดอกสีขาว
A X B	100	0
B X C	100	0
A X C	75	25
A X D	50	50

ตัวเลือก พืชใดมีจีโนไทป์แบบเดียวกัน

- ก. A และ B
- ข. B และ C
- ค. A และ C
- ง. C และ D

5. ลักษณะขนสีดำของวัวเป็นลักษณะเด่นควบคุมโดยแอลลีล B และขนสีแดงเป็นลักษณะด้อยควบคุมโดยแอลลีล b ถ้าลูกวัวตัวหนึ่งมีจีโนไทป์เป็น BB พ่อและแม่อาจมีจีโนไทป์ได้หลายแบบยกเว้นแบบใด

- ก. BB และ BB
- ข. BB และ Bb
- ค. BB และ bb
- ง. Bb และ Bb

6. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายเท่ากับ 8 แผนภาพในข้อใดที่แสดงกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ได้ถูกต้องที่สุด



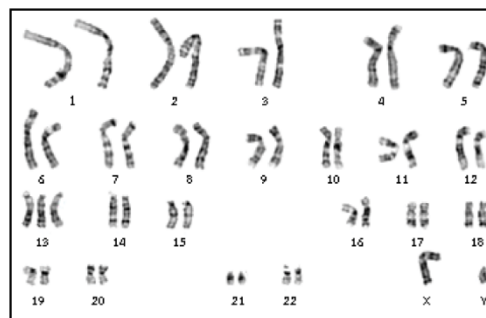
ค.

ง.

7. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายจำนวน 44 แห่ง จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์และในไซโกตของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้เป็นเท่าไร

	จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์	จำนวนโครโมโซมในไซโกต
ก.	44 แห่ง	22 แห่ง
ข.	44 แห่ง	44 แห่ง
ค.	22 แห่ง	22 แห่ง
ง.	22 แห่ง	44 แห่ง

8. จากภาพโครโมโซมของเซลล์ร่างกายของมนุษย์ ผู้ที่มีโครโมโซมดังภาพ จะมีลักษณะและเพศดังข้อใด



ก. ปกติ เพศชาย

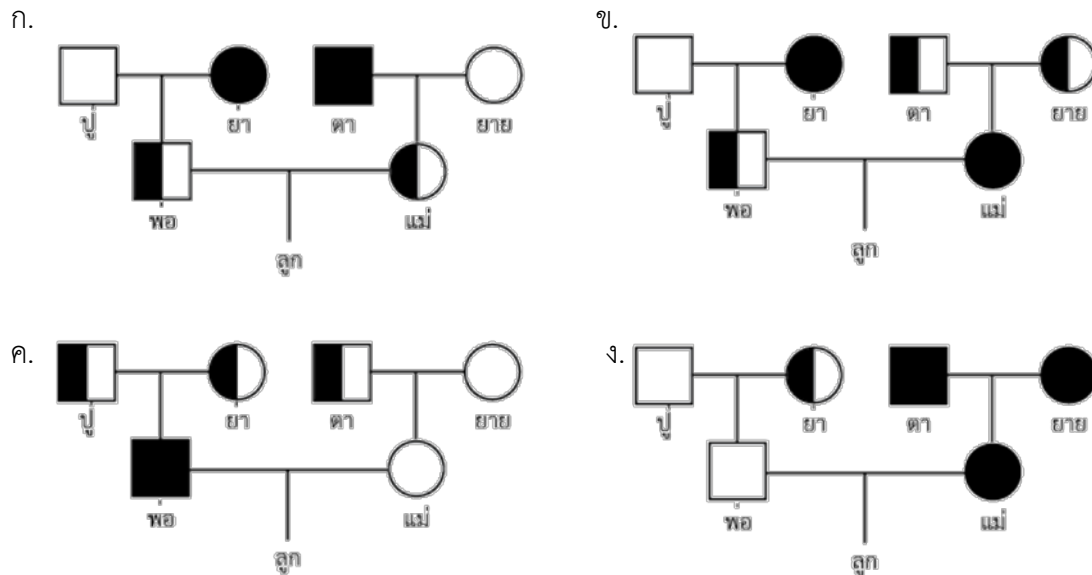
ข. ปกติ เพศหญิง

ค. ผิดปกติ เพศชาย

ง. ผิดปกติ เพศหญิง

9. คู่แต่งงานใดมีความเสี่ยงที่ลูกจะเป็นโรคธาลัสซีเมียมากที่สุด

กำหนดให้สัญลักษณ์ แทนคนปกติ แทนคนที่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย
 แทนคน ที่ป่วยเป็นโรคธาลัสซีเมีย



10. อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้

ข้าวโพดตัดแปรพันธุกรรมสามารถผลิตสารที่เป็นพิษต่อหนอนเจาะฝักข้าวโพดซึ่งเป็นแมลงที่เป็นศัตรูของข้าวโพด แต่เมื่อเรณูของข้าวโพดตัดแปรพันธุกรรมปลิวไปตกอยู่ที่ใบของต้นรักจะทำให้หนอนผีเสื้อจักรพรรดิที่กินใบรักเป็นอาหารเจริญเติบโตช้า และมีอัตราการตายที่สูงขึ้น

จากสถานการณ์ดังกล่าว ควรวางแผนอย่างไรเพื่อรับมือกับผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

1. ปลูกข้าวโพดตัดแปรพันธุกรรมร่วมกับต้นรักเพื่อกำจัดหนอนผีเสื้อจักรพรรดิ
2. ปลูกข้าวโพดตัดแปรพันธุกรรมบนพื้นที่ห่างไกลจากต้นรัก
3. ปลูกต้นไม้ใหญ่เป็นแนวกันลมระหว่างแปลงข้าวโพดตัดแปรพันธุกรรมกับต้นรัก

ก. ข้อที่ 1 เท่านั้น

ข. ข้อที่ 2 เท่านั้น

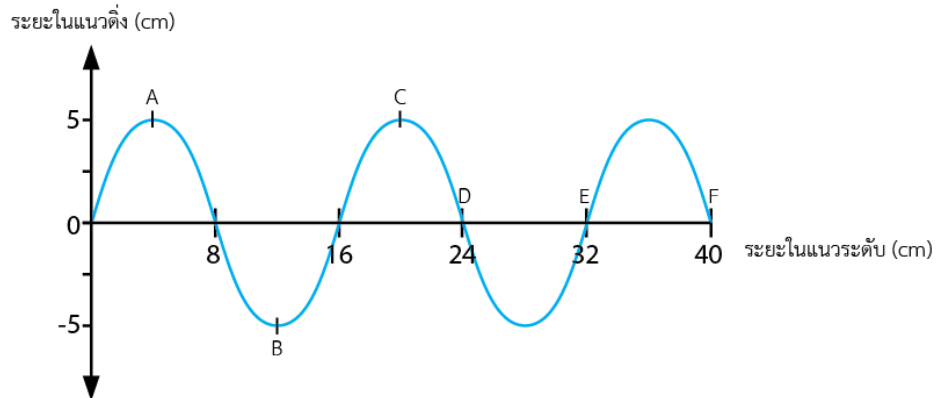
ค. ข้อ 1 และ 2

ง. ข้อที่ 2 และ 3

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง

1. คลื่นน้ำขบวนหนึ่ง ดังภาพ ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นขบวนนี้



- ก. A B และ C เป็นสันคลื่น
 ข. ความยาวคลื่นเท่ากับ 8 เซนติเมตร
 ค. ระยะห่างระหว่าง A กับ C มีค่าเท่ากับระยะห่างระหว่าง D กับ F
 ง. ถ้าคลื่นขบวนนี้เกิดขึ้นภายในเวลา 1 วินาที คลื่นนี้จะมีความถี่ 5 รอบต่อวินาที

2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- ก. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผ่านพลังงานกลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยไม่อาศัยตัวกลาง
 ข. รังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากจึงมีพลังงานสูง
 ค. เราสามารถมองเห็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ในบางช่วงความถี่
 ง. คลื่นวิทยุเป็นทั้งคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

3. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับรังสีอัลตราไวโอเล็ตหรือรังสี UV

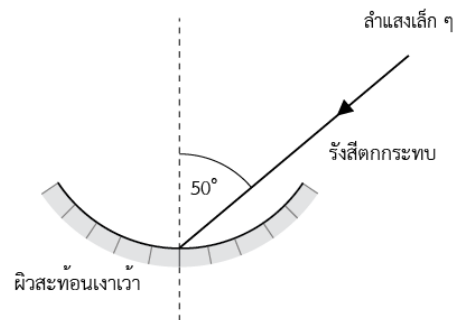
- ก. มนุษย์สามารถมองเห็นรังสี UV ได้
 ข. รังสี UV แผลออกมาจากดวงอาทิตย์เท่านั้น
 ค. รังสี UV มีพลังงานน้อยมากจนไม่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์
 ง. รังสี UV เป็นส่วนหนึ่งของสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

4. ฉายลำแสงเล็ก ๆ ให้ตกกระทบแผ่นสะท้อนแสงผิวราบ ดังภาพ ข้อความใดถูกต้อง



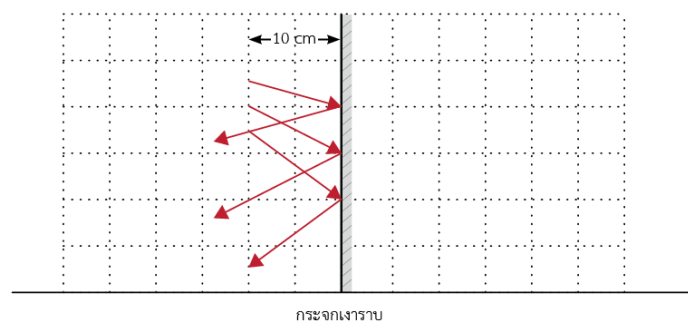
- ก. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 20 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 20 องศา
 ข. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 20 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 70 องศา
 ค. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 70 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 20 องศา
 ง. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 70 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 70 องศา

5. ฉายลำแสงเล็ก ๆ ให้ตกกระทบบนผิวสะท้อนเงาเว้า ดังภาพ ข้อความใดถูกต้อง



- ก. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 40 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 40 องศา
 ข. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 40 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 50 องศา
 ค. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 50 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 40 องศา
 ง. มุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับ 50 องศา มุมสะท้อนมีขนาดเท่ากับ 50 องศา

6. ส่วนหนึ่งของรังสีของแสงที่ออกจากจุดหนึ่งของวัตถุแสดงได้ดังภาพ



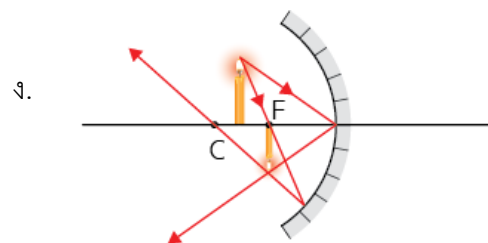
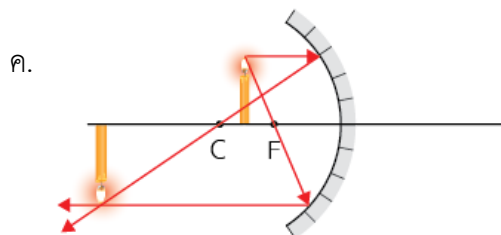
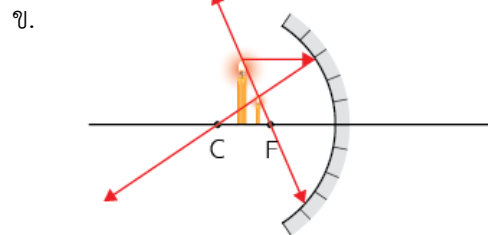
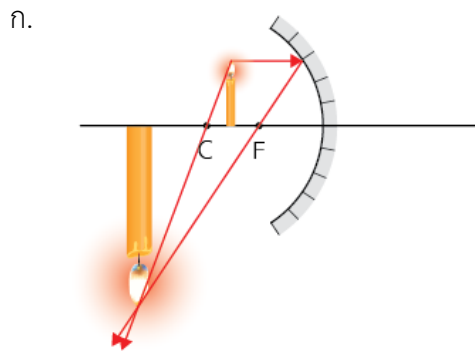
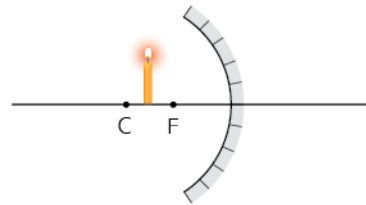
จากภาพ ระยะวัตถุและระยะภาพมีค่าเท่าใด

	ระยะวัตถุ (cm)	ระยะภาพ (cm)
ก.	10	10
ข.	10	20
ค.	20	10
ง.	20	20

7. ภาพในร้านจำหน่ายสินค้าหรือร้านอาหาร ถ้าต้องการให้ร้านมองดูกว้างขึ้น ตัวเลือกใดต่อไปนี้ เป็นวิธีที่เหมาะสม

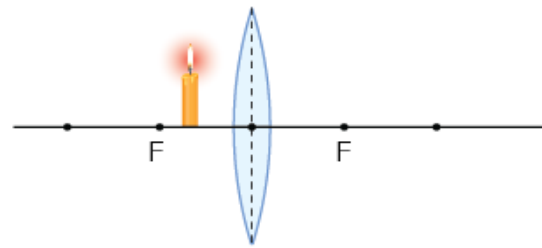
- ก. ติดกระจกเงาราบบริเวณผนังร้าน
- ข. ติดกระจกเงานูนบริเวณมุมบนของร้าน
- ค. ติดกระจกเงาเว้าบริเวณมุมบนของร้าน
- ง. ติดกระจกเงาราบบริเวณเพดานของร้าน

8. วางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเว้า ดังภาพ
ตัวเลือกใดแสดงการเขียนแผนภาพ
รังสีของแสงและภาพที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

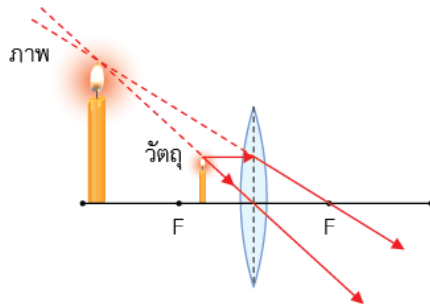


9. เมื่อนำกระจกเงาเว้าที่มีความยาวโฟกัสเท่ากับ 20 เซนติเมตร มาส่องดูใบหน้าของเราเอง โดย
 ตอนแรกวางกระจกให้ห่างจากใบหน้า 60 เซนติเมตร แล้วเลื่อนกระจกเข้าหาใบหน้าอย่างช้า ๆ
 จนกระทั่งกระจกแนบชิดกับใบหน้า ลักษณะภาพใบหน้าของเราจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ก. เริ่มต้นเห็นภาพมีขนาดใหญ่หัวกลับ เมื่อเลื่อนกระจกเข้าใกล้ใบหน้าจะเห็นภาพมีขนาดเล็กลง
 ข. เริ่มต้นเห็นภาพมีขนาดเล็กหัวกลับ เมื่อเลื่อนกระจกเข้าใกล้ใบหน้าจะเห็นภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น
 หัวกลับ จากนั้นภาพจะเปลี่ยนเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่
 ค. เริ่มต้นไม่เห็นภาพ แต่เมื่อเลื่อนกระจกจนถึงระยะ 20 เซนติเมตร จะเห็นภาพใบหน้า
 และเมื่อเลื่อนกระจกเข้าใกล้ใบหน้าจะเห็นภาพมีขนาดเล็กลง
 ง. เริ่มต้นไม่เห็นภาพ แต่เมื่อเลื่อนกระจกจนถึงระยะ 20 เซนติเมตร จะเห็นภาพใบหน้า
 และเมื่อเลื่อนกระจกเข้าใกล้ใบหน้าจะเห็นภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น

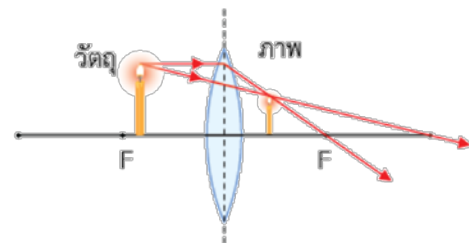
10. ตัวเลือกใดแสดงการเขียนภาพ
 รังสีของแสงในการเกิดภาพจาก
 เลนส์นูนได้ถูกต้อง



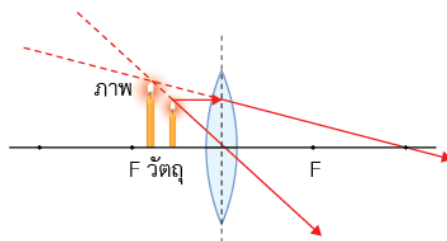
ก.



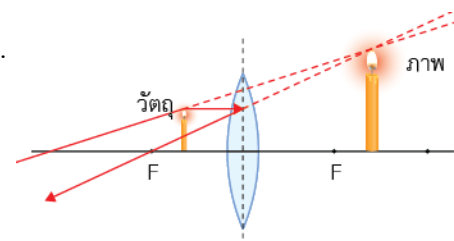
ข.



ค.



ง.

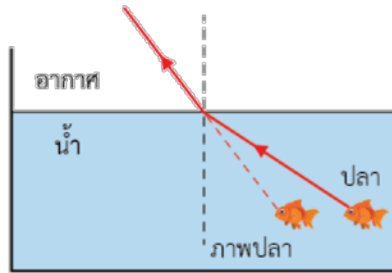


ค.

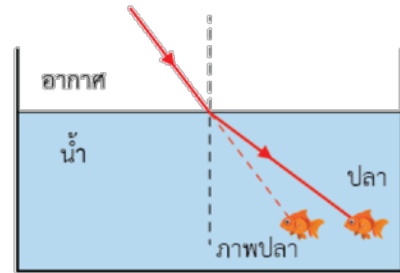
ง.

14. ภาพใดแสดงการหักเหของแสงที่ทำให้เราเห็นปลาที่อยู่ใต้น้ำได้ถูกต้อง

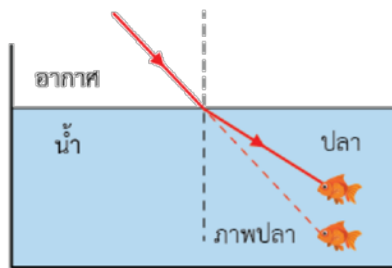
ก.



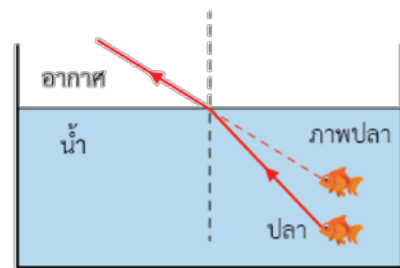
ข.



ค.



ง.



15. นักเรียนคนหนึ่งวัดความสว่างของแสงในห้องเรียนได้ 250 ลักซ์ นักเรียนคนนี้ควรปรับปรุงความสว่างของห้องเรียนให้เหมาะสมกับการอ่านหนังสืออย่างไร

กำหนดให้ความสว่างที่เหมาะสมกับห้องเรียนคือ 300-700 ลักซ์

ก. ทาผนังห้องเรียนให้มีสีเข้ม

ข. ติดตั้งกระจกเงาขนาดเล็กลงไว้ตรงมุมห้อง

ค. เพิ่มกำลังของหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งในห้องเรียน

ง. ติดตั้งหลอดไฟฟ้าให้อยู่สูงจากโต๊ะเรียนมากขึ้น

เฉลย**แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน****การเรียนรู้ที่ 3 คลื่นและแสง**

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ค	9	ข
2	ค	10	ก
3	ง	11	ง
4	ก	12	ง
5	ง	13	ก
6	ง	14	ง
7	ก	15	ค
8	ก		

แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะของเรา

1. จรวดลำหนึ่งปล่อยจากพื้นโลกเพื่อออกไปยังนอกโลกที่ระดับความสูง 10,000 กิโลเมตร ที่ระดับความสูงนี้ น้ำหนักของจรวดมีค่าเป็นอย่างไร
 - ก. น้ำหนักของจรวดเท่าเดิมเนื่องจากเป็นจรวดลำเดิม
 - ข. น้ำหนักของจรวดเพิ่มขึ้นเนื่องจากจรวดมีความเร็วเพิ่มมากขึ้น
 - ค. น้ำหนักของจรวดลดลงเนื่องจากอยู่ในบริเวณที่ไม่มีความดันอากาศ
 - ง. น้ำหนักของจรวดลดลงเนื่องจากอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกมากขึ้น
2. ถ้าดวงจันทร์มีมวลมากขึ้นเป็น 2 เท่า แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์กระทำต่อโลกจะมีค่าเปลี่ยนไปอย่างไร

ก. แรงโน้มถ่วงเท่าเดิม	ข. แรงโน้มถ่วงลดลงครึ่งหนึ่ง
ค. แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้น 2 เท่า	ง. แรงโน้มถ่วงเพิ่มขึ้น 4 เท่า

3.



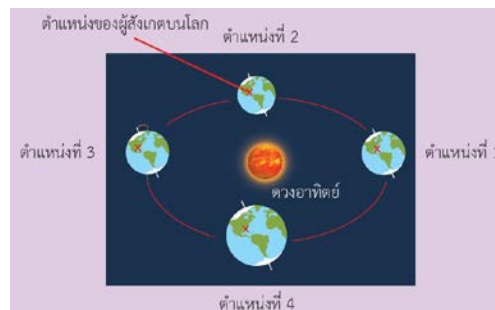
รูปแสดงวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในรอบปี เมื่อโลกโคจรจากตำแหน่งที่ 1 มายังตำแหน่งที่ 2 ทำให้เกิดการเปลี่ยนฤดู การเปลี่ยนแปลงนี้ เกิดขึ้นเพราะสาเหตุใด

- ก. ตำแหน่งที่ 2 โลกห่างจากดวงอาทิตย์มากขึ้น
- ข. ตำแหน่งที่ 2 ซีกโลกเหนือมีอุณหภูมิลดลง
- ค. ตำแหน่งที่ 2 ซีกโลกเหนือได้รับแสงตกเฉียง
- ง. ตำแหน่งที่ 2 ซีกโลกเหนือได้รับแสงตกตั้งฉาก

เฉลย

ค. เพราะ ณ ตำแหน่งที่ 1 ซีกโลกเหนือได้รับแสงตกตั้งฉาก เมื่อโลกเคลื่อนที่เปลี่ยนมายังตำแหน่งที่ 2 ใน ลักษณะที่แกนของโลกเอียงคงที่ ทำให้แกนของโลกบริเวณซีกโลกเหนือเบนออกจากดวงอาทิตย์มากขึ้น และทำให้บริเวณซีกโลกเหนือได้รับแสงตกเฉียงมากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิลดลงเกิดการเปลี่ยนฤดู

4. ถ้า X แทนตำแหน่งของผู้สังเกตตำแหน่งใดบนวงโคจรที่ผู้สังเกตมองเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



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

เฉลย

เฉลย ก. เพราะ เมื่อผู้สังเกตอยู่บริเวณซีกโลกเหนือ ดวงอาทิตย์จะขึ้นและตกเฉียงไปทางทิศเหนือเมื่อแกนของโลกทางซีกโลกเหนือเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ ซึ่งก็คือตำแหน่งที่ 1

5. จากภาพตำแหน่งต่าง ๆ ของดวงจันทร์ที่โคจรรอบโลก ที่ตำแหน่งที่ 2 และ 6 พื้นผิวของดวงจันทร์

