ชุดพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เล่มที่ 3

กิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2568



สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ชุดฝึกเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เล่มที่ 3

กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

คำนำ

กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์นี้ เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นเอกสารเล่มที่ 3 ในชุดพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีเอกสารประกอบในชุดทั้งหมด จำนวน 6 เล่ม ได้แก่

เล่มที่ 1 : คู่มือการใช้ชุดพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เล่มที่ 2 : กรอบแนวคิดและรูปแบบแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เล่มที่ 3 : กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เล่มที่ 4 : แบบฝึกเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เล่มที่ 5 : แนวการตอบคำถามตามแบบฝึกเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เล่มที่ 6 : กิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

เอกสารทั้ง 6 เล่มนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) โดย สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (สบว.) สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (สวก.) สำนักทดสอบทางการศึกษา (สทศ.) ศูนย์ขับเคลื่อนโครงการโรงเรียนคุณภาพประจำตำบล สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา (สนก.) ศูนย์ PISA สพฐ. และ เครือข่ายสถานศึกษากลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ได้ร่วมกันจัดทำขึ้น เพื่อให้ครูนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามกรอบการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment-PISA) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามรูปแบบในเอกสารทั้ง 6 เล่ม สามารถนำไปใช้ได้ในการจัดการเรียนรู้ใน 4 แนวทาง ดังนี้

1) จัดทำเป็นรายวิชาเพิ่มเติมขึ้นใหม่ เป็นการเฉพาะ จำนวน 0.5 หน่วยกิต

2) บูรณาการจัดเป็นกิจกรรมหนึ่งในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

3) บูรณาการจัดเป็นกิจกรรมหนึ่งในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

4) จัดในรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ ตามบริบทและความพร้อมของโรงเรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในเอกสารเล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นเป็นตัวอย่างเท่านั้น ในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูอาจต้องนำไปปรับหรือทำขึ้นใหม่ให้เหมาะสมสอดคล้องกับบริบท ความถนัด และความสนใจของนักเรียนของตนเอง

อนึ่ง ในปัจจุบัน การทดสอบต่าง ๆ ได้เริ่มให้ผู้สอบทำข้อสอบบนคอมพิวเตอร์ (Computer-Based Test) มากขึ้น ดังนั้น เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยกับการทำข้อสอบบนคอมพิวเตอร์ดังกล่าว ครูควรจัดให้นักเรียนได้เข้าฝึกทำข้อสอบ PISA ที่ OECD อนุญาตให้เผยแพร่และข้อสอบ PISA-Like ที่พัฒนาโดย สสวท. ผ่านระบบออนไลน์ของ สสวท. https://ipst-pisatest.ipst.ac.th/ และข้อสอบ PISA Style ผ่านระบบออนไลน์ของศูนย์ PISA สพฐ. https://www.pisacenterobec.org/pisa-style/ เพื่อพัฒนาสมรรถนะความฉลาดรู้ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมด้วย

การจัดทำเอกสารทั้ง 6 เล่มนี้ ได้รับความอนุเคราะห์จากครูของโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ครูโรงเรียนเครือข่ายร่วมพัฒนา และครูของโรงเรียนเครือข่ายวิทยาศาสตร์พลังสิบ ในการร่วมกันระดมความคิดเพื่อนำสถานการณ์และคำถามจากข้อสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ที่ สสวท. ได้จัดทำและเผยแพร่ มาปรับให้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ ออกแบบและจัดทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และนำไปทดลองจัดการเรียนรู้จริงในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แล้วนำข้อมูลจากการทดลองสอนมาปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิจากมหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษา และหน่วยงานองค์การทางการศึกษา ในการให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ ดังกล่าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ขอขอบคุณคณะครูและผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวข้างต้นเป็นอย่างสูง และคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารทั้ง 6 เล่มนี้ จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถวางแผนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งความฉลาดรู้ดังกล่าวเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ทั้งเพื่อการศึกษาเรียนรู้ เพื่อการดำรงชีวิต และเพื่อการประกอบอาชีพ จากผลการศึกษามีข้อบ่งชี้ว่า บุคคลผู้ที่มีความฉลาดรู้ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงจะมีโอกาสประสบความสำเร็จในด้านต่าง ๆ สูงขึ้นตามไปด้วย

คำชี้แจง

เอกสารฉบับนี้ นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 18 กิจกรรม และกิจกรรมเพิ่มเติม จำนวน 2 กิจกรรม ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนได้ตามบริบทของโรงเรียนการจัดทำเอกสารเล่มนี้อิงกับกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และข้อสอบของ PISA แต่ละกิจกรรมกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 1 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดของ 1) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 2) องค์ประกอบของกิจกรรม และ 3) ข้อแนะนำการใช้กิจกรรมและแบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน ดังนี้

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อิงกับกรอบการประเมินของ PISA 2025 ที่ประกอบด้วย 3 สมรรถนะ ดังนี้

1.1 *การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์* สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการรับรู้ สร้าง ประยุกต์ใช้และประเมินคำอธิบายและแนวทางแก้ไขของปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและทางเทคโนโลยีที่หลากหลาย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- การระลึกและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
- การใช้รูปแบบต่าง ๆ ในการแสดงแทนของความรู้และสามารถแปลความหมายข้อมูลเหล่านี้กลับไปมาได้
- การทำนายผลทางวิทยาศาสตร์และตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาทาวิทยาศาสตร์ได้
- การระบุ สร้างแบบจำลอง และประเมินแบบจำลองนั้นได้
- การรับรู้และสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- การอธิบายถึงศักยภาพของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อประโยชน์ของสังคม

1.2 *การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ* สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการออกแบบ และประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงวิธีการระบุคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- การระบุคำถามในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถาม
- การประเมินว่าการทดลองที่ได้ออกแบบไว้นั้นเหมาะสมที่สุดสำหรับการตอบคำถามหรือไม่
- การตีความข้อมูลที่มีการนำเสนอในรูปแบบต่าง สามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูลและประเมินข้อดีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเหล่านั้นได้

1.3 *การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ* สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการศึกษาค้นคว้าและประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกนำเสนอในรูปแบบและบริบทต่าง ๆ และสามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- การสืบค้น ประเมิน และสื่อสารเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ (ข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์ สังคม เศรษฐกิจ และจริยธรรม) ซึ่งอาจมีความสำคัญหรือมีคุณค่ากับการตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่าสนับสนุนข้อโต้แย้งหรือแนวทางการแก้ปัญหาเหล่านั้นหรือไม่
- การแยกแยะระหว่างคำกล่าวอ้างที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนหรือคำกล่าวอ้างจากผู้เชี่ยวชาญกับคำกล่าวอ้างจากผู้ที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญหรือเป็นความเห็นของบุคคลทั่วไป รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการแยกแยะนั้นได้
- การสร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจากชุดข้อมูล
- การวิจารณ์ข้อบกพร่องที่พบบ่อยในข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้และความรู้ด้านกระบวนการ เช่น การตั้งสมมติฐานที่ไม่ดี สาเหตุกับความสัมพันธ์ คำอธิบายที่ไม่ถูกต้อง และการสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด
- การตัดสินใจโดยใช้ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับส่วนตัวหรือส่วนรวม ที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาในปัจจุบันหรือสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืน

2. องค์ประกอบของกิจกรรม ประกอบด้วย

2.1 *ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง* ระบุความเชื่อมโยงของกิจกรรมกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 *จุดประสงค์การเรียนรู้* แสดงสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนทั้งด้านความรู้และด้านกระบวนการ

2.3 *สมรรถนะ (PISA 2025)* แสดงสมรรถนะตามกรอบการประเมินของ PISA ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

2.4 *ความรู้ที่เกี่ยวข้อง* อธิบายเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม

2.5 *วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้* ระบุวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการทำกิจกรรม

2.6 *การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน* ระบุสิ่งที่ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมก่อนการจัดกิจกรรม

2.7 *ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้* แสดงลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรม

2.8 *ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน* ระบุคำแนะนำเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรม

2.9 *แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม* ระบุแหล่งความรู้สำหรับศึกษาเพิ่มเติม

2.10 *การวัดและประเมินผล* ระบุวิธีการ เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินที่ใช้ในกิจกรรม

ทั้งนี้ สื่อการเรียนรู้สำหรับใช้ประกอบการทำกิจกรรม เช่น ใบกิจกรรม ใบกิจกรรมพร้อมทั้งแนวคำตอบ และใบความรู้ (ถ้ามี) ได้แนบไว้ต่อท้ายรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมแล้ว เพื่อความสะดวกใน

การใช้งาน โดยใบกิจกรรมได้เว้นที่ว่างไว้ให้ผู้เรียนสามารถเขียนคำตอบได้ ส่วนใบกิจกรรมพร้อมทั้งแนวคำตอบ ผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการเฉลยหรืออธิบายคำตอบได้

3. ข้อแนะนำการใช้กิจกรรมและแบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน

3.1 *กิจกรรมการเรียนรู้* มีจำนวน 18 กิจกรรม แบ่งกลุ่มจากเนื้อหาหลักในกิจกรรม และจัดเรียงกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท. ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทั้งนี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น สามารถจัดตามลำดับที่ระบุไว้หรือปรับใช้ได้ตามความเหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางสรุปกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรกนกลาง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.
			อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ						
1	พฤติกรรมปลาหลังหนาม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	✓	✓		-
2	การสูบบุหรี่	ว 1.2 ม.2/1 ว 1.2 ม.2/2 ว 1.2 ม.2/3	✓	✓		ระบบอวัยวะในร่างกายของเรา
3	โคลนนิ่ง	ว 1.3 ม.3/7 ว 1.3 ม.3/8	✓		✓	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
4	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ว 1.3 ม.3/7 ว 1.3 ม.3/8			✓	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
5	ความเสี่ยงของสุขภาพ	ว 3.2 ป.3/2 ว 1.2 ม.2/3	✓	✓	✓	อากาศและความสาคัญต่อสิ่งมีชีวิต, ระบบอวัยวะในร่างกายของเรา
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ						
6	กันแดด	ว 2.1 ม.3/3 ว 2.1 ม.3/7	✓	✓	✓	ปฏิกิริยาเคมี

ตารางสรุปกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรกนกลาง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.
			อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	
7	ลิปมัน	ว 2.1 ม.2/4	✓	✓	✓	องค์ประกอบของสารละลายและปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้
8	ทำน้ำดื่ม	ว 2.1 ม.2/3		✓		การแยกสารและการนำไปใช้
9	แป้งขนมปัง	ว 2.1 ม.3/3 ว 2.1 ม.3/7	✓	✓	✓	ปฏิกิริยาเคมี
10	ความร้อน	ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2 ว 2.3 ม.1/5	✓	✓		ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร, การถ่ายโอนความร้อน
11	เส้นใยคาร์บอน	ว 2.1 ม.3/1 ว 2.1 ม.3/2	✓	✓		วัสดุในชีวิตประจำวัน
12	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	ว 2.3 ม.2/6 ว 3.2 ม.2/3	✓	✓	✓	งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย, พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน, แหล่งพลังงาน
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ						
13	ปรากฏการณ์เรือนกระจก	ว 3.2 ม.1/6 ว 3.2 ม.1/7	✓	✓	✓	มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
14	ฝนกรด	ว 3.2 ม.2/5	✓		✓	โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก
15	แกรนด์แคนยอน	ว 3.2 ม.2/5	✓	✓	✓	โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก
16	การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์	ว 3.1 ป.6/1 ว 3.2 ม.3/2	✓			เงาและอุปราคา, ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ
17	แสงของดาว	ว 3.1 ป.1/1 ว 3.1 ป.1/2 ว 3.1 ป.6/2	✓	✓		ท้องฟ้าและดาว, เทคโนโลยีอวกาศ
18	กลางวัน	ว 3.1 ม.3/2	✓	✓		ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ

3.2 *กิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม* มีจำนวน 2 กิจกรรม ซึ่งอยู่ในภาคผนวก ก และแบ่งกลุ่มจากเนื้อหาหลักในกิจกรรมและจัดเรียงกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท. ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทั้งนี้ ผู้สอนสามารถเลือกใช้กิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางสรุปกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรกนกลาง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.
			อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ						
19	ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน	ว 3.2 ม.2/5		✓		โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก
20	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์	ว 2.3 ม.3/17 ว 3.1 ม.3/4	✓	✓		แสง, ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ

กิจกรรมที่ 19 เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับใช้จัดการเรียนรู้เพิ่มเติมจากกิจกรรมที่ 14 เรื่อง ฝนกรด ซึ่งหากผู้สอนมีเวลาในการจัดกิจกรรมเพียงพอ ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการออกแบบการทดลองนี้เพิ่มเติม เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกิจกรรมที่ 20 เรื่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับใช้จัดการเรียนรู้เพิ่มเติมจากกิจกรรมที่ 17 เรื่อง แสงของดาว เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับสมบัติของกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงที่ใช้ในการสังเกตดาวได้

3.3 *แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน* ซึ่งอยู่ในภาคผนวก ข เป็นเครื่องมือสำหรับให้ผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการสังเกตและประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียนของผู้เรียน โดยให้ผู้สอนบันทึกคะแนนของพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกในแต่ละกิจกรรม และสรุปผลพฤติกรรมของผู้เรียนในภาพรวมของทั้งภาคการศึกษาเป็นระดับคุณภาพ ได้แก่ ดี พอใช้ หรือต้องปรับปรุง

3.4 ในกิจกรรมการเรียนรู้มีการระบุว่าคำถามสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใดบ้าง แต่มีบางคำถามที่ไม่ได้ระบุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ เนื่องจากเป็นคำถามที่ใช้ถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน หรือเป็นคำถามที่ใช้ตรวจสอบความเข้าใจในเบื้องต้น

3.5 กิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 20 กิจรรมนี้ สามารถนำไปปรับใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ได้ โดยผู้สอนสามารถดูความสอดคล้องของกิจกรรมกับหลักสูตรดังกล่าวได้ในภาคผนวก ค

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
คำชี้แจง	ค
กิจกรรมที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมปลาหลังหนาม	1
กิจกรรมที่ 2 เรื่อง การสูบบุหรี่	15
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง โคลนนิ่ง	25
กิจกรรมที่ 4 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	38
กิจกรรมที่ 5 เรื่อง ความเสี่ยงของสุขภาพ	56
กิจกรรมที่ 6 เรื่อง กันแดด	68
กิจกรรมที่ 7 เรื่อง ลิปมัน	79
กิจกรรมที่ 8 เรื่อง ทำน้ำดื่ม	92
กิจกรรมที่ 9 เรื่อง แป้งขนมปัง	103
กิจกรรมที่ 10 เรื่อง ความร้อน	117
กิจกรรมที่ 11 เรื่อง เส้นใยคาร์บอน	134
กิจกรรมที่ 12 เรื่อง การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	148
กิจกรรมที่ 13 เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก	170
กิจกรรมที่ 14 เรื่อง ฝนกรด	182
กิจกรรมที่ 15 เรื่อง แกรนด์แคนยอน	200
กิจกรรมที่ 16 เรื่อง การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์	221
กิจกรรมที่ 17 เรื่อง แสงของดาว	233
กิจกรรมที่ 18 เรื่อง กลางวัน	249
ภาคผนวก	265
ภาคผนวก ก กิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม (กิจกรรมที่ 19 – 20)	266
ภาคผนวก ข แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน	290
ภาคผนวก ค ความสอดคล้องของกิจกรรมกับหลักสูตร	292
บรรณานุกรม	302
คณะผู้จัดทำ	304

กิจกรรมที่ 1

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง พฤติกรรมปลาหลังหนาม **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) จำแนกและอธิบายความแตกต่างของพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมเรียนรู้ของมนุษย์และสัตว์ในธรรมชาติได้ถูกต้อง
2) สามารถอธิบายรูปแบบพฤติกรรมของเต่าทะเลได้
3) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมของปลาหลังหนามได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

พฤติกรรม (Behavior) หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกของสัตว์ เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสิ่งที่มากระตุ้น (Stimulus) อาจจะเกิดขึ้นทันทีหรือเกิดขึ้นหลังจากที่ถูกกระตุ้นมาแล้วระยะหนึ่ง

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate behavior) เป็นพฤติกรรมที่สัตว์ทุกตัวในประชากรมักแสดงออกได้เหมือนกันและเป็นแบบแผนเดียวกันโดยไม่ต้องมีประสบการณ์ มีรูปแบบการพัฒนาหรือการแสดงพฤติกรรมอย่างตายตัวแม้ว่าสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไป โดยพันธุกรรมมีบทบาทสำคัญในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น การดูดนมจากแม่ การกระพริบตา การกลืนอาหาร แม่ห่านกลิ้งไข่กลับเข้ารัง การฟักไข่/กกไข่ แมงมุมชักใย

พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learned behavior) เป็นผลมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมาตั้งแต่แรกเกิดจนเป็นตัวเต็มวัย ส่วนจะแสดงพฤติกรรมแบบใดนั้นพันธุกรรมจะเป็นตัวควบคุมให้เกิดความพร้อมด้านโครงสร้างของร่างกายและการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้จะได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นเพื่อให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปโดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาในช่วงชีวิต เช่น สุนัขเลิกเห่าเครื่องบินเมื่อเครื่องบินบินผ่านหลายครั้ง ลูกห่านเดินตามแม่หลังฟักออกจากไข่ การอ่านหนังสือ การขับรถ การเล่นดนตรี

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) วีดิทัศน์ เต่าทะเลฟักแล้วกว่า 400 ตัว
https://www.youtube.com/watch?v=JJO4WnkpyPc&t=94s
2) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
3) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ออกแบบการทดลองพฤติกรรมของปลาหลังหนาม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยเปิดวีดิทัศน์พฤติกรรมของเต่าทะเล (https://www.youtube.com/watch?v=JJO4WnkpyPc&t=94s) และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมของเต่าทะเล ดังนี้



- วีดิทัศน์ดังกล่าวนำเสนอเกี่ยวกับอะไร
  แนวคำตอบ เต่าทะเล/พฤติกรรมเต่าทะเลหลังฟักออกจากไข่
- หลังจากฟักออกจากไข่ ลูกเต่ามีพฤติกรรมอย่างไร
  แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น เดินลงสู่ทะเล ว่ายน้ำลงทะเล

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน: หากเวลาไม่เพียงพอ เปิดวีดิทัศน์ในช่วงนาทีที่ 0 - 2

2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า **“ทำไมลูกเต่ารู้ว่าต้องเดินลงทะเลโดยไปในทิศทางที่ถูกต้องและสามารถว่ายน้ำได้ทันทีหลังฟักออกจากไข่”**
3) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนตอบคำถามในใบกิจกรรม จากนั้นเลือกผู้เรียนเพื่อนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ทีละข้อ โดยผู้สอนและผู้เรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

4) แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พฤติกรรมของปลาหลังหนาม ผู้สอนให้ผู้เรียนออกแบบกิจกรรมการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่า **“สีท้องของปลาหลังหนามส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังหนามตัวผู้ใช่หรือไม่”**
5) ก่อนที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ประกอบด้วย การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การระบุขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง
6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พฤติกรรมของปลาหลังหนามด้วยตนเอง โดยผู้สอนคอยซักถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างเหมาะสม โดยใช้คำถาม เช่น
   - สิ่งที่ต้องการศึกษาคืออะไร
   - มีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งที่สนใจศึกษา เพราะอะไร
   - มีวิธีจัดกระทำและควบคุมปัจจัยต่าง ๆ อย่างไรได้บ้าง
   - มีวิธีการวัด/สังเกตสิ่งที่ต้องการศึกษาได้อย่างไรเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือ
7) ผู้สอนให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบการทดลองของกลุ่มตนเอง โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบการทดลอง ในการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เช่น
   - สมมติฐานสอดคล้องกับคำถามหรือไม่ อย่างไร
   - ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด
   - วัสดุอุปกรณ์/เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้มีความเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด
   - ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลองเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร
   - การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

   จากนั้นให้กลุ่มที่นำเสนอสะท้อนผลและวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการออกแบบของตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถาม เช่น
   - การทดลองที่ออกแบบมีข้อดีและข้อควรปรับปรุงหรือไม่ อย่างไร
   - ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นใด อย่างไร เพื่อให้การออกแบบการทดลองมีความสมบูรณ์มากขึ้น

   ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน: หากเวลาไม่เพียงพอ อาจใช้วิธีสุ่มกลุ่มนำเสนอแล้วถามคำถามเพิ่มเติม เช่น กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
8) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกลับไปทบทวนและปรับปรุงการออกแบบการทดลองของตนเอง เพื่อให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

9) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามดังนี้
   - พฤติกรรมโจมตีคู่แข่งของปลาหลังหนามเพศผู้เป็นพฤติกรรมแบบใด อธิบายและให้เหตุผลสนับสนุน

     แนวคำตอบ พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด เนื่องจากเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาโดยไม่ต้องได้รับการฝึกฝน สามารถถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรม
   - การออกแบบการทดลองที่ดี ควรเป็นอย่างไร

     แนวคำตอบ ในการออกแบบการทดลอง ต้องคำนึงถึงความสอดคล้องและความเหมาะสมของคำถาม สมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง โดยผู้สอนอาจสามารถให้ผู้เรียนดูรายละเอียดของกระบวนการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังลิงก์ https://www.scimath.org/resources/12462/index.html

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1. หากมีเวลาเพียงพอ ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนทำข้อสอบ PISA เพิ่มเติม ในสถานการณ์ คำถามที่ 2 เรื่อง “พฤติกรรมของปลาหลังหนาม” แล้วอภิปรายเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่ 2
2. หากเวลาไม่เพียงพอให้ผู้สอนปรับกิจกรรมที่ 2 โดยผู้สอนนำเสนอการออกแบบการทดลอง แล้วให้ผู้เรียนวิพากษ์ว่าการทดลองที่ออกแบบเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร
3. ผู้สอนอาจทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองให้ผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมโดยใช้สื่อ เช่น https://www.scimath.org/resources/12462/index.html

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) พฤติกรรม: https://www.scimath.org/lesson-biology/item/7001-behavior-7001
2) กระบวนการทดลอง: https://www.scimath.org/resources/12462/index.html

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) จำแนกและอธิบายความแตกต่างของพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของมนุษย์และสัตว์ในธรรมชาติได้ถูกต้อง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ (ข้อที่ 1)	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของสัตว์มาใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 1 ได้ถูกต้อง
2) สามารถอธิบายรูปแบบพฤติกรรมของเต่าทะเลได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ (ข้อที่ 2)	- สามารถอธิบายและให้เหตุผลสนับสนุนเกี่ยวกับพฤติกรรมของเต่าทะเลได้ โดยตอบคำถาม ข้อที่ 2 ได้ถูกต้อง
3) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมปลาหลังหนามได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ออกแบบการทดลองพฤติกรรมของปลาหลังหนาม	- สามารถออกแบบการทดลองโดยมีการระบุสมมติฐาน ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และวิธีการทดลองเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมปลาหลังหนามได้ โดยตอบคำถามได้ในระดับพอใช้

ใบกิจกรรมที่ 1 พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate behavior) เป็นพฤติกรรมที่สัตว์ทุกตัวในประชากรมักแสดงออกได้เหมือนกันและเป็นแบบแผนเดียวกันโดยไม่ต้องมีประสบการณ์ มีรูปแบบการพัฒนาหรือการแสดงพฤติกรรมอย่างตายตัวแม้ว่าสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไป โดยพันธุกรรมมีบทบาทสำคัญในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น แม่ห่านกลิ้งไข่กลับเข้ารัง การฟักไข่/กกไข่ แมงมุมชักใย

พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learned behavior) เป็นผลมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมาตั้งแต่แรกเกิดจนเป็นตัวเต็มวัย ส่วนจะแสดงพฤติกรรมแบบใดนั้น พันธุกรรมจะเป็นตัวควบคุมให้เกิดความพร้อมด้านโครงสร้างของร่างกายและการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้จะได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นเพื่อให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปโดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาในช่วงชีวิต เช่น สุนัขเลิกเห่าเครื่องบินเมื่อเครื่องบินบินผ่านหลายครั้ง ลูกห่านเดินตามแม่หลังฟักออกจากไข่

1. ยกตัวอย่างพฤติกรรมของมนุษย์โดยจำแนกตามลักษณะของพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ รูปแบบละ 3 พฤติกรรม

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด	พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้

2. พฤติกรรมการเดินลงทะเลของเต่าทะเลหลังฟักออกจากไข่จัดเป็นพฤติกรรมรูปแบบใด เพราะเหตุใด

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate behavior) เป็นพฤติกรรมที่สัตว์ทุกตัวในประชากรมักแสดงออกได้เหมือนกันและเป็นแบบแผนเดียวกันโดยไม่ต้องมีประสบการณ์ มีรูปแบบการพัฒนาหรือการแสดงพฤติกรรมอย่างตายตัวแม้ว่าสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไป โดยพันธุกรรมมีบทบาทสำคัญในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น แม่ห่านกลิ้งไข่กลับเข้ารัง การฟักไข่/กกไข่ แมงมุมชักใย

พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learned behavior) เป็นผลมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมาตั้งแต่แรกเกิดจนเป็นตัวเต็มวัย ส่วนจะแสดงพฤติกรรมแบบใดนั้นพันธุกรรมจะเป็นตัวควบคุมให้เกิดความพร้อมด้านโครงสร้างของร่างกายและการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้จะได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นเพื่อให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปโดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาในช่วงชีวิต เช่น สุนัขเลิกเห่าเครื่องบินเมื่อเครื่องบินบินผ่านหลายครั้ง ลูกห่านเดินตามแม่หลังฟักออกจากไข่

1. ยกตัวอย่างพฤติกรรมของมนุษย์โดยจำแนกตามลักษณะของพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ รูปแบบละ 3 พฤติกรรม

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด	พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้
แนวคำตอบ การดูดนมจากแม่ การกระพริบตา การกลืนอาหาร	**แนวคำตอบ** การอ่านหนังสือ การขับรถ การเล่นดนตรี

2. พฤติกรรมการเดินลงทะเลของเต่าทะเลหลังฟักออกจากไข่จัดเป็นพฤติกรรมรูปแบบใด เพราะเหตุใด

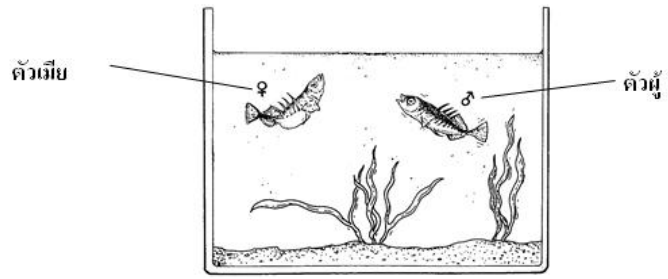
   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   แนวคำตอบ พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด เพราะสามารถแสดงออกได้โดยไม่ต้องเรียนรู้มาก่อน และมีแบบแผนเดียวกัน (Stereotyped)

ใบกิจกรรมที่ 2 ออกแบบการทดลองพฤติกรรมของปลาหลังหนาม

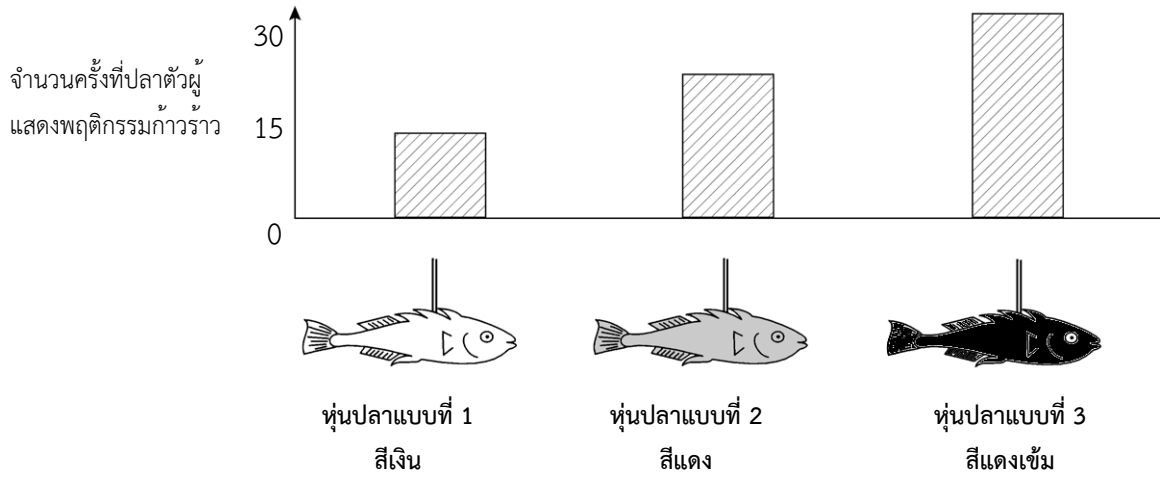
คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ปลาหลังหนามเป็นปลาที่เลี้ยงง่ายในตู้



- ในฤดูผสมพันธุ์ท้องของปลาหลังหนามตัวผู้จะเปลี่ยนจากสีเงินเป็นสีแดง
- ปลาหลังหนามตัวผู้จะโจมตีคู่แข่งตัวผู้ตัวอื่นๆ ที่เข้ามาในบริเวณที่ครอบครองและพยายามขับไล่ออกไปจากบริเวณนั้น
- ถ้ามีปลาตัวเมียสีเงินเข้ามาใกล้ ปลาตัวผู้จะพยายามนำปลาตัวเมียไปที่รังของตัวเอง เพื่อให้ปลาตัวเมียได้วางไข่

นักเรียนคนหนึ่งทดลองโดยนำปลาหลังหนามตัวผู้ใส่ไว้ในตู้ปลา แล้วแขวนหุ่นปลาที่ทำด้วยขี้ผึ้งที่มีสีแตกต่างกัน 3 สีไว้ในตู้ปลา ผลการทดลองแสดงดังรูปข้างล่าง



จากผลการทดลอง พบว่า ปลาหลังหนามตัวผู้จะแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวต่อหุ่นปลาสีแดงเข้มมากที่สุด

หากนักเรียนต้องการตรวจสอบว่า “สีท้องของปลาหลังหนามส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังหนามตัวผู้ใช่หรือไม่” ต้องออกแบบการทดลองอย่างไร

1. สมมติฐานของการทดลอง

   .....

   .....

2. ตัวแปรต้น

   .....

   .....

3. ตัวแปรตาม

   .....

   .....

4. ตัวแปรควบคุม

   .....

   .....

5. ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลองพร้อมระบุวิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1 – 4 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1 – 4 ถูกต้องบางข้อ หรือตอบไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

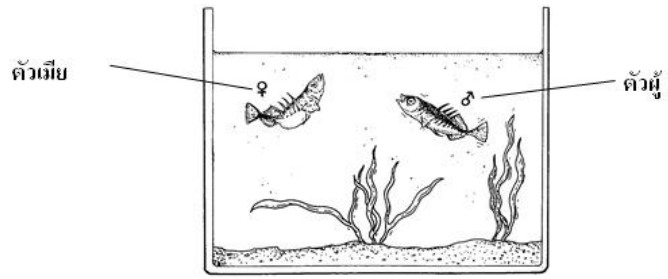
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 ออกแบบการทดลองพฤติกรรมของปลาหลังหนาม

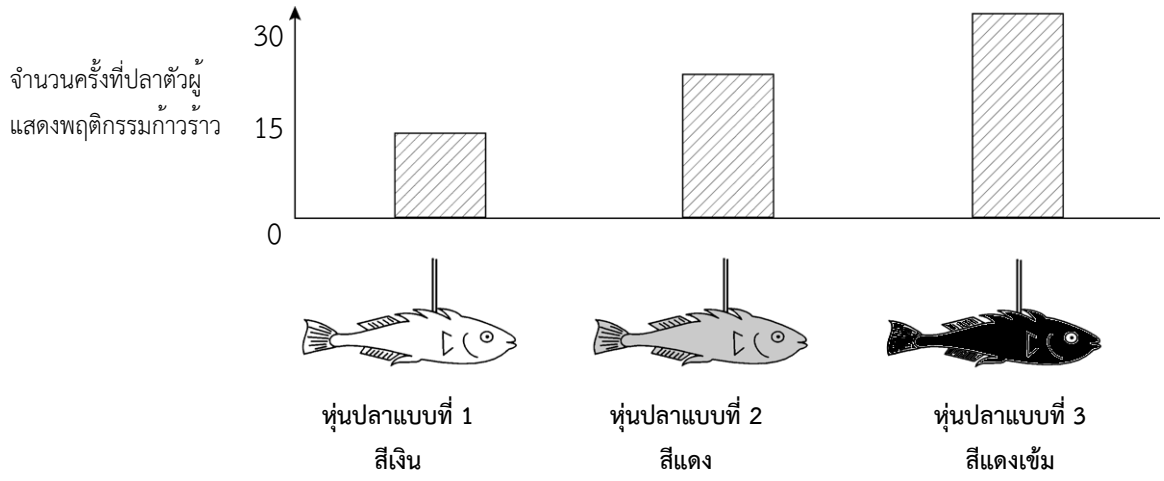
คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ปลาหลังหนามเป็นปลาที่เลี้ยงง่ายในตู้



- ในฤดูผสมพันธุ์ท้องของปลาหลังหนามตัวผู้จะเปลี่ยนจากสีเงินเป็นสีแดง
- ปลาหลังหนามตัวผู้จะโจมตีคู่แข่งตัวผู้ตัวอื่นๆ ที่เข้ามาในบริเวณที่ครอบครองและพยายามขับไล่ออกไปจากบริเวณนั้น
- ถ้ามีปลาตัวเมียสีเงินเข้ามาใกล้ ปลาตัวผู้จะพยายามนำปลาตัวเมียไปที่รังของตัวเอง เพื่อให้ปลาตัวเมียได้วางไข่

นักเรียนคนหนึ่งทดลองโดยนำปลาหลังหนามตัวผู้ใส่ไว้ในตู้ปลา แล้วแขวนหุ่นปลาที่ทำด้วยขี้ผึ้งที่มีสีแตกต่างกัน 3 สีไว้ในตู้ปลา ผลการทดลองแสดงดังรูปข้างล่าง



จากผลการทดลอง พบว่า ปลาหลังหนามตัวผู้จะแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวต่อหุ่นปลาสีแดงเข้มมากที่สุด

หากนักเรียนต้องการตรวจสอบว่า “สีท้องของปลาหลังหนามส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังหนามตัวผู้ใช่หรือไม่” ต้องออกแบบการทดลองอย่างไร

1. สมมติฐานของการทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ถ้าสีท้องของหุ่นปลามีผลต่อพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังหนามตัวผู้ ดังนั้นหุ่นปลาที่มีสีท้องแตกต่างกันจะส่งผลต่อจำนวนครั้งที่ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว

2. ตัวแปรต้น

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ สีท้องของหุ่นปลา

3. ตัวแปรตาม

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ จำนวนครั้งที่ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว

4. ตัวแปรควบคุม

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ - ขนาดของหุ่นปลา

- เวลาในการแขวนหุ่นปลา

- การจัดสภาพแวดล้อมภายในตู้ปลา (อุณหภูมิของน้ำ แสง ความขุ่นของน้ำ ฯลฯ)

5 ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลองพร้อมระบุวิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยให้สีท้องปลาเป็นตัวแปรต้น และนับจำนวนครั้งที่ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว ซึ่งนักเรียนอาจมีรูปแบบการทดลองที่แตกต่างกันในการนับจำนวนพฤติกรรมก้าวร้าว โดยอาจแขวนหุ่นปลาทั้ง 3 สีพร้อมกันและนับการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวครั้งแรกของการแขวนหุ่นแต่ละครั้งโดยทำการทดลองหลาย ๆ ครั้ง หรือแขวนหุ่นปลาครั้งละสีแล้วนับจำนวนการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาตัวผู้ ตัวอย่างการออกแบบการทดลอง เช่น

1. นำหุ่นปลาที่ทำจากวัสดุแบบเดียวกัน แต่มีสีท้องแตกต่างกันจำนวน 3 สี ได้แก่ หุ่นปลาท้องสีเงิน หุ่นปลาท้องสีแดง หุ่นปลาท้องสีแดงเข้ม ผูกติดไว้กับลวด
2. นำหุ่นปลาทั้งสามไปแขวนในตู้ปลาที่มีปลาหลังหนามตัวผู้
3. นับจำนวนครั้งที่ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวโดยการพุ่งใส่หุ่นปลา แล้วบันทึกผล
4. ทำการทดลองขั้นที่ 2 และ 3 ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยใช้ระยะเวลาในการแขวนหุ่นปลาในแต่ละครั้งเท่ากัน
5. หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบจำนวนครั้งเฉลี่ยที่ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวต่อหุ่นปลาที่มีสีท้องแตกต่างกัน

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่	จำนวนครั้งที่ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวต่อหุ่นปลา		
	หุ่นปลาท้องสีเงิน	หุ่นปลาท้องสีแดง	หุ่นปลาท้องสีแดงเข้ม
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1 – 4 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1 – 4 ถูกต้องบางข้อ หรือตอบไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 2

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง การสูบบุหรี่ **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 1.2 ม.2/1, ว 1.2 ม.2/2 และ ว 1.2 ม.2/3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) เปรียบเทียบและประเมินแบบจำลองการสูบบุหรี่กับอวัยวะในระบบหายใจได้อย่างถูกต้อง
2) คาดการณ์อันตรายและผลกระทบของการสูบบุหรี่ที่มีต่อระบบหายใจของมนุษย์ได้อย่างถูกต้อง
3) ประเมินการออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การสูบบุหรี่ก่อให้เกิดสารพิษมากมาย ได้แก่ นิโคติน ไนโตรเจนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ทาร์ (น้ำมันดิน) แอมโมเนีย และโลหะหนัก (ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี นิเกิล) เป็นต้น สารเหล่านี้เมื่อเข้าสู่ปอด จะทำให้เนื้อเยื่อปอดถูกทำลาย เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง นอกจากนี้การสูบบุหรี่มีผลทำให้หัวใจทำงานหนักขึ้น หัวใจเต้นเร็วขึ้น เส้นเลือดหัวใจตีบ ทำให้หัวใจขาดเลือดได้

การเลิกบุหรี่อาจทำได้หลายวิธี เช่น การนำนิโคตินมาใช้ในการเลิกบุหรี่ หรือที่เรียกว่าการให้นิโคตินทดแทน (Nicotine Replacement Therapy; NRT) โดยเป็นการให้นิโคตินเข้าสู่ร่างกายอย่างช้า ๆ และค่อย ๆ ลดปริมาณลงจนสามารถเลิกใช้นิโคตินได้

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) วีดิทัศน์แบบจำลองการสูบบุหรี่

วีดิทัศน์ที่ 1 เรื่อง ผลจากการสูบบุหรี่ 1 มวน: https://www.youtube.com/watch?v=YS02MCx9f2c

วีดิทัศน์ที่ 2 เรื่อง ผลจากการสูบบุหรี่ 30 ซอง: https://www.youtube.com/watch?v=HD__r66sFjk

2) วีดิทัศน์เปรียบเทียบ ปอดคนสูบบุหรี่กับคนไม่สูบบุหรี่:

https://www.youtube.com/watch?v=1eXfRk5krHs

3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสูบบุหรี่ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง วิธีการเลิกสูบบุหรี่ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล

2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถามเกี่ยวกับการสูบบุหรี่ ดังนี้

- นักเรียนมีคนใกล้ตัวสูบบุหรี่หรือไม่ และนักเรียนรู้สึกหรือคิดเห็นอย่างไร

  แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน

- ระบบอวัยวะใดของร่างกายจะได้รับผลกระทบต่อการสูบบุหรี่

  แนวคำตอบ ระบบทางเดินหายใจ

- บุหรี่มีอันตรายหรือผลเสียต่อระบบอวัยวะนั้นอย่างไร

  แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น มะเร็ง ถุงลมโป่งพอง

2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า บุหรี่ส่งผลต่อร่างกายอย่างไร จากนั้นแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน แล้วเปิดวีดิทัศน์ที่ 1 เรื่อง ผลจากการสูบบุหรี่ 1 มวน (https://www.youtube.com/watch?v=YS02MCx9f2c) แล้วให้ผู้เรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อเชื่อมโยงแบบจำลองการสูบบุหรี่กับการทำงานของปอด จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ทีละข้อ โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้

- กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
- คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
- คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้หรือไม่ ควรปรับแก้อย่างไร

3) ผู้สอนถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการทำงานของปอดกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้คำถามดังนี้

- ในระยะยาวการสูบบุหรี่ จะส่งผลกระทบต่อปอดอย่างไร

  แนวคำตอบ ปอดมีเขม่าควันจากบุหรี่อยู่ในปริมาณมาก ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของปอดลดลง และมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคถุงลมโป่งพอง

จากนั้นผู้สอนเปิดวีดิทัศน์ที่ 2 เรื่อง ผลจากการสูบบุหรี่ 30 ซอง (https://www.youtube.com/watch?v=HD__r66sFjk) และเปิดวีดิทัศน์ที่ 3 เปรียบเทียบปอดคนสูบบุหรี่กับคนไม่สูบบุหรี่ (https://www.youtube.com/watch?v=1eXfRk5krHs) เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาผลกระทบจากการสูบบุหรี่ในปริมาณมากหรือเป็นระยะเวลานาน แล้วถามคำถาม ดังนี้

- จากคลิปวิดีทัศน์ นักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับผลกระทบจากการสูบบุหรี่อย่างไร
  แนวคำตอบ เมื่อสูบบุหรี่เป็นระยะเวลานาน ปอดจะมีลักษณะเป็นสีดำ และพบสารตกค้างในปอดและหลอดลม
- หากนักเรียนมีบุคคลใกล้ตัวมีพฤติกรรมติดบุหรี่ และมีปัญหาสุขภาพจากการสูบบุหรี่ นักเรียนมีวิธีการแนะนำเรื่องสุขภาพแก่เขาอย่างไร
  แนวคำตอบ บอกผลเสียต่อสุขภาพ และแนวทางในการช่วยเลิกบุหรี่
- มีวิธีการใดบ้างที่สามารถช่วยให้เลิกบุหรี่ได้
  แนวคำตอบ การใช้หมากฝรั่งนิโคติน การใช้แผ่นแปะนิโคติน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน: ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติม เรื่อง แนวทางการเลิกบุหรี่ ได้ที่ https://www.samitivejhospitals.com/th/article/detail/%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%9A%E0%B8%B8%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%88

4) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้น ให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันอภิปรายคำตอบที่ได้ของแต่ละกลุ่ม แล้วนำเสนอคำตอบ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นได้เสนอความคิดเห็นและอภิปราย ดังนี้
   - นักเรียนเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร
   - นักเรียนคิดว่าวิธีที่ไม่ถูกเลือก ไม่เหมาะสมในการตรวจสอบประสิทธิภาพของแผ่นนิโคตินในการช่วยเลิกบุหรี่อย่างไร / ไม่เหมาะสมในการตรวจสอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งไว้อย่างไร
     แนวคำตอบ
     - **วิธีที่ 1** ขาดกลุ่มควบคุม จึงไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าแผ่นนิโคตินมีประสิทธิภาพในการช่วยเลิกการสูบบุหรี่ได้ดีกว่าการไม่ใช้แผ่นนิโคตินหรือไม่
     - **วิธีที่ 2** จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีจำนวนแตกต่างกันมาก จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้
     - **วิธีที่ 4** ควรกำหนดตัวแปรควบคุมสำหรับกลุ่มทดลองให้ชัดเจน / ควรกำหนดกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมให้เท่ากัน และใช้วิธีการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างในการแปะแผ่นนิโคตินเพื่อให้เป็นไปตามหลักจริยธรรมวิจัย และเพื่อลดความลำเอียงของผู้ทดลอง

5) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม แล้วให้ความรู้เพิ่มเติม ดังนี้
   - บุหรี่มีผลกระทบต่อร่างกายอย่างไรบ้าง

     แนวคำตอบ การสูบบุหรี่จะส่งผลเสียต่อร่างกาย โดยเฉพาะปอดเป็นอวัยวะที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากสารพิษในควันบุหรี่ โดยสารพิษของบุหรี่ที่เข้าสู่ร่างกายสามารถเพิ่มโอกาสเป็นมะเร็งที่ปอดและหลอดลมได้อีกด้วย นอกจากนี้อาจทำให้หลอดเลือดหัวใจตีบหรือหัวใจขาดเลือดได้
   - คนที่อยู่ใกล้ชิดกับคนที่สูบบุหรี่จะได้รับผลกระทบจากควันบุหรี่ด้วยหรือไม่ อย่างไร

     แนวคำตอบ ได้รับผลกระทบจากควันบุหรี่และได้รับสารพิษจากบุหรี่เข้าสู่ร่างกาย ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจเช่นเดียวกันกับผู้ที่สูบบุหรี่
   - แนวทางในการเลิกบุหรี่

     แนวคำตอบ การเลิกบุหรี่อาจทำได้หลายวิธี เช่น การนำนิโคตินมาใช้ในการเลิกบุหรี่ หรือที่เรียกว่าการให้นิโคตินทดแทน (Nicotine Replacement Therapy; NRT) โดยเป็นการให้นิโคตินเข้าสู่ร่างกายอย่างช้า ๆ และค่อย ๆ ลดขนาดลงจนสามารถเลิกใช้นิโคตินได้

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

หากมีเวลาเพียงพออาจให้นักเรียนอภิปรายผลกระทบของบุหรี่ไฟฟ้า โดยศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากบุหรี่ไฟฟ้า : https://www.bangkokhospital.com/content/electric-cigarette

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) รักปอดและหัวใจ...ต้องห่างไกลบุหรี่ : https://www.bangkokhearthospital.com/content/keep-your-lungs-and-heart-healthy-quit-smoking
2) แนวทางการเลิกบุหรี่: https://www.samitivejhospitals.com/th/article/detail/%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%9A%E0%B8%B8%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%88

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) เปรียบเทียบและประเมินแบบจำลองการสูบบุหรี่กับอวัยวะในระบบหายใจได้อย่างถูกต้อง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสูบบุหรี่ (ข้อที่ 1)	- สามารถเปรียบเทียบและประเมินแบบจำลองโดยตอบคำถามข้อที่ 1 ได้ถูกต้องและให้เหตุผลที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง
2) คาดการณ์อันตรายและผลกระทบของการสูบบุหรี่ที่มีต่อระบบหายใจของมนุษย์ได้อย่างถูกต้อง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสูบบุหรี่ (ข้อที่ 3)	- สามารถนำความรู้เรื่องระบบหายใจไปใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับแบบจำลองการสูบบุหรี่ และผลกระทบจากการสูบบุหรี่ที่มีต่อระบบหายใจ โดยตอบคำถามข้อที่ 3 ได้ถูกต้อง
3) ประเมินการออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการใช้แผ่นนิโคตินในการเลิกสูบบุหรี่ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แผ่นนิโคตินในการเลิกสูบบุหรี่	- สามารถประเมินการออกแบบการทดลอง และให้เหตุผลสนับสนุนได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสูบบุหรี่

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาแบบจำลองการสูบบุหรี่ แล้วคำถามดังต่อไปนี้



https://www.youtube.com/watch?v=YS02MCx9f2c

1. จากแบบจำลองการสูบบุหรี่ ถ้าชุดอุปกรณ์ในวีดิทัศน์เปรียบได้กับระบบหายใจในร่างกาย โดยสำลี เปรียบได้กับ เนื้อเยื่อปอด และขวด เปรียบได้กับ ปอด

   นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

   ☐ เห็นด้วย

   ☐ ไม่เห็นด้วย

   เพราะ

   .....

   .....

   .....

1. จากแบบจำลองการสูบบุหรี่ สำลีมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. จากผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองการสูบบุหรี่ นักเรียนคิดว่าการสูบบุหรี่มีผลต่อระบบหายใจอย่างไร

   .....

   .....

   .....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสูบบุหรี่

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาแบบจำลองการสูบบุหรี่ แล้วคำถามดังต่อไปนี้



https://www.youtube.com/watch?v=YS02MCx9f2c

1. จากแบบจำลองการสูบบุหรี่ ถ้าชุดอุปกรณ์ในวีดิทัศน์เปรียบได้กับระบบหายใจในร่างกาย โดยสำลี เปรียบได้กับ เนื้อเยื่อปอด และขวด เปรียบได้กับ ปอด
   นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด
   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)
   แนวคำตอบ
   ☑ เห็นด้วย
   ☐ ไม่เห็นด้วย
   เพราะ
   สำลีเป็นส่วนที่สัมผัสกับอากาศที่ผ่านเข้าออกคล้ายกับเนื้อเยื่อปอดในระบบทางเดินหายใจ ส่วนขวดเป็นส่วนที่คล้ายกับปอดที่บรรจุอากาศจากการหายใจ

2. จากแบบจำลองการสูบบุหรี่ สำลีมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)
   แนวคำตอบ จากแบบจำลองการสูบบุหรี่ พบว่า สำลีมีการเปลี่ยนแปลง โดยหลังการทดลอง สำลีที่สัมผัสควันบุหรี่มีสีเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาล

3. จากผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองการสูบบุหรี่ นักเรียนคิดว่าการสูบบุหรี่มีผลต่อระบบหายใจอย่างไร

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ เขม่าควันจากบุหรี่เกาะอยู่ที่ถุงลมปอด ทำให้ปอดทำงานได้ไม่เต็มที่ และร่างกายได้รับสารพิษจากบุหรี่

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แผ่นนิโคตินในการเลิกสูบบุหรี่

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

บางคนใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่ แผ่นนิโคตินจะถูกแปะติดที่ผิวหนังและปล่อยนิโคตินสู่เลือด เพื่อช่วยลดอาการอยากและอาการขาดยาเมื่อหยุดสูบบุหรี่แล้ว

นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งต้องการศึกษาผลของแผ่นนิโคตินว่ามีประสิทธิภาพในการช่วยเลิกการสูบบุหรี่ได้ดีกว่าการไม่ใช้แผ่นนิโคตินหรือไม่

จึงได้คัดเลือกผู้สูบบุหรี่ที่ต้องการเลิกสูบจำนวน 100 คน จากการสุ่ม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวทางการทดลองที่แตกต่างกัน ดังนี้

วิธีที่ 1 ให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 100 คน ติดแผ่นนิโคตินทั้งหมด

วิธีที่ 2 ให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 99 คน ติดแผ่นนิโคติน ยกเว้นหนึ่งคนที่พยายามเลิกสูบบุหรี่โดยไม่ใช้แผ่นนิโคติน

วิธีที่ 3 สุ่มให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 50 คน ติดแผ่นนิโคติน และอีกครึ่งหนึ่งไม่ใช้แผ่นนิโคติน

วิธีที่ 4 ให้ผู้สูบบุหรี่แต่ละคนเลือกเองว่าจะติดหรือไม่ติดแผ่นนิโคติน

จากสถานการณ์ วิธีการทดลองใดเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แผ่นนิโคตินในการเลิกสูบบุหรี่

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

บางคนใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่ แผ่นนิโคตินจะถูกแปะติดที่ผิวหนังและปล่อยนิโคตินสู่เลือด เพื่อช่วยลดอาการอยากและอาการขาดยาเมื่อหยุดสูบบุหรี่แล้ว

นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งต้องการศึกษาผลของแผ่นนิโคตินว่ามีประสิทธิภาพในการช่วยเลิกการสูบบุหรี่ได้ดีกว่าการไม่ใช้แผ่นนิโคตินหรือไม่

จึงได้คัดเลือกผู้สูบบุหรี่ที่ต้องการเลิกสูบจำนวน 100 คน จากการสุ่ม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวทางการทดลองที่แตกต่างกัน ดังนี้

วิธีที่ 1 ให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 100 คน ติดแผ่นนิโคตินทั้งหมด

วิธีที่ 2 ให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 99 คน ติดแผ่นนิโคติน ยกเว้นหนึ่งคนที่พยายามเลิกสูบบุหรี่โดยไม่ใช้แผ่นนิโคติน

วิธีที่ 3 สุ่มให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 50 คน ติดแผ่นนิโคติน และอีกครึ่งหนึ่งไม่ใช้แผ่นนิโคติน

วิธีที่ 4 ให้ผู้สูบบุหรี่แต่ละคนเลือกเองว่าจะติดหรือไม่ติดแผ่นนิโคติน

จากสถานการณ์ วิธีการทดลองใดเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ วิธีที่ 3 เนื่องจากมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในจำนวนที่เท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการช่วยเลิกการสูบบุหรี่ระหว่างกลุ่มที่ใช้กับไม่ใช้แผ่นนิโคติน

กิจกรรมที่ 3

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง โคลนนิ่ง **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 1.3 ม.3/7 และ ว 1.3 ม.3/8

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ได้จากการโคลนนิ่งได้อย่างถูกต้อง
2) อธิบายให้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งการทำโคลนนิ่งในมนุษย์โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☐ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การโคลนนิ่ง (Cloning) คือ กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมา ให้มีลักษณะเลียนแบบตามพันธุกรรมเดิมของสิ่งมีชีวิตต้นแบบ ในสัตว์จะมีกระบวนการโดยใช้นิวเคลียสจากเซลล์เต็มวัยของเซลล์ร่างกายของสัตว์เพศใดก็ได้ใส่ลงไปในเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมียหรือเซลล์ไข่ โดยนำนิวเคลียสซึ่งมีสารพันธุกรรม หรือ DNA ของเซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมียหรือเซลล์ไข่ออกก่อน จากนั้นจึงถ่ายฝากเซลล์ไข่ที่มีนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายไปยังเพศเมีย เพื่อให้ตั้งท้องและพัฒนาเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่โดยใช้ข้อมูลของสารพันธุกรรมจากนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายสิ่งมีชีวิตต้นแบบ สิ่งมีชีวิตใหม่จะมีรูปร่าง หน้าตา ลักษณะภายนอก เหมือนกับสัตว์ตัวที่เป็นต้นแบบของเซลล์เดิมเกือบทุกประการ ส่วนในพืชมีการขยายพันธุ์เช่นเดียวกับการโคลนนิ่งสัตว์ที่ทำให้พืชมีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) วีดิทัศน์ เรื่อง ดอลลีแกะโคลนนิ่งตัวแรกของโลก
https://youtu.be/4uj5NgLnhhg?si=tXPEZWPNoqnCjXJu
2) ใบความรู้ เรื่อง ขั้นตอนการโคลนนิ่ง ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนนิ่งแกะดอลลี ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องสำเนาสิ่งมีชีวิต ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนทบทวนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมก่อนนำเข้าสู่บทเรียน แล้วเปิดวีดิทัศน์ เรื่อง ดอลลีแกะโคลนนิ่งตัวแรกของโลก (https://youtu.be/4uj5NgLnhhg?si=tXPEZWPNoqnCjXJu) ในช่วงนาทีที่ 0 – 1.19 และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับการโคลนนิ่ง ดังนี้
   - นักเรียนรู้จักแกะดอลลีหรือไม่
     แนวคำตอบ รู้จัก/ไม่รู้จัก
   - แกะดอลลีมีความพิเศษอย่างไร
     แนวคำตอบ เป็นแกะที่เกิดจากการโคลนนิ่ง
2) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน แล้วให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้และเปิดวีดิทัศน์ต่อในช่วงนาทีที่ 1.19 เป็นต้นไป จากนั้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม ดังนี้
   - โคลนนิ่ง คืออะไร
     แนวคำตอบ กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมา ให้มีลักษณะเลียนแบบตามพันธุกรรมเดิมของสิ่งมีชีวิตต้นแบบ
3) ผู้สอนถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันไปสู่ความรู้เกี่ยวกับการโคลนนิ่งตามแนวคำถามดังนี้
   - ในปัจจุบันมีการโคลนนิ่งสัตว์ชนิดใดบ้าง
     แนวคำตอบ แกะ โค สุกร แมว ม้า หนู และกระต่าย
   - การโคลนนิ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศหรือไม่อาศัยเพศ เพราะเหตุใด
     แนวคำตอบ ไม่อาศัยเพศ เพราะไม่ได้เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียและเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้
   - การขยายพันธุ์พืชรูปแบบใดบ้างที่ทำให้ได้พืชต้นใหม่ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับที่ได้จากการโคลนนิ่งแกะดอลลี
     แนวคำตอบ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การแตกหน่อ การปักชำ

4) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนนิ่ง และให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถาม
5) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 โดยเริ่มจากการให้ผู้เรียนคิดคำตอบของตนเอง แล้วนำเสนอคำตอบภายในกลุ่ม จากนั้นจึงอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของกลุ่ม โดยในการตอบคำถามแต่ละข้อเน้นให้ผู้เรียนอภิปรายหาคำตอบ/ข้อสรุป หลักการทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานสนับสนุนคำตอบ/ข้อสรุป
6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายโดยสุ่มตัวแทนกลุ่มมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้
   - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้หรือไม่ ควรปรับแก้อย่างไร
   - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
7) ผู้สอนกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนกลับไปค้นคว้าข้อมูลและให้ผู้เรียนเขียนเหตุผลโต้แย้งหรือสนับสนุนลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับการโคลนนิ่ง ดังนี้
   - ถ้ามีผู้กล่าวว่า “มนุษย์จากการโคลนนิ่งอาจติดโรคต่าง ๆ ได้ง่ายกว่ามนุษย์ทั่วไป” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด
8) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามดังนี้
   - การโคลนนิ่ง ทำอย่างไร มีประโยชน์อย่างไร

     แนวคำตอบ การโคลนนิ่ง (Cloning) คือ กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมา ให้มีลักษณะเลียนแบบตามพันธุกรรมเดิมของสิ่งมีชีวิตต้นแบบ ในสัตว์จะมีกระบวนการโดยใช้นิวเคลียสจากเซลล์เต็มวัยของเซลล์ร่างกายของสัตว์เพศอะไรก็ได้ใส่ลงไปในเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมียหรือเซลล์ไข่ โดยนำสารพันธุกรรม หรือ DNA ที่มีอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมียหรือเซลล์ไข่ออกก่อน จากนั้นจึงถ่ายฝากเซลล์ไข่ที่มีนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายไปยังเพศเมีย เพื่อให้พัฒนาเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่โดยใช้ข้อมูลของสารพันธุกรรมจากนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายสิ่งมีชีวิตต้นแบบ สิ่งมีชีวิตใหม่จะมีรูปร่าง หน้าตา ลักษณะภายนอก เหมือนกับสัตว์ตัวที่เป็นต้นแบบของเซลล์เดิมเกือบทุกประการ ส่วนในพืชมีการขยายพันธุ์เช่นเดียวกับการโคลนนิ่งสัตว์ที่ทำให้พืชมีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

หากมีเวลาเพียงพอ ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่ 3 โดยมีประเด็นดังนี้

- มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์อื่นที่เป็นข้อสนับสนุนหรือคัดค้านการทำโคลนนิ่งในมนุษย์อีกหรือไม่

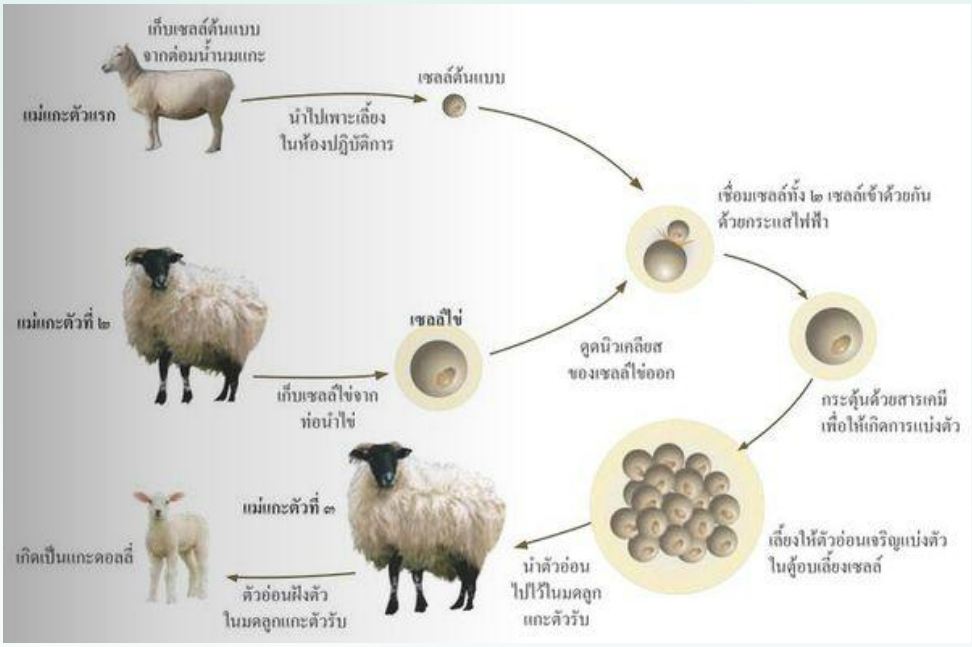
9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) การโคลนนิ่ง: https://www.scimath.org/article-biology/item/7942-2018-03-20-04-38-12
2) การโคลนนิ่งสัตว์: https://www.youtube.com/watch?v=zILrTLyufhk

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ได้จากการโคลนนิ่งได้อย่างถูกต้อง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนนิ่ง	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการโคลนนิ่งไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ใช้วิตประจำวันอย่างง่ายได้โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 2 ได้ถูกต้อง
2) อธิบายให้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งการทำโคลนนิ่งในมนุษย์โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับการโคลนนิ่ง	- สามารถประเมินการโต้แย้งแสดงหลักฐาน และให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งการทำโคลนนิ่งในมนุษย์ได้ในระดับดี

ใบความรู้ เรื่อง ขั้นตอนการโคลนนิ่ง

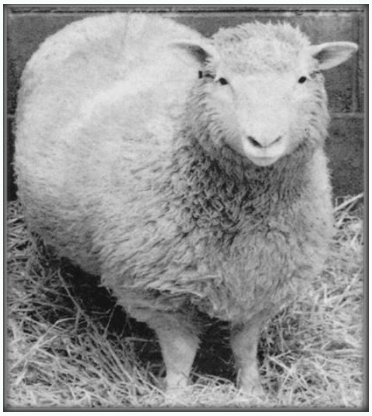


ที่มา: https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=40&chap=5&page=t40- 5-detail.html

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนนิ่ง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ถ้ามีการเลือกยอดสัตว์แห่งปี พ.ศ. 2540 ดอลลี จะต้องได้รับตำแหน่งนี้อย่างแน่นอน ดอลลีเป็นแกะสัญชาติสก๊อตที่เห็นในรูปข้างล่างนี้ แต่ดอลลีไม่ใช่แกะธรรมดา ดอลลีเป็นสำเนา (Clone) ของแกะอีกตัวหนึ่ง การโคลนนิ่ง (Cloning) หมายถึง การทำสำเนาจากต้นฉบับ นักวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จในการสร้างแกะ (ดอลลี) ให้เหมือนกับแกะที่เป็นต้นฉบับทุกอย่าง นักวิทยาศาสตร์ชาวสก๊อตชื่อ เอียน วิลมุต เป็นคนออกแบบเครื่องทำสำเนาแกะ เขานำชิ้นส่วนเล็ก ๆ จากต่อมน้ำนมของแกะตัวเมียที่โตเต็มที่แล้ว (แกะตัวที่ 1) จากชิ้นส่วนเล็กๆ นี้ เขาแยกเอานิวเคลียสออก แล้วก็ปลูกถ่ายนิวเคลียสนี้ลงไปในเซลล์ไข่ของแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 2) ที่แยกเอาสิ่งที่อาจเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของแกะตัวที่ 2 ออกแล้ว จากนั้นจึงนำไข่จากแกะตัวที่ 2 นี้ ไปปลูกถ่ายลงในแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 3) แกะตัวที่ 3 ตั้งท้องและคลอดลูกออกมาเป็นดอลลี นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่า ภายใน 2-3 ปีนี้เป็นไปได้ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์ แต่รัฐบาลหลายประเทศได้ตัดสินใจออกกฎหมายห้ามการทำโคลนนิ่งมนุษย์แล้ว



1. ในการทำโคลนนิ่งแกะดอลลี จะใช้ส่วนใดของของแกะตัวเมียมาทำโคลนนิ่ง

.....

.....

2. ดอลลีเหมือนกับแกะตัวใด อธิบายโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

.....

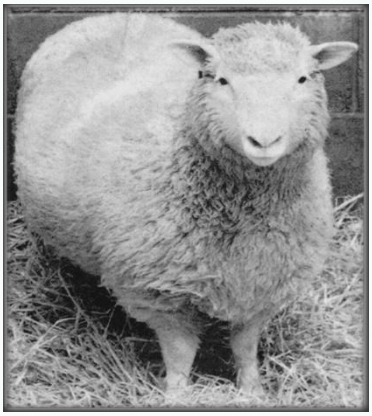
.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนนิ่ง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ถ้ามีการเลือกยอดสัตว์แห่งปี พ.ศ. 2540 ดอลลี จะต้องได้รับตำแหน่งนี้อย่างแน่นอน ดอลลีเป็นแกะสัญชาติสก๊อตที่เห็นในรูปข้างล่างนี้ แต่ดอลลีไม่ใช่แกะธรรมดา ดอลลีเป็นสำเนา (Clone) ของแกะอีกตัวหนึ่ง การโคลนนิ่ง (Cloning) หมายถึง การทำสำเนาจากต้นฉบับ นักวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จในการสร้างแกะ (ดอลลี) ให้เหมือนกับแกะที่เป็นต้นฉบับทุกอย่าง นักวิทยาศาสตร์ชาวสก๊อตชื่อ เอียน วิลมุต เป็นคนออกแบบเครื่องทำสำเนาแกะ เขานำชิ้นส่วนเล็ก ๆ จากต่อมน้ำนมของแกะตัวเมียที่โตเต็มที่แล้ว (แกะตัวที่ 1) จากชิ้นส่วนเล็กๆ นี้ เขาแยกเอานิวเคลียสออก แล้วก็ปลูกถ่ายนิวเคลียสนี้ลงไปในเซลล์ไข่ของแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 2) ที่แยกเอาสิ่งที่อาจเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของแกะตัวที่ 2 ออกแล้ว จากนั้นจึงนำไข่จากแกะตัวที่ 2 นี้ ไปปลูกถ่ายลงในแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 3) แกะตัวที่ 3 ตั้งท้องและคลอดลูกออกมาเป็นดอลลี นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่า ภายใน 2-3 ปีนี้เป็นไปได้ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์ แต่รัฐบาลหลายประเทศได้ตัดสินใจออกกฎหมายห้ามการทำโคลนนิ่งมนุษย์แล้ว



1. ในการทำโคลนนิ่งแกะดอลลี จะใช้ส่วนใดของของแกะตัวเมียมาทำโคลนนิ่ง

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ เซลล์ (ชิ้นส่วนเล็ก ๆ) จากต่อมน้ำนมของแกะตัวเมียที่โตเต็มที่แล้ว

2. ดอลลีเหมือนกับแกะตัวใด อธิบายโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ แกะตัวที่ 1 เพราะนำสารพันธุกรรม หรือ DNA ที่มีอยู่ในเซลล์แกะตัวที่ 1 มา ดังนั้น แกะโคลนนิ่งที่ได้จะมีลักษณะเหมือนแกะตัวที่ 1

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับการโคลนนิ่ง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการโคลนนิ่ง และตอบคำถามต่อไปนี้

ถ้ามีผู้กล่าวว่า “มนุษย์จากการโคลนนิ่งอาจติดโรคต่าง ๆ ได้ง่ายกว่ามนุษย์ทั่วไป” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้อธิบายโดยใช้หลักฐานและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ตอบ ☐ เห็นด้วย

☐ ไม่เห็นด้วย

หลักฐานและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

ระดับคุณภาพและเกณฑ์การประเมิน

คะแนนที่ได้	ระดับการประเมิน
4 – 5	ดี
2 – 3	พอใช้
0 – 1	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. การประเมินการโต้แย้ง	-	สามารถประเมินการโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้	ไม่สามารถประเมินการโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้
2. การแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์	แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน	แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ครบถ้วน	แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่สอดคล้อง หรือไม่แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์
3. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครบถ้วน	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่กำหนดไม่ครบถ้วน	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่กำหนดแต่ไม่มีความสอดคล้องกันของข้อมูล หรือไม่ให้เหตุผล

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับการโคลนนิ่ง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการโคลนนิ่ง และตอบคำถามต่อไปนี้

ถ้ามีผู้กล่าวว่า “มนุษย์จากการโคลนนิ่งอาจติดโรคต่าง ๆ ได้ง่ายกว่ามนุษย์ทั่วไป” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้อธิบายโดยใช้หลักฐานและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ตอบ ☐ เห็นด้วย

☐ ไม่เห็นด้วย

หลักฐานและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

(**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ นักเรียนตอบเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย โดยมีเหตุผล เช่น

☑ เห็นด้วย เพราะการโคลนนิ่งเป็นกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ ทำให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมลดลง อาจทำให้ไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ณ ขณะนั้น จึงทำให้เกิดการติดโรคได้ง่าย หากทำโคลนนิ่งมนุษย์กันอย่างกว้างขวาง แล้วได้มนุษย์ที่มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมเหมือนกันจำนวนมาก ๆ ก็จะทำให้ขาดความหลากหลายทางพันธุกรรม และอาจสูญพันธุ์ได้หากสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีโรคระบาดจากการติดเชื้อบางชนิด

☑ เห็นด้วย เพราะการโคลนนิ่งเป็นการเอานิวเคลียสเซลล์ร่างกายไปใส่ในเซลล์ไข่ ซึ่งเซลล์ร่างกายนั้นอาจเป็นเซลล์ที่มีอายุ จึงทำให้ไม่แข็งแรง

☑ ไม่เห็นด้วย เพราะการโคลนนิ่งเป็นการทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ซึ่งเป็นการคัดเลือกจากนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรงไปใส่ในเซลล์ไข่ ทำให้มีความทนทานต่อโรคได้

ระดับคุณภาพและเกณฑ์การประเมิน

คะแนนที่ได้	ระดับการประเมิน
4 – 5	ดี
2 – 3	พอใช้
0 – 1	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. การประเมินการโต้แย้ง	-	สามารถประเมินการโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้	ไม่สามารถประเมินการโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้
2. การแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์	แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน	แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ครบถ้วน	แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่สอดคล้อง หรือไม่แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์
3. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครบถ้วน	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่กำหนดไม่ครบถ้วน	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่กำหนด แต่ไม่มีความสอดคล้องกันของข้อมูล หรือไม่ให้เหตุผล

กิจกรรมที่ 4

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 1.3 ม.3/7 และ ว 1.3 ม.3/8

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายความหมายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้
2) ลงความเห็นจากข้อมูล และการนำข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาวิเคราะห์และอธิบายเหตุผลเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมได้อย่างเหมาะสม
3) วิเคราะห์และให้เหตุผลโต้แย้งเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตแปรพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☐ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☐ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือ GMOs (Genetically Modified Organisms) คือ สิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ รวมถึงจุลินทรีย์ที่ผ่านการดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้กระบวนการทางพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) ซึ่งเป็นเทคนิคการนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอซึ่งมียีน (Gene) ที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งปกติไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ตามธรรมชาติ เพื่อให้เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่นี้ว่าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือ GMOs เช่น แบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่ได้รับยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์ ทำให้สามารถสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ นอกจากนี้ ยังใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ทางการเกษตรให้มีคุณสมบัติเฉพาะตรงตามความต้องการได้

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) กระดาษ post-it
2) วีดิทัศน์ เรื่อง พันธุกรรมและประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตที่ดัดแปรพันธุกรรม https://www.youtube.com/watch?v=MyxFqZ6owJs
3) ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
4) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
5) ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
6) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอมรับหรือไม่ยอมรับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน โดยใช้โปรแกรมในการจับกลุ่ม เช่น random-group-generator (https://miniwebtool.com/th/random-group-generator/) หรือให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเองตามความเหมาะสม
2) ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปลาม้าลาย (https://www4.fisheries.go.th/dof/news_local/6/180200#img-link) จากนั้น ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามดังนี้



ปลาม้าลายสายพันธุ์ดั้งเดิม

ดัดแปลงจาก https://www4.fisheries.go.th/dof/news_local/6/180200#img-link

- ปลาม้าลายเหล่านี้มีลักษณะพิเศษอย่างไร

  แนวคำตอบ เรืองแสงได้
- เหตุใดปลาม้าลายจึงเรืองแสงได้

  แนวคำตอบ ผู้เรียนตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน โดยคำตอบควรเชื่อมโยงถึงสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือผู้สอนควรเชื่อมโยงไปถึงสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
- นักเรียนเคยได้ยินหรือรู้จักสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือ จีเอ็มโอ (GMOs : Genetically Modified Organisms) หรือไม่ (ผู้สอนยังไม่ต้องตอบในขั้นนี้)

  แนวคำตอบ ผู้เรียนตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน

- ยกตัวอย่าง GMOs ที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง และมีลักษณะต่างจากสิ่งมีชีวิตทั่วไปอย่างไร

  แนวคำตอบ เช่น

  - พืชที่สร้างสารที่เป็นพิษต่อแมลงได้เช่น ข้าวโพด BT และฝ้าย BT ที่สร้างโปรตีนที่เป็นพิษต่อแมลง เมื่อแมลงกินเข้าไปจะตาย
  - พืชที่ทนสารพิษได้เช่น ถั่วเหลืองที่ทนต่อสารเคมีฆ่าวัชพืช
  - พืชที่เก็บได้นานขึ้น เช่น มะเขือเทศดัดแปรพันธุกรรมที่สุกช้า
  - สัตว์ที่เจริญเติบโตเร็ว เช่น ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมที่เจริญเร็วกว่าแซลมอนปกติ
  - แบคทีเรียที่สร้างอินซูลิน สามารถนำอินซูลินมาใช้ลดระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยโรคเบาหวาน

3) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และเปิดวีดิทัศน์ เรื่อง พันธุกรรมและประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตที่ดัดแปรพันธุกรรม (https://www.youtube.com/watch?v=MyxFqZ6owJs) ในช่วงนาทีที่ 5.38 เป็นต้นไป



จากนั้นให้ผู้เรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

4) ผู้สอนให้ผู้เรียนอภิปรายคำตอบที่ได้เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

5) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยมอบหมายให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลตามชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นอภิปรายร่วมกันในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การยอมรับหรือไม่ยอมรับของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสลับกันพิจารณาคำตอบในใบกิจกรรมที่ 2 ของกลุ่มอื่น โดยเขียนแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยพร้อมแสดงเหตุผลลงในกระดาษ post-it และติดลงในใบกิจกรรมของกลุ่มที่พิจารณา แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มโต้แย้งหรืออภิปรายข้อเสนอแนะที่ได้รับร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน: หากเวลาไม่เพียงพอให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ สามารถเปลี่ยนกิจกรรมได้โดยผู้สอนกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถาม ดังนี้

> “นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งทำการทดลองโดยให้หนูจำนวนหนึ่งกินเมล็ดธัญพืชที่ดัดแปรพันธุกรรม และหนูอีกกลุ่มหนึ่งกินเมล็ดธัญพืชออร์แกนิคเป็นเวลา 6 เดือน จากนั้นตรวจสอบพบว่า หนูที่กินเมล็ดธัญพืชที่ดัดแปรพันธุกรรม มีภาวะภูมิแพ้ต่อละอองของเมล็ดพืชดัดแปรพันธุกรรม พวกเขาสรุปว่า “พืชดัดแปรพันธุกรรมเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภูมิแพ้ในมนุษย์ได้” นักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งเห็นว่า “ข้อสรุปนี้ยังไม่น่าเชื่อถือ” นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ควรใช้เหตุผลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ใดเพื่อแสดงว่าข้อสรุปข้างต้นยังไม่น่าเชื่อถือ
>
> **แนวคำตอบ** ผู้เรียนตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น ยังไม่มีการทดลองนี้ในมนุษย์ จึงทำให้ข้อมูลการทดลองนี้ยังไม่น่าเชื่อถือ และระยะเวลาในการทดลองนี้ยังไม่นานพอที่จะสรุปผลได้ว่าพืชดัดแปรพันธุกรรมเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภูมิแพ้ในมนุษย์ได้ รวมทั้งยังขาดข้อมูลสถิติที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับการเกิดภาวะภูมิแพ้ต่อละอองของเมล็ดพืชดัดแปรพันธุกรรม

7) ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม คือ สิ่งมีชีวิตที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกยีนที่ดีของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งแล้วตัดต่อใส่เข้าไปในยีนของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งคุณสมบัติพิเศษของการตัดต่อทางพันธุกรรมนี้คือการนำยีนของสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถนำมาผสมพันธุ์กันได้ตามธรรมชาติมาตัดต่อเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติจำเพาะตรงตามความต้องการของมนุษย์ ประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เช่น การผลิตอาหาร การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร สิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ดี สังคมยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังมีการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว การตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจ ซึ่งมีทั้งด้านบวกและด้านลบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

หากมีเวลาเพียงพอ ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนทำข้อสอบ PISA ในสถานการณ์ เรื่อง “พืชดัดแปรพันธุกรรม” แล้วอภิปรายเพิ่มเติม

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม -

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายความหมายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมไปอธิบายความหมาย ประโยชน์ และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ได้ในระดับผ่าน
2) ลงความเห็นจากข้อมูลและการนำข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาวิเคราะห์และอธิบายเหตุผลเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การยอมรับหรือไม่ยอมรับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	- สามารถบอกประโยชน์ ผลกระทบ และให้เหตุผลประกอบ เพื่อลงความเห็นเกี่ยวกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในระดับผ่าน
3) วิเคราะห์และให้เหตุผลโต้แย้งเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตแปรพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล	- สังเกตพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน	- แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน (ภาคผนวก ข)	- สามารถระบุ สื่อสาร และประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ในระดับพอใช้

ใบความรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติโดยอาจมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารพันธุกรรมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น เช่น การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมเนื่องจากเกิดความผิดปกติในการแบ่งเซลล์ และการได้รับยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ตัวอย่างเช่น พืชใบเลี้ยงคู่ที่มีบาดแผลเมื่อได้รับยีนจากแบคทีเรียที่มีชื่อว่า *Agrobacterium tumefaciens* จะทำให้เซลล์พืชบริเวณนั้นเกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากจนเกิดปุ่มปมซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย ดังภาพที่ 1 มนุษย์ได้เลียนแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาตินี้ เพื่อประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ตามต้องการ เรียกกระบวนการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยมนุษย์นี้ว่า พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering)

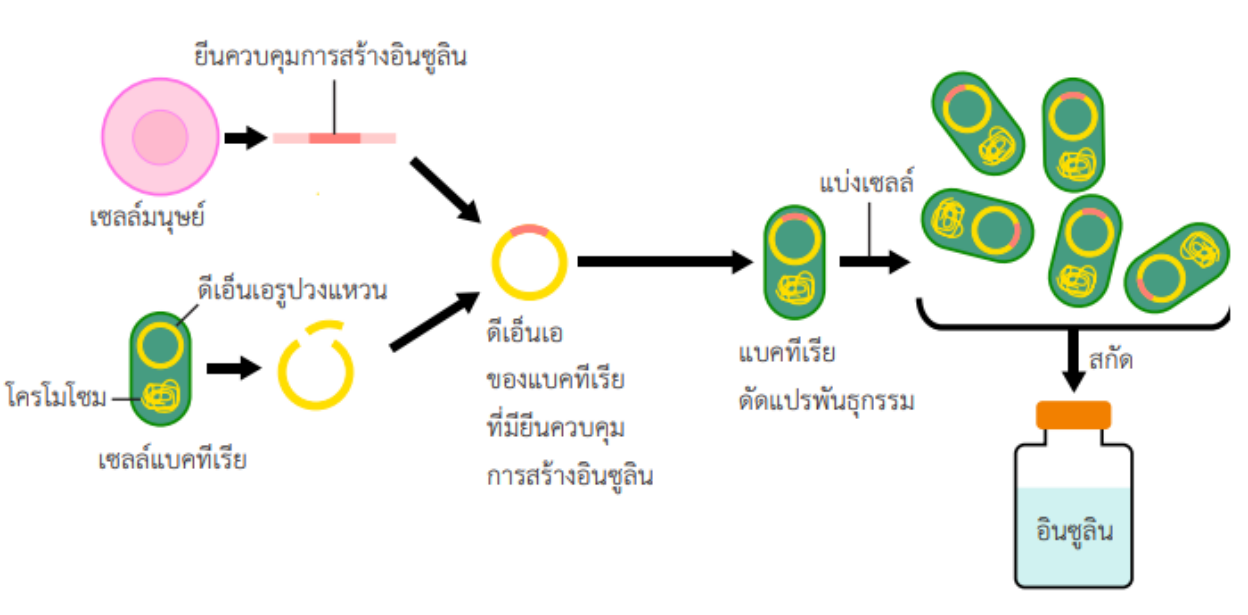


ภาพที่ 1 ปุ่มปมบนต้นไม้ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens*

https://www.dltv.ac.th/

พันธุวิศวกรรมเป็นเทคนิคการนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอซึ่งมียีนที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งปกติไม่เคยผสมพันธุ์กันได้ตามธรรมชาติ เพื่อให้เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่นี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (Genetically Modified Organisms หรือ GMOs) เช่น แบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่ได้รับยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์ ทำให้สามารถสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้

การสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์เริ่มจากการนำยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์มาเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอรูปวงแหวน (Plasmid) ของแบคทีเรีย จากนั้นใส่ดีเอ็นเอนั้นเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียสามารถสร้างอินซูลินได้ และเมื่อเลี้ยงแบคทีเรียในสภาวะที่เหมาะสม แบคทีเรียจะแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้สามารถสร้างอินซูลินปริมาณมากได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพการสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์
https://www.dltv.ac.th/

ปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการดัดแปรพันธุกรรมอย่างหลากหลาย เช่น แบคทีเรียที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์สำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายน้ำมันและพลาสติกเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ข้าวสีทองที่มีวิตามินเอสูงเพื่อป้องกันโรคตาบอดในเด็กเนื่องจากการขาดวิตามินเอ ฝ้ายบีทีที่ทนต่อแมลงศัตรูพืชและข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช

ใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร

   .....

   .....

2. แนวคิดการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ (GMOs) มาจากไหน

   .....

   .....

3. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม กับพันธุวิศวกรรมเกี่ยวข้องกันอย่างไร

   .....

   .....

4. ประโยชน์และผลกระทบอื่น ๆ ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีอะไรบ้าง

   .....

   .....

5. แบคทีเรียที่สามารถสร้างอินซูลินได้จัดเป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเพราะเหตุใด

   .....

   .....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 3 – 5 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร
   แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ รวมถึงจุลินทรีย์ที่ผ่านการดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering)
2. แนวคิดการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ (GMOs) มาจากไหน
   แนวคำตอบ มาจากการเลียนแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ
3. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม กับพันธุวิศวกรรมเกี่ยวข้องกันอย่างไร
   แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากเทคนิคพันธุวิศวกรรม
4. ประโยชน์และผลกระทบอื่น ๆ ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีอะไรบ้าง
   แนวคำตอบ ประโยชน์ เช่น ได้พืชหรือสัตว์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการ
   ผลกระทบ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง , ความเสี่ยงที่จะเกิดสารก่อภูมิแพ้หรือสารพิษเกิดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมไปสู่สิ่งแวดล้อมและอาจเป็นอันตรายต่อสายพันธุ์ดั้งเดิม
5. แบคทีเรียที่สามารถสร้างอินซูลินได้จัดเป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเพราะเหตุใด
   แนวคำตอบ เพราะมีการตัดต่อยีนที่ควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์มาเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอรูปวงแหวน (Plasmid) ของแบคทีเรีย เพื่อให้แบคทีเรียสร้างอินซูลินได้

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 3 – 5 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบความรู้ที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ข้าวสีทอง (Golden rice)

วิตามินเอเป็นวิตามินที่จำเป็นต่อร่างกาย ช่วยให้ผิวหนังมีความแข็งแรง ทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรค และจำเป็นต่อการมองเห็น การขาดวิตามินเอเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ตาบอดได้ สารตั้งต้นของวิตามินเอ คือ บีตาแคโรทีน ซึ่งร่างกายจะเปลี่ยนสารนี้เป็นวิตามินเอได้ โดยทั่วไปพืชมีการผลิตสารนี้อยู่แล้วในธรรมชาติ เพียงแต่สารบีตาแคโรทีนที่พืชผลิตจะอยู่ที่ใบข้าวไม่ได้อยู่ในเมล็ดข้าว วิธีหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหานี้คือการนำกระบวนการพันธุวิศวกรรมเข้ามาใช้เพื่อให้พืชผลิตบีตาแคโรทีนในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดข้าว

โครงการวิจัยข้าวสีทองเป็นโครงการตัดต่อพันธุกรรมในข้าวเพื่อแก้ปัญหาการขาดวิตามินเอ เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1999 โดยศาสตราจารย์อินโก โพทราชคัส (Ingo Potrykus) และศาสตราจารย์ปีเตอร์ บีเยอร์ (Peter Beyer) ได้รับการสนับสนุนจากมูลนิธิร็อคกี้เฟลเลอร์ (Rockefeller Foundation) เพื่อต่อสู้กับปัญหาภาวะขาดวิตามินเอในเด็กที่อยู่ในประเทศกำลังพัฒนา โดยองค์การอนามัยโลกได้ประมาณการว่าเด็กก่อนวัยเรียนประมาณ 250 ล้านคน อยู่ในภาวะขาดตามินเอและอีกประมาณ 2.7 ล้านคน เสียชีวิตเนื่องจากขาดวิตามินเอ ภาวะขาดวิตามินเอเป็นผลให้ตาแห้งและอาจตาบอดได้ในที่สุด ปัญหาตาบอดในเด็กอันเนื่องมาจากการขาดวิตามินเอเป็นปัญหาหนึ่งในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งสามารถป้องกันได้

การสร้างข้าวดัดแปรพันธุกรรมเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหานี้ โดยทำให้เมล็ดข้าวผลิตบีตาแคโรทีน เมล็ดข้าวที่มีบีตาแคโรทีนจะมีสีเหลือง จึงเรียกข้าวดังกล่าวนี้ว่า ข้าวสีทอง ซึ่งถ้าคนบริโภคข้าวนี้เพียง 300 กรัมต่อวัน จะทำให้ผู้บริโภคได้รับวิตามินเอปริมาณเกือบจะเท่ากับความต้องการวิตามินเอในหนึ่งวัน



ภาพที่ 1 ข้าวสีทอง
https://www.dltv.ac.th/

อย่างไรก็ตามแม้ว่าข้าวสีทองอาจช่วยแก้ปัญหาการขาดวิตามินเอในประเทศกำลังพัฒนาได้ แต่ก็มีหลายหน่วยงานที่คัดค้านโครงการวิจัยข้าวสีทอง เช่น องค์กรมิตรโลก (Friends of the Earth) องค์กเครือข่ายผู้นำเกษตรกร MASIPAG (Magsasaka at Siyentipiko para sa Pag-unlad ng Agrikultura หรือ A Farmer-led Network of Organizations) ในประเทศฟิลิปปินส์ และกลุ่มกรีนพีช (Greenpeace) หน่วยงานเหล่านี้มีความเห็นว่าข้าวสีทองอาจไม่ปลอดภัยต่อมนุษย์ ทำให้มีความเสี่ยงต่อสุขภาพเมื่อบริโภคเข้าไป เช่น ความเสี่ยงจากการแพ้หรือดื้อยาปฏิชีวนะ การแก้ปัญหาโดยให้คนบริโภคข้าวสีทองเพื่อเพิ่มวิตามินเอนั้นเสี่ยงเกินไป และเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณไปกับการวิจัย ควรแก้ปัญหาโดยการรับประทานพืชผักผลไม้ที่อุดมด้วยวิตามินเอซึ่งหาได้ง่าย ราคาถูก และมีมากในประเทศเขตร้อนจะดีกว่า และถ้าหากส่งเสริมให้บริโภคข้าวสีทองกันเป็นอาหารหลักและแพร่หลายแต่เพียงอย่างเดียว แทนที่จะบริโภคพืชผักผลไม้ที่อุดมด้วยวิตามินหลาย ๆ ชนิด จะทำให้เกิดภาวะทุพโภชนาการมากขึ้นกว่าเดิมและเกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การปลูกข้าวดัดแปรพันธุกรรมอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ถ้ายีนของข้าวสีทองเกิดการผสมกับข้าวสายพันธุ์ดั้งเดิม จะส่งผลให้สายพันธุ์พื้นเมืองลดจำนวนลงและอาจหายไปในที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรีนพีช ประเทศไทย. (2559). ภาพลวงตาสีทองสัญญาหลอกลวงของข้าว "สีทอง" สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://www.greenpeace.org/thailand/publication/8506/golden-illusion/

มูลนิธิโลกสีเขียว. (2558). เมื่อข้าวสีทองไม่ผ่องอำ. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://greenworld.or.th/green_issue/%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%97%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%9C%E0 %B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%AD/

สื่อประกอบการสอน_เรื่อง_สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม_(2)-02011618.pdf จาก https://www.dltv.ac.th/

ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรม

การเพิ่มผลกำไรทางธุรกิจทำได้โดยลดต้นทุนการผลิต การสร้างปลาดัดแปรพันธุกรรมที่โตเร็วเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำเช่นนั้น นั่นคือ สร้างปลาแซลมอนแอตแลนติกที่มียีนควบคุมการผลิตฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตที่มาจากปลาแซลมอนสายพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ส่งผลให้ปลาแซลมอนแอตแลนติกดัดแปรพันธุกรรมเติบโตได้รวดเร็วกว่าปลาแซลมอนแอตแลนติกโดยทั่วไปถึง 2 เท่า

บริษัทอะควา บาวที เทคโนโลจีส์ อิงค์ (Aqua Bounty Technologies Inc.) ได้ผลิตและจำหน่ายปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมใช้ชื่อทางการค้าว่า ปลาอะควาแอดเวนเทจแซลมอน ซึ่งกว่าจะจำหน่ายได้จะต้องผ่านกฎข้อบังคับต่าง ๆ มากมาย แต่กระนั้นก็ตามปัญหาที่ตามมาคือ การยอมรับของผู้บริโภคต่อสินค้าตัวนี้เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอื่น ๆ ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยทางอาหารยังมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค ถึงแม้ว่าบริษัทจะได้ทดสอบความปลอดภัยที่จะเกิดกับมนุษย์แล้วก็ตาม แต่ก็มีผู้แย้งว่าเป็นการทดสอบโดยบริษัทเท่านั้น และกลุ่มตัวอย่างปลาที่ใช้ในการทดสอบยังมีจำนวนไม่มากพอที่จะยอมรับได้ว่ามีความปลอดภัยต่อสุขภาพ นอกจากนี้ถ้าผู้บริโภคนิยมในสินค้านี้อาจจะเป็นการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงปลาตัดต่อพันธุกรรมมากขึ้น และทำให้ปลาเหล่านี้มีโอกาสหลุดออกไปสู่สิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติได้มากขึ้น ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมอาจไปผสมพันธุ์กับปลาแซลมอนสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติ และเกิดการถ่ายทอดยีนสร้างฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตให้กับปลาแซลมอนสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติ ทำให้ปลาแซลมอนในธรรมชาติสายพันธุ์ดั้งเดิมลดลงจนอาจสูญพันธุ์ได้ โดยอาจไปคุกคาม แย่งอาหาร และที่อยู่อาศัย



ภาพที่ 2 ปลาแซลมอน

https://www.dmcr.go.th/detailAll/1923/rn/0

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาได้ประเมินว่า ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมไม่ได้ส่งผลกระทบใด ๆ ที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เพราะมีความเป็นไปได้น้อยที่ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมจะสามารถหลบหนีออกจากถังเพาะเลี้ยงบนบกไปอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ หรือรอดชีวิตจนผสมข้ามกับ

ปลาแซลมอนจากธรรมชาติ อีกทั้งปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมเหล่านี้เป็นหมัน และทางบริษัทผู้ผลิตเองก็มีแผนที่จะจำหน่ายเฉพาะไข่ปลาตัวเมียเท่านั้น แต่กระนั้นก็ตาม ในเดือนพฤศจิกายน 2563 ศาลแขวงแห่งสหรัฐอเมริกาประจำแขวงกลางแคลิฟอร์เนียได้ตัดสินว่าสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาได้เพิกเฉยต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรงและยังละเมิดพระราชบัญญัติสิ่งแวดล้อมแห่งชาติด้วย และให้นำประเด็นเกี่ยวกับความเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมกลับมาพิจารณาใหม่อีกครั้ง

เอกสารอ้างอิง

สื่อประกอบการสอน_เรื่อง_สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม_(2)-02011618.pdf จาก https://www.dltv.ac.th/

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2557). US รับรองปลาแซลมอน GMO กินได้ปลอดภัย. สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2564. จาก https://www.dmcr.go.th/detailAll/1923/rn/0

Healthy Oceans. Healthy Communities. (n.d.). Genetically modified salmon. Retrieved February 10, 2021,from https://livingoceans.org/initiatives/salmon-farming/issues/genetically-modified-salmon

The Fish Site. (2020). Ruling puts pressure on genetically modified salmon sector. Retrieved February15. 2021, from https://thefishsite.com/articles/ruling-puts-pressure-on-genetically-modified-salmon-sector

ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม

เป็นที่ทราบกันดีว่าแบคทีเรียในดินที่มีชื่อว่า *Bacillus thuringiensis* หรือ บีที (Bt) เป็นแบคทีเรียที่มียีนสร้างโปรตีนที่เป็นพิษต่อแมลงหลายชนิด เกษตรกรจึงใช้แบคทีเรียชนิดนี้ฉีดพ่นเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชในพืชหลายชนิดรวมถึงข้าวโพด แทนการใช้สารเคมีซึ่งมีราคาแพง และอาจมีผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ใช้สารเคมี ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ดีสารพิษจากแบคทีเรียมักจะสลายตัวอย่างรวดเร็วเมื่อถูกรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงอาทิตย์และจะถูกชะล้างออกไปเมื่อฝนตก ด้วยเหตุนี้นักวิทยาศาสตร์จึงหาวิธีกำจัดหนอนแมลงศัตรูพืชโดยกระบวนการพันธุวิศวกรรม จากการนำยีนของแบคทีเรียที่ควบคุมการสร้างสารพิษต่อหนอนแมลงศัตรูพืชใส่เข้าไปในเซลล์ในระยะเอ็มบริโอของพืช เช่น ข้าวโพด ฝ้าย เมื่อข้าวโพดหรือฝ้ายบีทีเหล่านี้เจริญเติบโตก็จะมียีนที่ควบคุมการสร้างสารพิษในเซลล์ และถ้าหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดซึ่งเป็นศัตรูสำคัญต่อข้าวโพดมากัดกินใบพืช สารพิษก็จะทำลายระบบย่อยอาหารของหนอน ส่งผลให้หนอนตายในที่สุด ด้วยเหตุที่สารพิษจากแบคทีเรียสร้างขึ้นภายในเซลล์ของข้าวโพด จึงช่วยป้องกันการสลายตัวของสารพิษจากรังสีอัลตราไวโอเลต นอกจากนี้ข้าวโพดบีทียังสามารถสร้างสารพิษได้ตลอดฤดูการเก็บเกี่ยว ทำให้เกษตรกรนิยมปลูกข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม เพราะนอกจากสารพิษที่ข้าวโพดสร้างขึ้นจะฆ่าหนอนแมลงศัตรูพืชส่งผลให้ผลผลิตไม่เสียหายแล้ว ยังลดการปนเปื้อนสารเคมีในสิ่งแวดล้อม



(ก) (ข)

ภาพที่ 3 (ก) ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม และ (ข) สายพันธุ์ดั้งเดิม https://entomology.umd.edu/news/sentinel-plots-a-new-way-to-monitor-earworm-resistance-to-bt-toxins

มีงานวิจัยในห้องปฏิบัติการหนึ่งพบว่าเรณูของข้าวโพดบีทีเป็นพิษต่อหนอนผีเสื้อจักรพรรดิทำให้ผีเสื้อจักรพรรดิซึ่งเป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรให้กับต้นรักมีจำนวนลดลง โดยนักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองโดยโปรยเรณูของข้าวโพดบีทีไปยังใบของต้นรักปริมาณใกล้เคียงกับในไร่ข้าวโพด จากนั้นให้หนอนผีเสื้อจักรพรรดิกินใบไม้นี้เป็นเวลา 4 วันเปรียบเทียบกับหนอนผีเสื้อที่กินใบรักที่มีเรณูของข้าวโพดปกติ และใบรักที่ไม่มีเรณูของข้าวโพด ผลการทดลองพบว่าหนอนผีเสื้อจักรพรรดิที่กินใบรักที่มีเรณูของข้าวโพดบีทีตายไปถึงร้อยละ 44

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC).เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (จีเอ็มโอ) และความปลอดภัยทางชีวภาพ.https://www.biotec.or.th/biosafety/images/document/pb-05.pdf

ใบกิจกรรมที่ 2 ยอมรับหรือไม่ยอมรับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่เลือก สรุปข้อมูลและลงข้อสรุปว่าจะยอมรับให้มีการสร้างและใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือไม่ โดยให้เติมข้อความและเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ต้องการลงในตาราง

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ / ไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์
ชื่อ..... ..... ประเภท ☐ พืช ☐ สัตว์ ☐ จุลินทรีย์	☐ ด้านสุขภาพ ☐ ด้านการเกษตร ☐ ด้านผลผลิตอาหาร ☐ ด้านสิ่งแวดล้อม ☐ ด้านอื่น โปรดระบุ	**ข้อดี** .... **ข้อเสีย**	○ ยอมรับ ○ ไม่ยอมรับ **เหตุผล** ....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
บอกประโยชน์ ผลกระทบ และให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องและครบถ้วน	ผ่าน
บอกประโยชน์ ผลกระทบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรืออธิบายไม่ถูกต้อง	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 ยอมรับหรือไม่ยอมรับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่เลือก สรุปข้อมูลและลงข้อสรุปว่าจะยอมรับให้มีการสร้างและใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือไม่ โดยให้เติมข้อความและเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ต้องการลงในตาราง

(**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ / ไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์
ชื่อ...ข้าวสีทอง..... ประเภท ☑ พืช ☐ สัตว์ ☐ จุลินทรีย์	☑ ด้านสุขภาพ ☐ ด้านการเกษตร ☐ ด้านผลผลิตอาหาร ☑ ด้านสิ่งแวดล้อม ☐ ด้านอื่น โปรดระบุ	**ข้อดี** แก้ปัญหาการขาดวิตามินเอในเด็ก เป็นผลให้ตาแห้ง และอาจตาบอดได้ **ข้อเสีย** - อาจเกิดการผสมกันของยีนของข้าวสีทองกับข้าวสายพันธุ์ดั้งเดิม ส่งผลให้สายพันธุ์พื้นเมืองลดจำนวนลง - ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์เพิ่มขึ้น เช่น การแพ้ หรือการดื้อยาปฏิชีวนะ	○ ยอมรับ ○ ไม่ยอมรับ **เหตุผล** ....ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียน ....

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ / ไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์
ชื่อ...ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรม..... ประเภท ☐ พืช ☑ สัตว์ ☐ จุลินทรีย์	☑ ด้านสุขภาพ ☐ ด้านการเกษตร ☑ ด้านผลผลิตอาหาร ☐ ด้านสิ่งแวดล้อม ☑ ด้านอื่น โปรดระบุ ด้านเศรษฐกิจ	**ข้อดี** - เติบโตเร็วเป็น 2 เท่าของปลาแซลมอนแอตแลนติก **ข้อเสีย** - ความกังวลต่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ เพราะกลุ่มตัวอย่างปลาที่ใช้ในการทดสอบยังมีจำนวนจำกัด - ความวิตกกังวลต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยปลามีโอกาสหลุดออกไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และอาจผสมพันธุ์กับปลาแซลมอนสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติ ทำให้ปลาแซลมอนในธรรมชาติสายพันธุ์ดั้งเดิมลดลง อาจสูญพันธุ์ได้ และอาจไปคุกคาม แย่งอาหาร และที่อยู่อาศัย - การผูกขาดด้านการค้าเนื่องจากปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมไม่สามารถแพร่พันธุ์ได้เอง	○ ยอมรับ ○ ไม่ยอมรับ **เหตุผล** ....ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียน ....

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ / ไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์
ชื่อ...ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม..... ประเภท ☑ พืช ☐ สัตว์ ☐ จุลินทรีย์	☑ ด้านสุขภาพ ☑ ด้านการเกษตร ☑ ด้านผลผลิตอาหาร ☑ ด้านสิ่งแวดล้อม ☐ ด้านอื่น โปรดระบุ	**ข้อดี** - มีความต้านทานแมลงศัตรูพืช ทำให้ผลผลิตสูง ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารในอนาคต -ลดการปนเปื้อนสารเคมีในสิ่งแวดล้อม **ข้อเสีย** - สารพิษจากยีนที่ตัดต่อสู่ข้าวโพดมีผลทำให้หนอนผีเสื้อจักรพรรดิมีอัตราการตายสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อสายใยอาหารและความหลากหลายทางชีวภาพ	○ ยอมรับ ○ ไม่ยอมรับ **เหตุผล** ....ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียน ....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
บอกประโยชน์ ผลกระทบ และให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องและครบถ้วน	ผ่าน
บอกประโยชน์ ผลกระทบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรืออธิบายไม่ถูกต้อง	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 5

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ความเสี่ยงของสุขภาพ **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว. 3.2 ป.3/2 และ ว. 1.2 ม.2/3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งการลงข้อสรุปเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างเหมาะสม
2) เลือกใช้ข้อมูลและสร้างสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับความแตกต่างของอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอดในเพศชายและเพศหญิงจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม
3) บอกแนวทางการลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็งปอดโดยประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อโรคมะเร็งปอดได้ถูกต้อง

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

มลพิษทางอากาศถือเป็นภัยคุกคามต่อสุขภาพของคนเรา เพราะเป็นสาเหตุของการเกิดโรคร้ายแรงที่ทำให้เสียชีวิตได้ และยังส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ แบ่งออกเป็น 2 สาเหตุหลัก ๆ ได้แก่ มลพิษทางอากาศจากการกระทำของมนุษย์ เช่น กิจกรรมในครัวเรือน ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรม รวมทั้งมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการใช้รถยนต์ เรือยนต์ หรือเครื่องบิน และมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ เช่น การระเบิดของภูเขาไฟทำให้เกิดควันและเถ้าถ่านกระจายสู่อากาศเป็นจำนวนมาก มลพิษที่เกิดจากไฟป่าทำให้เกิดหมอกควันที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ มลพิษที่เกิดจากการเน่าเปื่อยของซากพืช ซากสัตว์ และมลพิษทางอากาศที่เกิดจากฝุ่นละออง เมื่อถูกกระแสลมก็จะทำให้กระจายตัวอยู่ในอากาศ

มลพิษในอากาศเป็นหนึ่งในสาเหตุการเสียชีวิตของประชาชน และยังอาจส่งผลให้อัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเพิ่มขึ้นอย่างมาก เช่น การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง การเสียชีวิตก่อนวัย

จากโรคหัวใจ โรคหอบหืด หลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง มะเร็งปอด และเด็กที่เกิดใหม่ในย่านที่มีมลพิษสูงจะมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ และสตรีมีครรภ์ก็มีอัตราการคลอดก่อนกำหนดเพิ่มขึ้น

มะเร็งปอด เป็นโรคหนึ่งซึ่งมีปัจจัยเสี่ยงจากมลพิษในอากาศ โดยกรมการแพทย์ ระบุว่า ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรงมะเร็งปอด ได้แก่ การสูบบุหรี่หรือได้รับควันบุหรี่ ควันจากท่อไอเสีย และมลพิษทางอากาศ

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ภาพโรงงานอุตสาหกรรม
2) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
3) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มะเร็งปอด ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
4) วีดิทัศน์ เรื่อง ผู้ตรวจการแผ่นดิน แก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการประกอบกิจการของโรงงานในเขตพื้นที่ใกล้เคียง. https://www.youtube.com/watch?v=NhJ_rYPPyTE

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอภาพโรงงานอุตสาหกรรม และใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนดังนี้
   - นักเรียนคิดว่าโรงงานอุตสาหกรรมส่งผลกระทบอย่างไรกับคุณภาพของอากาศ
     แนวคำตอบ การปล่อยควันในโรงงานอุตสาหกรรมทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ
   - นักเรียนคิดว่ามนุษย์ได้รับผลกระทบจากมลพิษเหล่านี้อย่างไร
     แนวคำตอบ เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ และโรคอื่น ๆ ที่มีผลมาจากควันของสารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรม



ที่มาภาพ : https://www.thechroniclenews.com/post/5-types-of-industrial-facilities-and-what-they-do

2) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกการโต้แย้งและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์จากวีดิทัศน์ *ผู้ตรวจการแผ่นดิน แก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการประกอบกิจการของโรงงานในเขตพื้นที่ใกล้เคียง* และแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน ให้ร่วมกันอภิปรายในกลุ่มเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งการลงข้อสรุปเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงงานอุตสาหกรรม โดยตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม
3) ผู้สอนให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปราย โดยใช้ประเด็นดังต่อไปนี้
   - กลุ่มของนักเรียนมีข้อสรุปว่าอย่างไร
   - นักเรียนกลุ่มอื่นเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด
   - กลุ่มของนักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวอย่างไร เพื่อให้เพื่อนเห็นด้วยกับข้อสรุปของตน
4) ผู้สอนใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงปัญหามลภาวะทางอากาศที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยใช้คำถามว่า “นอกจากฝุ่นควันจากโรงงาน นักเรียนคิดว่ายังมีมลพิษในอากาศจากแหล่งอื่นที่ส่งผลต่อสุขภาพอีกหรือไม่”

   แนวคำตอบ การจราจร การสูบบุหรี่ การเผาขยะหรือวัสดุทางการเกษตร
5) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับผลกระทบของมลภาวะที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มะเร็งปอด และตอบคำถามเพื่ออธิบายเกี่ยวกับความแตกต่างของอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอดในเพศชายและเพศหญิง และแนวทางลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็งปอด

6) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
   - มลพิษทางอากาศอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยสารมลพิษทางอากาศจะค่อย ๆ แทรกซึมเข้าสู่ร่างกายผ่านการหายใจ และเมื่อได้รับในปริมาณสะสมมากขึ้นเรื่อย ๆ อาจทำให้เกิดโรคร้าย เช่น โรคปอดบวม หลอดลมอักเสบ เกิดการระคายเคืองที่จมูก คอ ตา ผิวหนัง ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ และคลื่นไส้ และหากได้รับสารมลพิษทางอากาศติดต่อกันเป็นเวลานานหลายปี ยังอาจทำให้เกิดโรคหัวใจ มะเร็งปอด และโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น ถุงลมโป่งพองได้เช่นกัน
   - ในภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับโรงงานอุตสาหกรรม ภาครัฐมีวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวมลพิษทางอากาศหลายแนวทาง เช่น ภาครัฐกำหนดให้โรงงานติดตั้งเครื่องมือ/อุปกรณ์พิเศษเพื่อรายงานมลพิษทางอากาศจากปล่องควันในโรงงานอุตสาหกรรม ภาครัฐให้โรงงานควบคุมการปล่อยมลพิษตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนด ภาครัฐให้โรงงานที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบต่อประชาชนที่ได้รับผลกระทบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน –

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) มลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร?
   https://healthenvi.com/how-air-pollution-affects-health/
2) ยกระดับความปลอดภัย ด้วยขั้นตอนการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในโรงงาน
   https://healthenvi.com/how-to-check-environment-in-factory/

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งการลงข้อสรุปเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม	- สามารถโต้แย้งโดยใช้หลักฐานประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล และหลักฐานที่ใช้มีความน่าเชื่อถืออย่างเหมาะสมในระดับพอใช้ และตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
2) เลือกใช้ข้อมูลและสร้างสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับความแตกต่างของอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอดในเพศชายและเพศหญิงจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องมะเร็งปอด (ข้อที่ 1 และ 2)	- แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อโรคมะเร็งปอดโดยตอบคำถามข้อที่ 1 และ 2 ในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3) บอกแนวทางการลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็งปอดโดยประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อโรคมะเร็งปอดได้ถูกต้อง	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องมะเร็งปอด (ข้อที่ 3)	- บอกแนวทางการลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งปอดโดยตอบคำถามข้อที่ 3 ในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์จากการดูวีดิทัศน์ และตอบคำถามต่อไปนี้

ถ้าในชุมชนของนักเรียนอยู่ใกล้โรงงานแห่งหนึ่งและมีปัญหามลพิษคล้ายกับในวิดีทัศน์ และเจ้าของโรงงานกล่าวอ้างว่าโรงงานไม่ใช่ต้นเหตุของปัญหามลพิษทางอากาศ เนื่องจากภายในโรงงานมีการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐานและแม่นยำ

นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวอ้างนี้หรือไม่ และใช้ข้อมูลใดในการสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์จากการดูวีดิทัศน์ และตอบคำถามต่อไปนี้

> ถ้าในชุมชนของนักเรียนอยู่ใกล้โรงงานแห่งหนึ่งและมีปัญหามลพิษคล้ายกับในวิดีทัศน์ และเจ้าของโรงงานกล่าวอ้างว่าโรงงานไม่ใช่ต้นเหตุของปัญหามลพิษทางอากาศ เนื่องจากภายในโรงงานมีการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐานและแม่นยำ

นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวอ้างนี้หรือไม่ และใช้ข้อมูลใดในการสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

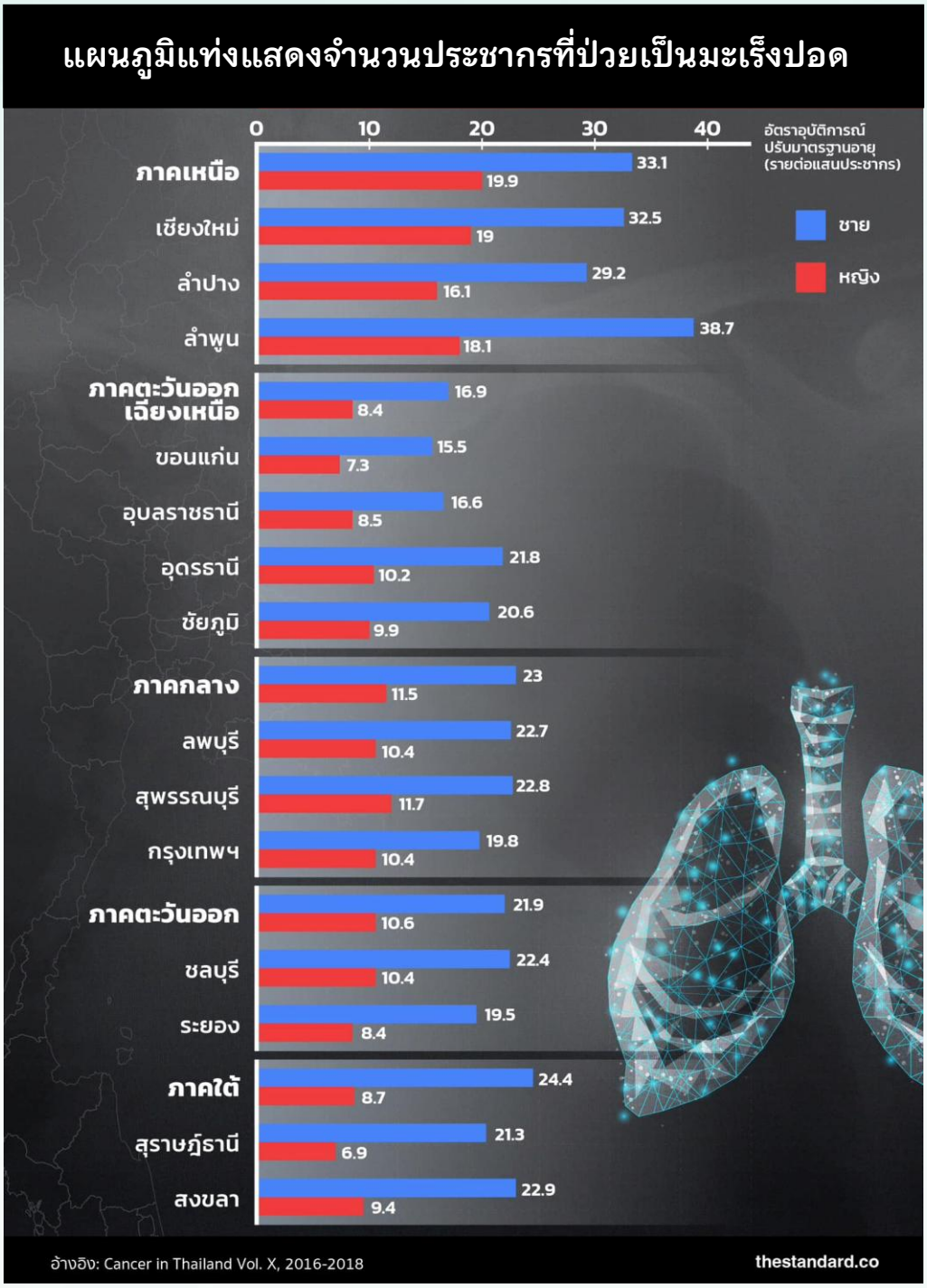
(**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ตามความเห็นของนักเรียน เช่น

- ไม่เห็นด้วย เนื่องจากอุปกรณ์การวัดฝุ่นอาจชำรุด และไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับค่าฝุ่นละอองที่โรงงานปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องและเป็นปัจจุบัน
- ไม่เห็นด้วย เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้วัดค่าฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมไม่ได้ถูกติดตั้งอย่างทั่วถึงทั้งโรงงาน จึงอาจมีฝุ่นจากกระบวนการผลิตอื่นของโรงงาน เช่น ฝุ่นเศษวัสดุที่ใช้

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มะเร็งปอด

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



ที่มา : The Standard



ที่มาภาพ : กรมการแพทย์

1. จากสถิติอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอดในประชากรเพศชายและเพศหญิงในภาคต่าง ๆ พบว่า ประชากรเพศชายป่วยเป็นโรคมะเร็งปอดมากกว่าเพศหญิง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด

   .....

   .....

2. ถ้านักเรียนต้องการหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1 นักเรียนจะหาข้อมูลใด

   .....

   .....

3. นักเรียนสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปแนะนำผู้อื่น หรือปรับใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร

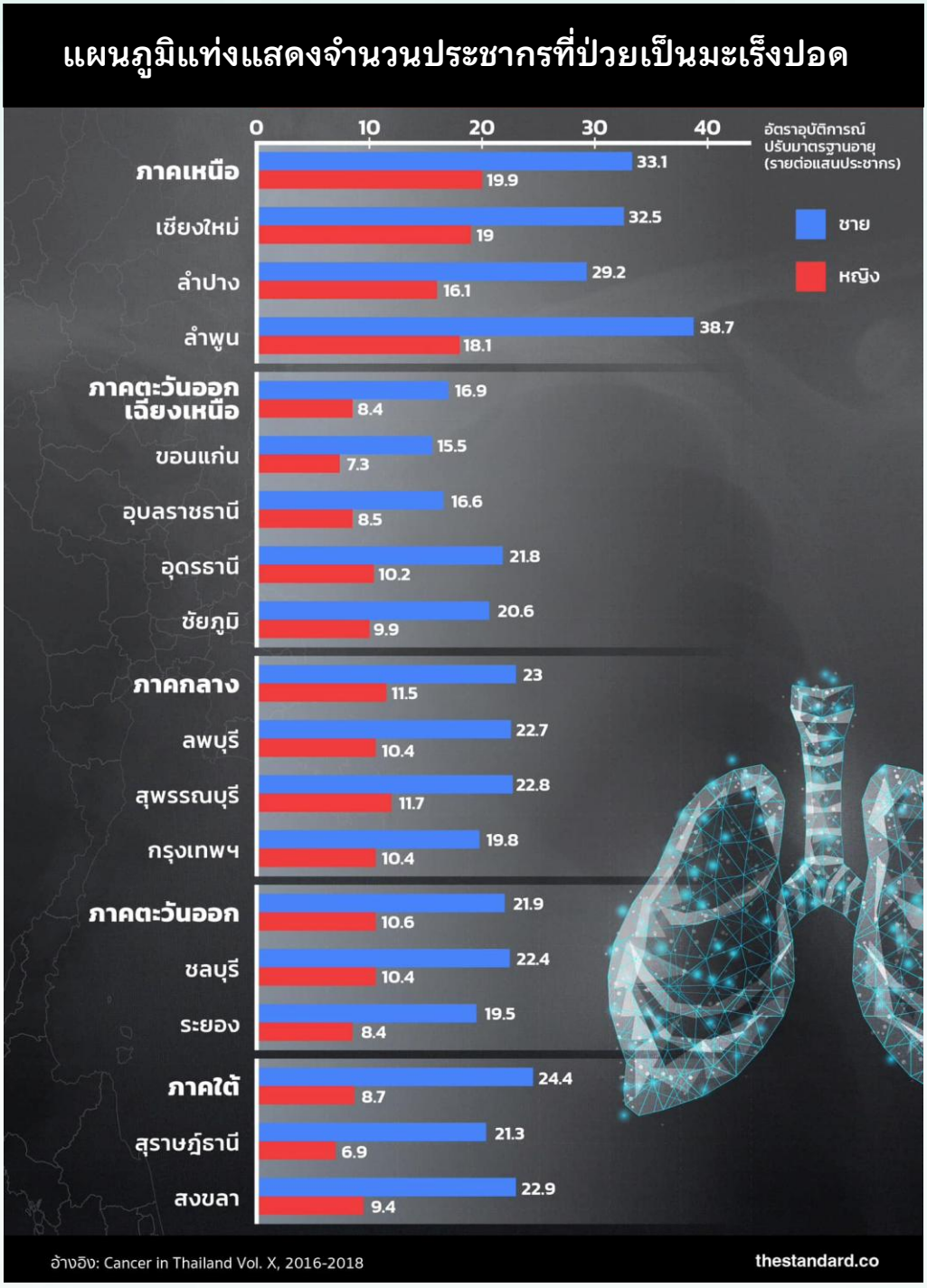
   .....

   .....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มะเร็งปอด

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



ที่มา : The Standard



ที่มาภาพ : กรมการแพทย์

คำถาม

1. จากสถิติอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอดในประชากรเพศชายและเพศหญิงในภาคต่าง ๆ พบว่า ประชากรเพศชายป่วยเป็นโรคมะเร็งปอดมากกว่าเพศหญิง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด

   (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

   แนวคำตอบ เพราะเพศชายมีอัตราการสูบบุหรี่และสัมผัสกับสารก่อมะเร็งมากกว่าเพศหญิง เนื่องจากปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของการเกิดโรคมะเร็งปอดคือ การสูบหรือรับควันบุหรี่ สัมผัสกับสารก่อมะเร็ง เช่น ควันธูป ควันจากท่อไอเสีย

2. ถ้านักเรียนต้องการหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1 นักเรียนจะหาข้อมูลใด

   (**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

   แนวคำตอบ ข้อมูลการสูบบุหรี่ ข้อมูลการสัมผัสสารก่อมะเร็งในประชากรเพศชายและเพศหญิง และปัจจัยอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอด เช่น มีประวัติครอบครัวเป็นโรคมะเร็งปอด

3. นักเรียนสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปแนะนำผู้อื่น หรือปรับใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ควรเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อการเกิดมะเร็งปอด เช่น การสูบบุหรี่ หรือการรับควันบุหรี่ สภาพแวดล้อมที่มีมลภาวะทางอากาศ

กิจกรรมที่ 6

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง กันแดด **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.3/3 และ ว 2.1 ม.3/7

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) สร้างคำอธิบายสมบัติของสารกันแดดจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้
2) ตั้งคำถามเกี่ยวกับสารกันแดดที่สามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ และระบุสมมติฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง
3) สร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจากชุดข้อมูลได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

สารกันแดด (Sunscreen) เป็นสารที่ช่วยปกป้องผิวหนังจากรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายให้กับเซลล์ผิวได้ สารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (Sun Protection Factor: SPF) ที่บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนหรือสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลตชนิด B (UVB) จากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวหนังได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารกันแดด ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แดดเมืองไทย SPF เท่าใดถึงเอาอยู่ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลของผลิตภัณฑ์กันแดดที่วางขายในท้องตลาดจากภาพต่อไปนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามจากข้อมูลของผลิตภัณฑ์กันแดดดังกล่าว



ภาพแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์กันแดด

แนวคำตอบ

- SPF คืออะไร
- ค่า SPF สัมพันธ์กับประสิทธิภาพของครีมกันแดดอย่างไร
- ผลิตภัณฑ์กันแดดแต่ละยี่ห้อมีความสามารถในการกันแดดเท่ากันหรือไม่
- ผลิตภัณฑ์กันแดดที่มีค่า SPF สูง ราคาจะสูงด้วยหรือไม่
- ผลิตภัณฑ์กันแดดที่ใช้ทาตัว จะสามารถทาหน้าได้ด้วยหรือไม่
- ผลิตภัณฑ์กันแดดมีสารใดบ้างที่ช่วยป้องกันแสงแดด
- เราสามารถทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์กันแดดได้อย่างไร

2) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสามารถในการป้องกันแดดของสารกันแดด ได้ข้อสรุปว่า “สารกันแดด (Sunscreen) เป็นสารที่ช่วยปกป้องผิวหนังจากรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายให้กับเซลล์ผิวได้ สารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (Sun Protection Factor: SPF) ที่บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนหรือสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลตชนิด B (UVB) จากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวหนังได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ”

3) จากนั้นผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นการคิดและการออกแบบการทดลองของผู้เรียนในการศึกษาความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดแต่ละชนิด ด้วยคำถามดังนี้

3.1) ผู้เรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการหาคำตอบ

3.2) ผู้เรียนจะมั่นใจได้อย่างไรว่าการได้มาซึ่งคำตอบนั้นมีความน่าเชื่อถือ

3.3) ผู้สอนทบทวนเกี่ยวกับการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร นิยามเชิงปฏิบัติการ และการออกแบบการทดลองตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 - 4 คน และร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 โดยเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้
   - ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของสถานการณ์ในใบกิจกรรมมาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง
   - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้และควรปรับแก้อย่างไร
5) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำใบกิจกรรมที่ 1 โดยต้องคำนึงถึงความสอดคล้องและความเหมาะสมของคำถาม สมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และวิธีการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปตรงตามจุดประสงค์ของการทดลอง “เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดแต่ละชนิด” ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า
   - จุดประสงค์การทดลองคืออะไร

     แนวคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดแต่ละชนิด
   - จากใบกิจกรรม ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้คืออะไร

     แนวคำตอบ 1) ตัวแปรต้น คือ ชนิดของสารกันแดด

     2) ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการป้องกันแสงแดด

     3) ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณสารกันแดด ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดด ความเข้มแสงที่ได้รับ สถานที่ทดลอง
   - สมมติฐานของการทดลองที่นักเรียนกำหนดไว้เป็นอย่างไร ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานของนักเรียนหรือไม่

     แนวคำตอบ 1) **สอดคล้องกับสมมติฐาน** เนื่องจากกำหนดสมมติฐานไว้ว่า “สารกันแดดที่ต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการป้องกันแสงแดดได้ต่างกัน” ผลการทดลองพบว่าสาร S1 – S4 มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดแตกต่างกัน ผลการทดลองจึงสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้ หรือ 2) **ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน** เนื่องจากกำหนดสมมติฐานไว้ว่า “สารกันแดด S1 มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดได้ดีที่สุด แต่ผลการทดลองไม่สนับสนุนสมมติฐานดังกล่าว”
   - จากผลการทดลอง นักเรียนสามารถสรุปผลได้อย่างไร

     แนวคำตอบ ความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนอาจสรุปผลได้ดังนี้
     - ความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดด S1 ใกล้เคียง S2
     - ความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดด S3 ใกล้เคียง S4
     - สารกันแดด S3 และ S4 มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดมากกว่าสารกันแดด S1 และ S2

6) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันศึกษาและทำใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นอภิปรายเพื่อกระตุ้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ด้วยประเด็นคำถามต่อไปนี้
   - หากมีนาจะต้องทำกิจกรรมกลางแดด เป็นเวลา 400 นาที แล้วดนัยแนะนำว่ามีนาควรเลือกใช้สารกันแดดชนิด D เพราะมี SPF 30 ที่สามารถป้องกันแสงแดดได้ นักเรียนเห็นด้วยกับคำแนะนำของดนัยหรือไม่ อธิบายเหตุผล โดยเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในตาราง
   - นักเรียนมีความเห็นต่างจากเพื่อนหรือไม่ ถ้ามี นักเรียนมีเหตุผลโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อย่างไรและใช้หลักฐานใดสนับสนุนข้อโต้แย้งดังกล่าว

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ผู้สอนสามารถนำผลิตภัณฑ์สารกันแดดของจริงมาแทนการใช้ภาพในการนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ได้
2) ผู้สอนสามารถให้ข้อมูลหรือให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเภทของรังสี UV ได้แก่ UVA และ UVB
3) ผู้สอนสามารถให้ข้อมูลหรือให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่า PA (Protection Grade of UVA) และความสามารถในการป้องกันรังสี UVA เมื่อ PA มีจำนวนเครื่องหมาย "+" แตกต่างกัน

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม -

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) สร้างคำอธิบายสมบัติของสารกันแดดจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารกันแดด	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสารกันแดดไปสร้างคำอธิบายสมบัติของสารกันแดดได้ถูกต้อง
2) ตั้งคำถามเกี่ยวกับสารกันแดดที่สามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ และระบุสมมติฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารกันแดด	- สามารถตั้งคำถามของการทดลองโดยมีการระบุคำถาม สมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับสารกันแดดได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 8 ได้ถูกต้อง
3) สร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจากชุดข้อมูลได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แดดเมืองไทย SPF เท่าใดถึงเอาอยู่	- สามารถสร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจากชุดข้อมูลได้

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารกันแดด

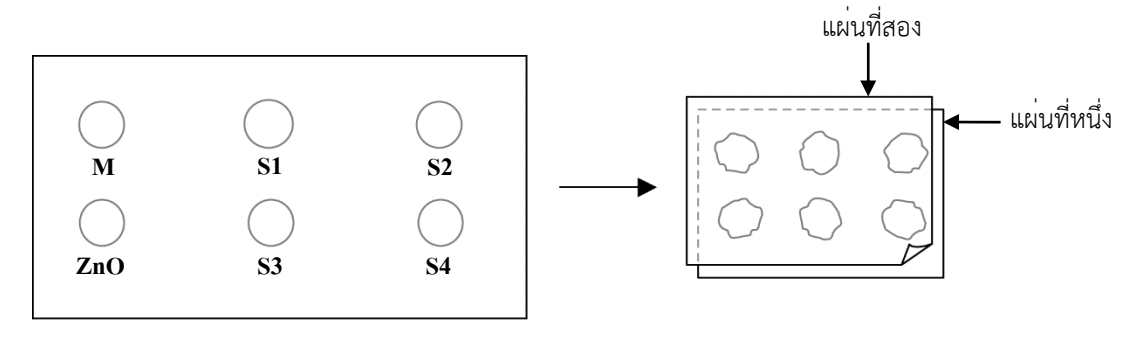
คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

มีนาและดนัย สงสัยว่าสารกันแดดชนิดใดจะป้องกันผิวจากแสงแดดได้ดีที่สุด ซึ่งสารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (Sun Protection Factor: SPF) ที่บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนหรือสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลตชนิด B (UVB) จากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวหนังได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ

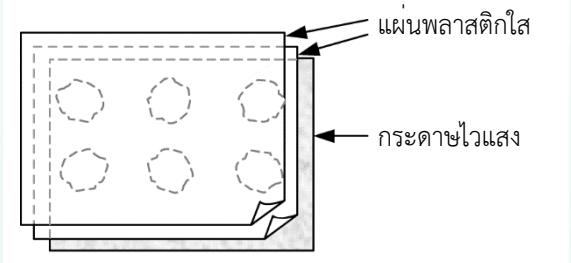
ทั้งสองคนต้องการหาวิธีเปรียบเทียบสารกันแดดชนิดต่าง ๆ จึงได้รวบรวมสิ่งต่อไปนี้

- แผ่นพลาสติกใสที่ไม่ดูดกลืนแสงแดด 2 แผ่น
- กระดาษไวแสง 1 แผ่น
- น้ำมันแร่ (M)
- ครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ (ZnO)
- สารกันแดด 4 ชนิด ใช้ชื่อ S1 S2 S3 และ S4

ดนัยหยดน้ำมันแร่ (M) ครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ (ZnO) และสารกันแดด 4 ชนิด ชนิดละ 1 หยด ลงภายในวงกลมที่เขียนไว้บนแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่หนึ่ง แล้วใช้แผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองวางทับด้านบน กดทับบนแผ่นพลาสติกใสทั้งสองด้วยหนังสือเล่มใหญ่ ๆ ดังภาพ ซึ่งดนัยเลือกใช้น้ำมันแร่และครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ เป็นสารเปรียบเทียบผลการทดลอง เพราะว่าน้ำมันแร่มีสมบัติยอมให้แสงแดดผ่านได้เกือบทั้งหมด ส่วนซิงค์ออกไซด์จะป้องกันแสงแดดได้เกือบสมบูรณ์



จากนั้นวางแผ่นพลาสติกทั้งสองบนกระดาษไวแสง กระดาษไวแสงมีสมบัติเปลี่ยนสีจากเทาเข้มเป็นสีขาว (หรือสีเทาอ่อนมาก) ขึ้นอยู่กับว่าจะถูกแสงแดดนานเท่าใด จากนั้นนำไปวางไว้กลางแดด



1. จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

2. สมมติฐานของการทดลอง

.....

.....

3. ตัวแปรต้น

.....

4. ตัวแปรตาม

.....

5. ตัวแปรควบคุม (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

.....

.....

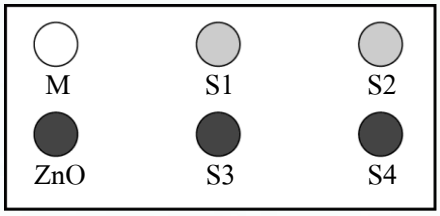
6. เพราะเหตุใดจึงต้องกดแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองลงบนแผ่นแรก

.....

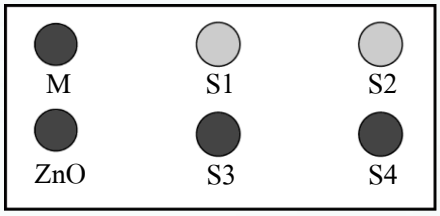
.....

7. นักเรียนคิดว่าผลการทดลองควรเป็นไปตามรูปใด เพราะเหตุใด

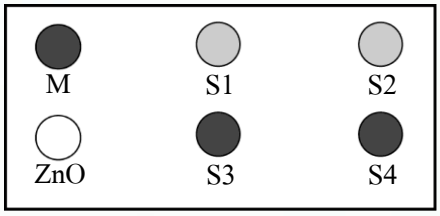
1.



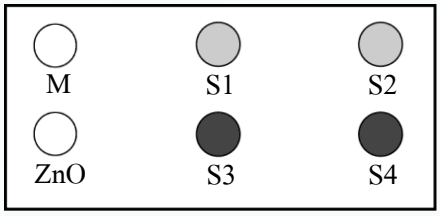
3.



2.



4.



.....

.....

.....

8. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองของสารกันแดดทั้ง 4 ชนิดว่าอย่างไร

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารกันแดด

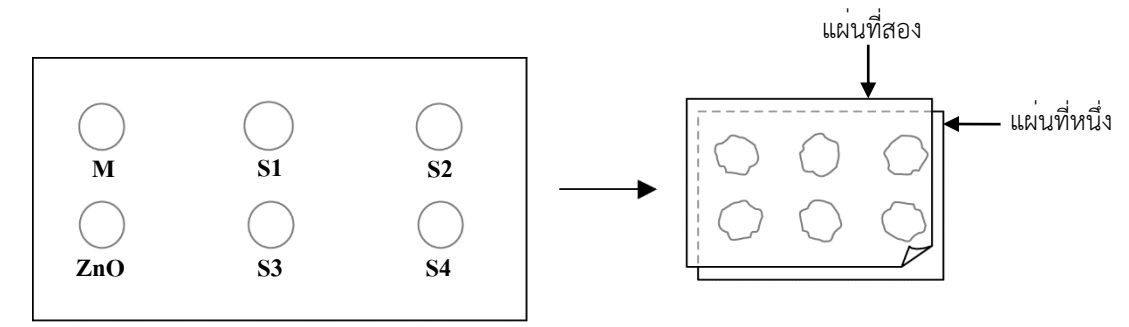
คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

มีนาและดนัย สงสัยว่าสารกันแดดชนิดใดจะป้องกันผิวจากแสงแดดได้ดีที่สุด ซึ่งสารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (Sun Protection Factor: SPF) ที่บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนหรือสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลตชนิด B (UVB) จากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวหนังได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ

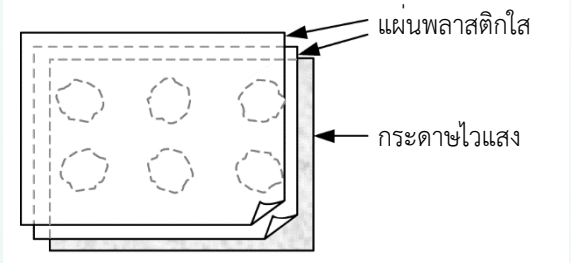
ทั้งสองคนต้องการหาวิธีเปรียบเทียบสารกันแดดชนิดต่าง ๆ จึงได้รวบรวมสิ่งต่อไปนี้

- แผ่นพลาสติกใสที่ไม่ดูดกลืนแสงแดด 2 แผ่น
- กระดาษไวแสง 1 แผ่น
- น้ำมันแร่ (M)
- ครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ (ZnO)
- สารกันแดด 4 ชนิด ใช้ชื่อ S1 S2 S3 และ S4

ดนัยหยดน้ำมันแร่ (M) ครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ (ZnO) และสารกันแดด 4 ชนิด ชนิดละ 1 หยด ลงภายในวงกลมที่เขียนไว้บนแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่หนึ่ง แล้วใช้แผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองวางทับด้านบน กดทับบนแผ่นพลาสติกใสทั้งสองด้วยหนังสือเล่มใหญ่ ๆ ดังภาพ ซึ่งดนัยเลือกใช้น้ำมันแร่และครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ เป็นสารเปรียบเทียบผลการทดลอง เพราะว่าน้ำมันแร่มีสมบัติยอมให้แสงแดดผ่านได้เกือบทั้งหมด ส่วนซิงค์ออกไซด์จะป้องกันแสงแดดได้เกือบสมบูรณ์



จากนั้นวางแผ่นพลาสติกทั้งสองบนกระดาษไวแสง กระดาษไวแสงมีสมบัติเปลี่ยนสีจากเทาเข้มเป็นสีขาว (หรือสีเทาอ่อนมาก) ขึ้นอยู่กับว่าจะถูกแสงแดดนานเท่าใด จากนั้นนำไปวางไว้กลางแดด



1. จุดประสงค์การทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
แนวคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดแต่ละชนิด

2. สมมติฐานของการทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
แนวคำตอบ ถ้าความสามารถในการป้องกันแสงแดดขึ้นอยู่กับชนิดของสารกันแดด ดังนั้น สารกันแดดที่ต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการป้องกันแสงแดดได้ต่างกัน

3. ตัวแปรต้น

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
แนวคำตอบ ชนิดของสารกันแดด

4. ตัวแปรตาม

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
แนวคำตอบ ความสามารถในการป้องกันแสงแดด

5. ตัวแปรควบคุม (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
แนวคำตอบ ปริมาณสารกันแดด (ความหนาของสารในการหยด) สถานที่ทำการทดลอง ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดด (เวลาที่ใช้ในการทดลอง) ความเข้มของแสงที่ได้รับ ช่วงเวลาที่ทดลอง

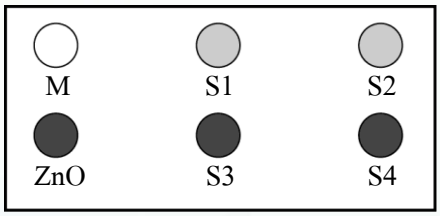
6. เพราะเหตุใดจึงต้องกดแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองลงบนแผ่นแรก

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
แนวคำตอบ เพื่อทำให้หยดของสารมีความหนาเท่ากัน

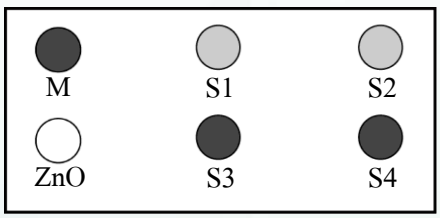
7. นักเรียนคิดว่าผลการทดลองควรเป็นไปตามรูปใด เพราะเหตุใด

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

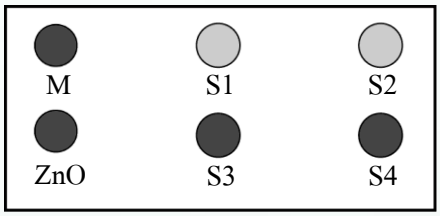
1.



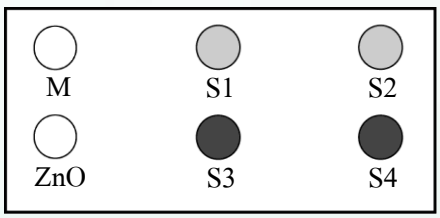
2.



3.



4.



แนวคำตอบ รูปที่ 1 เพราะจุด ZnO ยังคงเป็นสีเทาเข้มที่สุด เนื่องจากมีการป้องกันแสงแดดไว้ ส่วนจุด M เปลี่ยนเป็นสีขาว เพราะน้ำมันแร่ดูดกลืนแสงแดดได้น้อยมาก ทำให้ได้สีอ่อนที่สุด

8. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองของสารกันแดดทั้ง 4 ชนิดว่าอย่างไร

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า

- ความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดด S1 ใกล้เคียง S2
- ความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดด S3 ใกล้เคียง S4
- สารกันแดด S3 และ S4 มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดมากกว่าสารกันแดด S1 และ S2

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แดดเมืองไทย SPF เท่าใดถึงเอาอยู่

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ตารางแสดงข้อมูลระยะเวลาในการป้องกันรังสี UVB สำหรับผิวคนไทยและปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB ของครีมกันแดดที่มีค่า SPF ต่าง ๆ

ชนิดครีม	ค่า SPF	ระยะเวลาในการป้องกันรังสี UVB สำหรับผิวคนไทย (นาที)	ปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB (%)	ราคา (บาท)
A	15	225	93.3	180
B	20	300	95.0	250
C	30	450	96.7	250
D	30	450	96.7	320
E	40	600	97.5	260
F	40	600	97.5	300
G	50	750	98.0	350

หากมีนาจะต้องทำกิจกรรมกลางแดด เป็นเวลา 400 นาที แล้วดนัยแนะนำว่า มีนาควรเลือกใช้สารกันแดดชนิด D เพราะมี SPF 30 ที่สามารถป้องกันแสงแดดได้ นักเรียนเห็นด้วยกับคำแนะนำของดนัยหรือไม่ อธิบายเหตุผล โดยเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในตาราง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แดดเมืองไทย SPF เท่าใดถึงเอาอยู่

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ตารางแสดงข้อมูลระยะเวลาในการป้องกันรังสี UVB สำหรับผิวคนไทยและปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB ของครีมกันแดดที่มีค่า SPF ต่าง ๆ

ชนิดครีม	ค่า SPF	ระยะเวลาในการป้องกันรังสี UVB สำหรับผิวคนไทย (นาที)	ปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB (%)	ราคา (บาท)
A	15	225	93.3	180
B	20	300	95.0	250
C	30	450	96.7	250
D	30	450	96.7	320
E	40	600	97.5	260
F	40	600	97.5	300
G	50	750	98.0	350

หากมีนาจะต้องทำกิจกรรมกลางแดด เป็นเวลา 400 นาที แล้วดนัยแนะนำว่า มีนาควรเลือกใช้สารกันแดดชนิด D เพราะมี SPF 30 ที่สามารถป้องกันแสงแดดได้ นักเรียนเห็นด้วยกับคำแนะนำของดนัยหรือไม่ อธิบายเหตุผล โดยเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในตาราง

(**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ

- เห็นด้วย เพราะ สารกันแดดชนิด D มีระยะเวลาในการป้องกันรังสี UVB มากกว่า 400 นาที
- ไม่เห็นด้วย เพราะ สารกันแดดชนิด C มีระยะเวลาในการป้องกันและปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB เท่ากับสารกันแดดชนิด D แต่ราคาถูกกว่า จึงควรเลือกใช้ สารกันแดดชนิด C มากกว่า
- ไม่เห็นด้วย เพราะ ควรเลือกใช้สารกันแดดชนิด E หรือ F เนื่องจาก มีค่า SPF สูงกว่า มีระยะเวลาในการป้องกันและปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB ได้ดีกว่าสารกันแดดชนิด D และยังมีราคาถูกกว่าอีกด้วย

กิจกรรมที่ 7

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ลิปมัน **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.2/4

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสมบัติของสารอิมัลซิฟายเออร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
2) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวสมบัติของสารอิมัลซิฟายเออร์ของลิปมันได้
3) ประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

สารอิมัลซิฟายเออร์ (Emulsifier) เป็นสารที่ทำให้สารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ซึ่งปกติแล้วสารเหล่านี้ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสารผสมที่เกิดขึ้นเรียกว่า สารอิมัลชัน (Emulsion) ตัวอย่างของสารอิมัลซิฟายเออร์ในชีวิตประจำวัน เช่น ไข่แดงเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในน้ำสลัด และผงซักฟอกเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในน้ำซักล้าง

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้จักลิปมันกับลิปสติกกันเถอะ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สารอิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
3) ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน เช่น ตัวอย่างลิปสติก ลิปมัน และลิปบาล์ม ผ้าหรือกระดาษเปื้อนลิป
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอตัวอย่างลิปมันและลิปสติก และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับลิปมันและลิปสติก ดังนี้



- สิ่งของนี้คืออะไร

  แนวคำตอบ ลิปมันกับลิปสติก
- สิ่งของทั้งสองภาพมีความเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

  แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น

  มีความเหมือนกัน คือ ใช้ทาปาก เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับริมฝีปาก

  มีความแตกต่างกัน คือ สีของลิปมันกับลิปสติก ลักษณะเนื้อสัมผัส

หมายเหตุ ผู้สอนสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม เช่น สมบัติการละลายน้ำ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส หรืออื่น ๆ ได้

2) ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตตัวอย่างลิปมันและลิปสติก และทดสอบผลิตภัณฑ์โดยทาลงบนผิวหนังบริเวณหลังมือ เพื่อเปรียบเทียบเนื้อสัมผัส จากนั้น ตั้งคำถามว่า
   - ลิปมันและลิปสติกมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

     แนวคำตอบ ลิปมันจะอ่อนและเป็นมันวาว ส่วนลิปสติกจะมีเนื้อแข็งกว่า
   - เพราะเหตุใดลิปมันและลิปสติกจึงมีลักษณะแตกต่างกัน

     แนวคำตอบ เพราะมีส่วนผสมที่แตกต่างกัน
3) ผู้สอนใช้คำถามว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่าลิปมันและลิปสติกมีส่วนผสมต่างกันอย่างไร” จากนั้นผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้จักลิปมันกับลิปสติกกันเถอะ
4) ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 จากนั้นให้สุ่มตัวแทน 1 – 2 กลุ่ม นำเสนอคำตอบ โดยผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้
   - จากคำถามในใบกิจกรรม นักเรียนใช้ข้อมูลส่วนใดในการตอบคำถาม
   - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้หรือไม่ ควรปรับแก้อย่างไร
   - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร

5) ผู้สอนถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันไปสู่ความรู้เกี่ยวกับสารอิมัลซิฟายเออร์ตามแนวคำถามดังนี้
   - ถ้าลิปสติกเปื้อนเสื้อผ้า นักเรียนจะมีวิธีทำความสะอาดอย่างไร
     แนวคำตอบ ใช้สบู่ ผงซักฟอก น้ำยาซักผ้า
   - นักเรียนคิดว่าสารเหล่านี้ทำความสะอาดลิปสติกออกจากเสื้อผ้าได้อย่างไร
     แนวคำตอบ ตอบตามความคิดหรือประสบการณ์ของผู้เรียน
6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สารอิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร แล้วร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรม จากนั้นสุ่มตัวแทน 1 – 2 กลุ่ม นำเสนอคำตอบ โดยผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังตัวอย่างคำถามในข้อ 4)
7) ผู้สอนเชื่อมโยงการออกแบบการทดลอง กับสถานการณ์ที่ระบุว่า “น้องมะลิต้องการทำลิปมันเพื่อใช้ในบ้าน และได้ทดลองตามสูตรในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้จักลิปมันกับลิปสติกกันเถอะ แล้วพบว่า ลิปมันมีเนื้อแข็งทำให้ใช้ยาก น้องมะลิควรจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้ได้ลิปมันที่มีเนื้ออ่อนตามความต้องการ” นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยน้องมะลิออกแบบการทดลองอย่างไร
8) ก่อนออกแบบการทดลอง ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การระบุขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง
9) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ จากนั้น แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการออกแบบการทดลอง และร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบการทดลอง ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เช่น
   - คำถามการทดลองสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่
   - คำถามสามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่
   - สมมติฐานสอดคล้องกับคำถามหรือไม่
   - ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมเหมาะสมหรือไม่
   - ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลองเหมาะสมหรือไม่
   - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
10) ผู้สอนตั้งประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายจากข้อความที่กล่าวว่า “ไม่ควรซื้อลิปสติกจากประเทศเขตหนาวมาใช้ในประเทศเขตร้อน เพราะลิปสติกจะไหลเยิ้มได้ง่าย” นักเรียนจะหาข้อมูลใดเพื่อมาสนับสนุนหรือโต้แย้งคำกล่าวนี้

    แนวคำตอบ
    - ชนิดและอัตราส่วนของส่วนผสมของลิปสติกในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน
    - จุดหลอมเหลวของลิปสติกในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน
    - ส่วนผสมพิเศษของลิปสติกในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน
    - กระบวนการผลิตลิปสติกในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน

    จากนั้นผู้สอนให้ตัวแทนผู้เรียน 3 – 4 คน นำเสนอคำตอบ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นได้เสนอความคิดเห็นและอภิปรายว่าเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

11) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
   - สารอิมัลซิฟายเออร์ (Emulsifier) เป็นสารที่ทำให้สารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ซึ่งปกติแล้วสารเหล่านี้ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสารผสมที่เกิดขึ้นเรียกว่า สารอิมัลชัน (Emulsion) ตัวอย่างของสารอิมัลซิฟายเออร์ในชีวิตประจำวัน เช่น ไข่แดงเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในน้ำสลัด และผงซักฟอกเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในน้ำซักล้าง
   - ในการออกแบบการทดลอง ต้องคำนึงถึงความสอดคล้องและความเหมาะสมของคำถาม สมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง
   - ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ควรมีการสืบค้น ประเมิน และสื่อสารข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยเป็นข้อมูลที่สำคัญ ครอบคลุม และมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ต้องการค้นหาคำตอบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ผู้สอนสามารถสร้างกิจกรรมการทดลองโดยใช้ชุดทำลิปมันสำเร็จรูป เพื่อให้ผู้เรียนได้ลองปรับสูตรส่วนผสมและสังเกตลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้
2) ในการทำกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ ผู้สอนสามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบความแข็งของเนื้อลิปมันอย่างง่ายได้ เช่น การใช้เข็มกดลงในลิปมัน และหาระยะของเข็มที่จมลึกลงในเนื้อลิปมัน

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) อิมัลชัน. https://sciplanet.org/content/9248
2) อิมัลชัน. https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2557/enen51257pap_ch2.pdf
3) อิมัลซิไฟเออร์ในอาหาร. https://hectortarr.arda.or.th/api/uploaded_file/KleJedawAEi9bDN7A6_2e

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสมบัติของสารอิมัลซิฟายเออร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สารอิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสารอิมัลซิฟายเออร์ไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 3 ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวสมบัติของอิมัลซิฟายเออร์ของลิปมันได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ	- สามารถออกแบบการทดลอง โดยมีการระบุวัตถุประสงค์ สมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับลิปมันได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 6 ได้ถูกต้อง
3) ประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้	- พิจารณาการตอบคำถาม	- คำถามที่ใช้ในขั้นตอนการจัดกิจกรรม	- สามารถประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้จักลิปมันกับลิปสติกกันเถอะ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ตารางแสดงส่วนผสมของลิปมันและลิปสติก

ลิปมัน			ลิปสติก		
ส่วนผสม :			**ส่วนผสม :**		
น้ำมันละหุ่ง	5	กรัม	น้ำมันละหุ่ง	5	กรัม
ไขผึ้ง	0.2	กรัม	ไขผึ้ง	1	กรัม
ไขมันปาล์ม	0.2	กรัม	ไขมันปาล์ม	1	กรัม
สีผสมอาหาร	1	ช้อนชา	สีผสมอาหาร	1	ช้อนชา
สารแต่งรสชาติ	1	หยด	สารแต่งรสชาติ	1	หยด
วิธีทำ :			**วิธีทำ :**		
อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน			อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน		

1. ส่วนผสมใดในลิปมันกับลิปสติกที่มีปริมาณแตกต่างกัน

   .....

   .....

2. ปริมาณของส่วนผสมในลิปมันกับลิปสติกที่แตกต่างกัน จะส่งผลอย่างไร

   .....

   .....

3. ในกระบวนการทำลิปมันและลิปสติก เพราะเหตุใดจึงต้องอุ่นน้ำมันและไขก่อน

   .....

   .....

   .....

   .....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้จักลิปมันกับลิปสติกกันเถอะ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ตารางแสดงส่วนผสมของลิปมันและลิปสติก

ลิปมัน			ลิปสติก		
ส่วนผสม :			**ส่วนผสม :**		
น้ำมันละหุ่ง	5	กรัม	น้ำมันละหุ่ง	5	กรัม
ไขผึ้ง	0.2	กรัม	ไขผึ้ง	1	กรัม
ไขมันปาล์ม	0.2	กรัม	ไขมันปาล์ม	1	กรัม
สีผสมอาหาร	1	ช้อนชา	สีผสมอาหาร	1	ช้อนชา
สารแต่งรสชาติ	1	หยด	สารแต่งรสชาติ	1	หยด
วิธีทำ :			**วิธีทำ :**		
อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน			อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน		

1. ส่วนผสมใดในลิปมันกับลิปสติกที่มีปริมาณแตกต่างกัน

   แนวคำตอบ ไขผึ้ง และไขมันปาล์ม

2. ปริมาณของส่วนผสมในลิปมันกับลิปสติกที่แตกต่างกัน จะส่งผลอย่างไร

   แนวคำตอบ ลิปมันมีปริมาณไขผึ้งและไขมันปาล์มน้อยกว่า ทำให้มีความอ่อนตัวมากกว่า

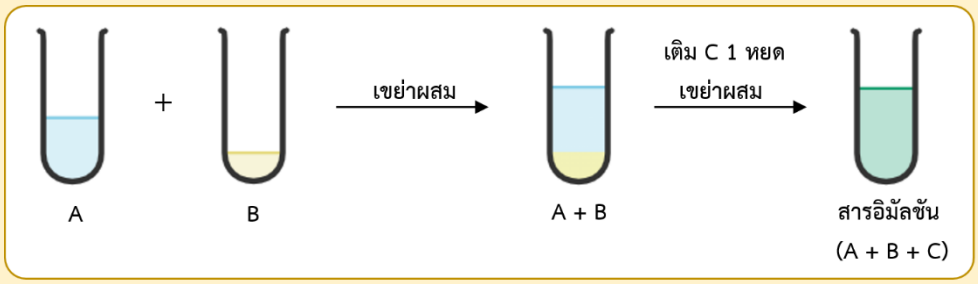
3. ในกระบวนการทำลิปมันและลิปสติก เพราะเหตุใดจึงต้องอุ่นน้ำมันและไขก่อน

   แนวคำตอบ เพื่อให้ไขหลอมเหลวและผสมกับน้ำมันได้

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สารอิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

สารอิมัลซิฟายเออร์ (Emulsifier) เป็นสารที่ทำให้ของเหลวตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ซึ่งปกติแล้วสารเหล่านี้ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสารผสมที่เกิดขึ้นเรียกว่า สารอิมัลชัน (Emulsion) ตัวอย่างของสารอิมัลซิฟายเออร์ในชีวิตประจำวัน เช่น ไข่แดงเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในน้ำสลัด และผงซักฟอกเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในน้ำซักล้าง



1. สารใดคือสารอิมัลซิฟายเออร์

   .....

2. เพราะเหตุใดสบู่และน้ำจึงสามารถล้างลิปสติกที่ติดเสื้อผ้าออกได้ แต่น้ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถล้างลิปสติกที่ติดเสื้อผ้าออกได้

   .....

   .....

3. น้ำมันและไขสามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แต่น้ำมันและไขไม่ละลายในน้ำ ขณะกำลังอุ่นส่วนผสมของลิปสติก ถ้าน้ำปริมาณมากหกลงไป เหตุการณ์ใดต่อไปนี้มีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด
   1. ได้ของผสมที่มันและอ่อนตัวกว่า
   2. ของผสมจับตัวกันแน่นขึ้น
   3. ของผสมแทบจะไม่เปลี่ยนไปเลย
   4. มีก้อนไขมันลอยอยู่เหนือน้ำ

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 3 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

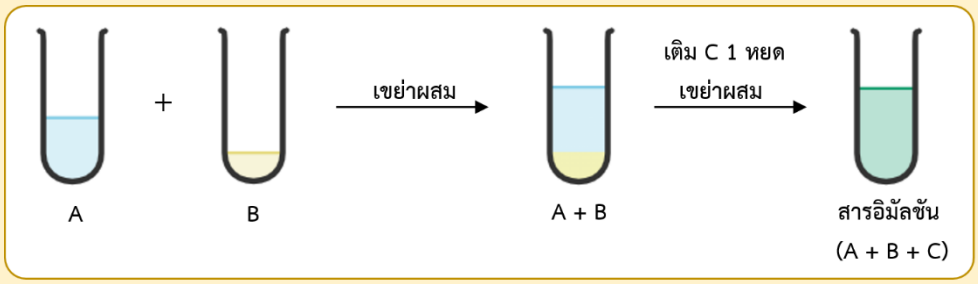
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สารอิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

สารอิมัลซิฟายเออร์ (Emulsifier) เป็นสารที่ทำให้ของเหลวตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ซึ่งปกติแล้วสารเหล่านี้ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสารผสมที่เกิดขึ้นเรียกว่า สารอิมัลชัน (Emulsion) ตัวอย่างของสารอิมัลซิฟายเออร์ในชีวิตประจำวัน เช่น ไข่แดงเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในน้ำสลัด และผงซักฟอกเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในน้ำซักล้าง



1. สารใดคือสารอิมัลซิฟายเออร์

   แนวคำตอบ สาร C

2. เพราะเหตุใดสบู่และน้ำจึงสามารถล้างลิปสติกที่ติดเสื้อผ้าออกได้ แต่น้ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถล้างลิปสติกที่ติดเสื้อผ้าออกได้

   แนวคำตอบ เพราะสบู่ทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ จะทำให้น้ำมันและไขผสมกับน้ำได้ จึงสามารถล้างลิปสติกที่มีน้ำมันและไขมันเป็นส่วนผสมออกจากเสื้อผ้าได้

3. น้ำมันและไขสามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แต่น้ำมันและไขไม่ละลายในน้ำ ขณะกำลังอุ่นส่วนผสมของลิปสติก ถ้าน้ำปริมาณมากหกลงไป เหตุการณ์ใดต่อไปนี้มีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   1. ได้ของผสมที่มันและอ่อนตัวกว่า
   2. ของผสมจับตัวกันแน่นขึ้น
   3. ของผสมแทบจะไม่เปลี่ยนไปเลย
   4. มีก้อนไขมันลอยอยู่เหนือน้ำ

   แนวคำตอบ 4. มีก้อนไขมันลอยอยู่เหนือน้ำ เนื่องจากน้ำไม่รวมตัวกับไขมัน และไขมันมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 3 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

“น้องมะลิต้องการทำลิปมันเพื่อใช้ในบ้าน และได้ทดลองตามสูตรในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วพบว่า ลิปมันมีเนื้อแข็งทำให้ใช้ยาก น้องมะลิควรจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้ได้ลิปมันที่มีเนื้ออ่อนตามความต้องการ”

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยน้องมะลิออกแบบการทดลองอย่างไร

1. คำถามของการทดลอง

.....

.....

2. สมมติฐานของการทดลอง

.....

.....

3. ตัวแปรต้น

.....

.....

4. ตัวแปรตาม

.....

.....

5. ตัวแปรควบคุม (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบข้อที่ 1 – 6 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกข้อ หรือไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

“น้องมะลิต้องการทำลิปมันเพื่อใช้ในบ้าน และได้ทดลองตามสูตรในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วพบว่า ลิปมันมีเนื้อแข็งทำให้ใช้ยาก น้องมะลิควรจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้ได้ลิปมันที่มีเนื้ออ่อนตามความต้องการ”

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยน้องมะลิออกแบบการทดลองอย่างไร

1. คำถามของการทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ปริมาณของน้ำมันละหุ่งส่งผลต่อความแข็งของลิปมันหรือไม่ อย่างไร

2. สมมติฐานของการทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ถ้าปริมาณของน้ำมันละหุ่งมากขึ้น จะทำให้ลิปมันมีความแข็งลดลง

3. ตัวแปรต้น

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ปริมาณของน้ำมันละหุ่ง

4. ตัวแปรตาม

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ความแข็งของลิปมัน

5. ตัวแปรควบคุม (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ - ปริมาณไขมันปาล์ม ไขผึ้ง สีผสมอาหาร และสารแต่งรสชาติ

- อุณหภูมิของน้ำร้อน
- ภาชนะที่ใช้ผสมสาร
- เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนสาร
- ความถี่ในการคนสาร

6. ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ

1. เตรียมน้ำมันละหุ่ง 3 กรัม ผสมกับไขมันปาล์ม 0.2 กรัม และไขผึ้ง 0.2 กรัม สีผสมอาหาร 1 ช้อนชา และสารแต่งรสชาติ 1 หยด
2. นำไปอุ่นในน้ำร้อนที่อุณภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เย็นตัว
3. ทดสอบความแข็งของลิปมันโดยใช้ช้อนขูดเพื่อตรวจสอบเนื้อสัมผัสของลิปมัน สังเกตความลึกของรอยขูด
4. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1. – 3. โดยเปลี่ยนปริมาณของน้ำมันละหุ่งเป็น 4 5 6 และ 7 กรัม ตามลำดับ
5. เปรียบเทียบความลึกของรอยขูดในเนื้อลิปมันที่ได้ของแต่ละชุดการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบข้อที่ 1 – 6 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกข้อ หรือไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 8

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ทำน้ำดื่ม **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.2/3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) ระบุ และอธิบายขั้นตอนการทำน้ำดื่มได้
2) ออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☐ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

น้ำมีความสำคัญต่อสุขภาพและกระบวนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายเป็นอย่างมาก ดังนั้น การเลือกดื่มน้ำที่ดีย่อมมีผลต่อสุขภาพร่างกายของเรา ซึ่งน้ำดื่มที่ดีควรปราศจากสารปนเปื้อนทางเคมีและสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น สารโลหะหนัก สารเคมี เชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้น ในขั้นตอนการผลิตน้ำดื่มจึงต้องมีการกรอง การทำให้ตกตะกอน การเติมคลอรีน และการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เพื่อให้ได้น้ำดื่มที่สะอาดปลอดภัย

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มาช่วยกันทำน้ำขุ่นเป็นน้ำใสกันเถอะ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามดังนี้
   - ในชีวิตประจำวันของเรานักเรียนใช้น้ำทำอะไรบ้าง
     แนวคำตอบ อุปโภคและบริโภค เช่น ดื่ม รดน้ำต้นไม้ อาบน้ำ ซักผ้า
   - นักเรียนคิดว่าน้ำที่เราดื่มควรมีลักษณะอย่างไร
     แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น ใส สะอาด ปราศจากเชื้อโรค
2) ผู้สอนกล่าวเพิ่มเติมว่า แหล่งน้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะต้องถูกบำบัดในโรงผลิตน้ำประปาก่อนส่งออกไปตามครัวเรือน เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรค จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่ม
3) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน เพื่อศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 จากนั้นร่วมกันอภิปรายตอบคำถาม และสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง
4) ผู้สอนยกตัวอย่างสถานการณ์การขาดแคลนน้ำสะอาด เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาดจากวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2
5) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 ร่วมกันออกแบบและนำเสนอผลการออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย
6) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลการออกแบบของแต่ละกลุ่มและสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่มีประสิทธิภาพในด้านความใส กลิ่น และเชื้อโรค จากนั้นตอบคำถามจากประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมครั้งนี้
   - ประเด็นที่ 1 เครื่องกรองน้ำอย่างง่ายของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ออกแบบใช้วัสดุอะไรบ้าง
   - ประเด็นที่ 2 วัสดุนั้นส่งผลอย่างไรต่อคุณภาพของน้ำ
   - ประเด็นที่ 3 นักเรียนคิดว่าน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่นักเรียนออกแบบมานั้น มีสมบัติเป็นอย่างไร และปลอดภัยต่อการดื่มหรือไม่
   - ประเด็นที่ 4 ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีหรือวิธีการใดบ้างที่ช่วยในการพัฒนาวิธีทำน้ำดื่ม

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ผู้สอนสามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในน้ำดื่ม ในการบำบัดน้ำประปาและในสระว่ายน้ำ
2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2) ผู้สอนสามารถใช้สื่อการสอนที่เป็นสถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับโรคหรืออันตรายที่เกิดจากการบริโภคน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

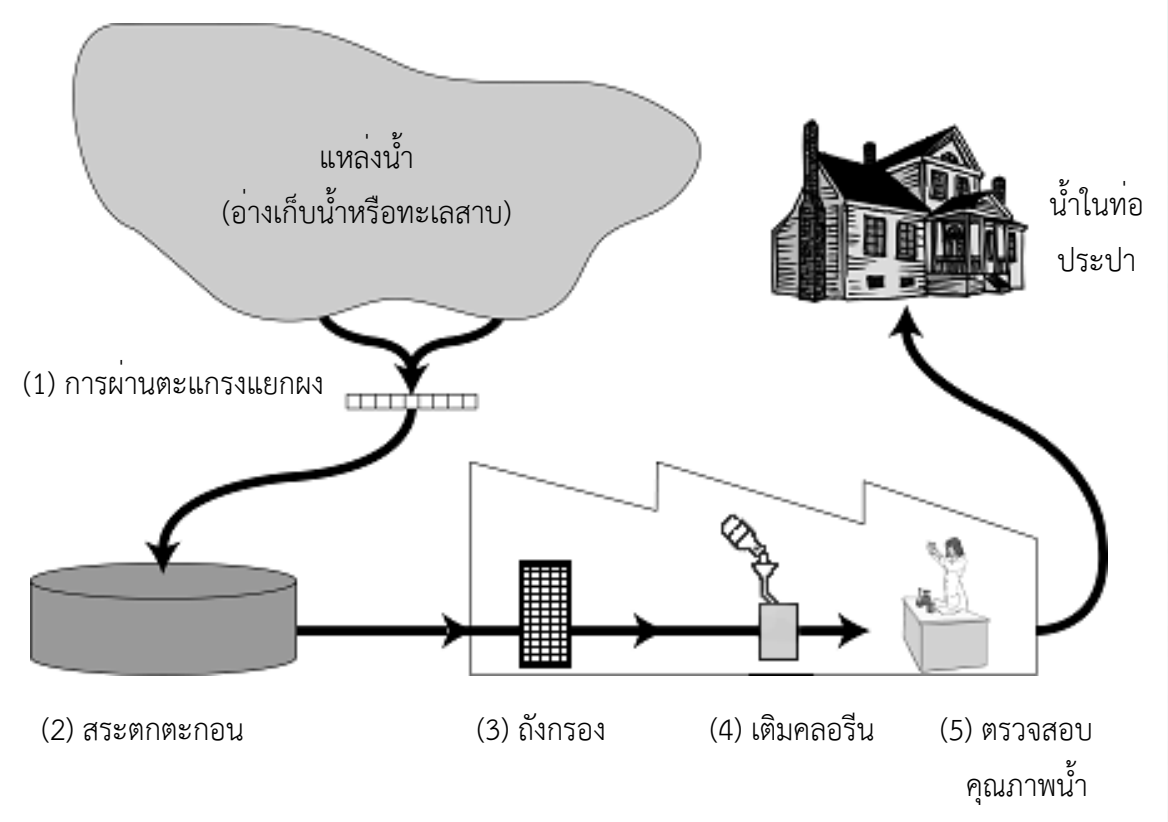
1) ขั้นตอนการผลิตน้ำดื่ม. https://mitrwater.com/drinking-water-production-process/
2) วิธีกรองน้ำของคนสมัยโบราณ. https://www.stkc.go.th/info/วิธีกรองน้ำของคนสมัยโบราณ

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ระบุ และอธิบายขั้นตอนการทำน้ำดื่มได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนในการผลิตน้ำ ไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 5 ได้ถูกต้อง
2) ออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มาช่วยกันทำน้ำขุ่นเป็นน้ำใสกันเถอะ	- สามารถออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายได้ครบองค์ประกอบด้านความปลอดภัยทั้ง 3 ด้าน (ใส กลิ่น และเชื้อโรค)

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



ภาพแสดงขั้นตอนการทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง

1. น้ำส่วนแรกที่ยังไม่ได้รับการบำบัด มีลักษณะเป็นอย่างไร

   .....

2. เพราะเหตุใด ในขั้นตอนที่ 1 น้ำจะต้องผ่านตะแกรงแยกขนาดใหญ่

   .....

   .....

3. หลังจากมีการตกตะกอนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนใด

   .....

4. ในขั้นตอนที่ 4 มีการเติมคลอรีนลงไปในน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ใด

   .....

5. หากนักเรียนไม่มั่นใจในความสะอาดของน้ำประปาที่ใช้ดื่ม ควรใช้วิธีใดในการบำบัด เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อโรค

   .....

เกณฑ์การประเมิน

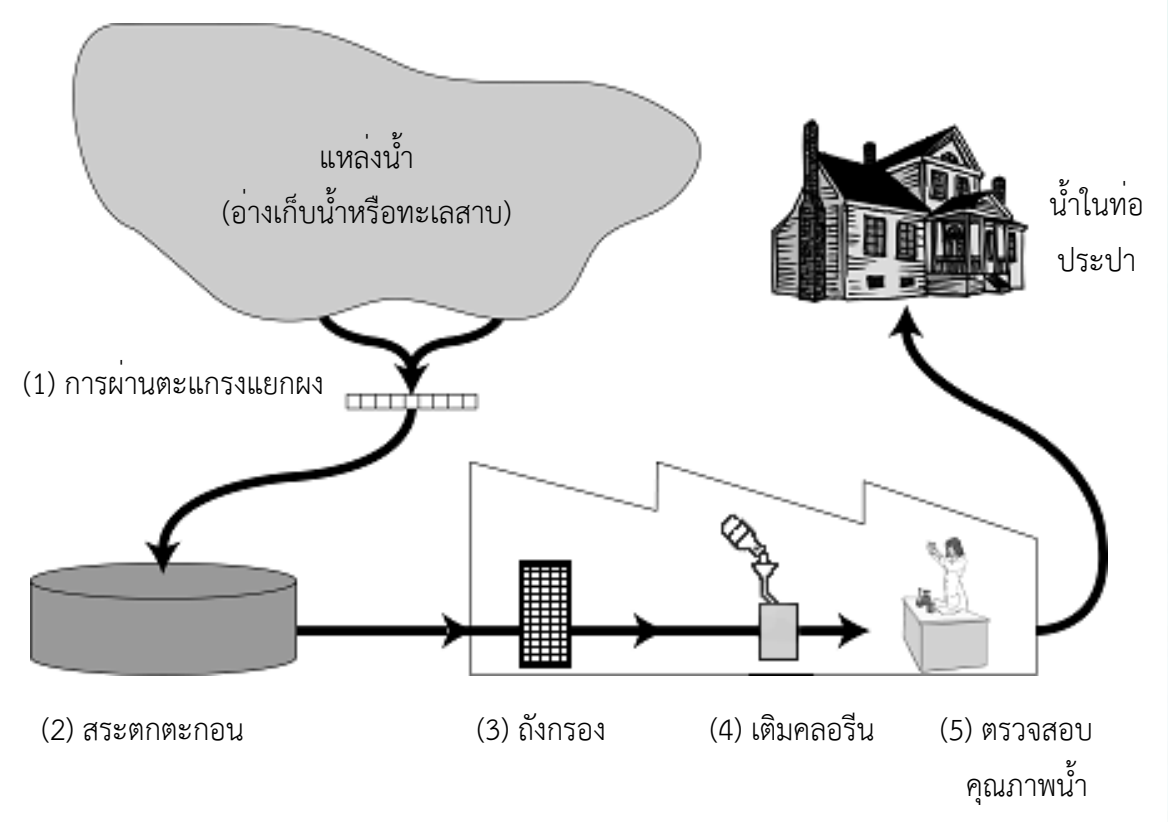
รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**
ตอบถูกต้องทั้ง 5 ข้อ	ดีมาก
ตอบถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	ดี
ตอบถูกต้อง 2 ข้อ	พอใช้
ตอบถูกต้อง 0 – 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



ภาพแสดงขั้นตอนการทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง

1. น้ำส่วนแรกที่ยังไม่ได้รับการบำบัด มีลักษณะเป็นอย่างไร

   แนวคำตอบ มีความขุ่น มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ มีเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์

2. เพราะเหตุใด ในขั้นตอนที่ 1 น้ำจะต้องผ่านตะแกรงแยกขนาดใหญ่

   แนวคำตอบ เพื่อกรองเศษขยะ หญ้า หรือ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น ปลา ออกจากน้ำก่อนที่จะเข้าโรงผลิตน้ำประปา

3. หลังจากมีการตกตะกอนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนใด

   แนวคำตอบ การกรอง

4. ในขั้นตอนที่ 4 มีการเติมคลอรีนลงไปในน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ใด

   แนวคำตอบ เพื่อกำจัดหรือทำลายแบคทีเรีย จุลินทรีย์ ไวรัส และ เชื้อโรค

5. หากนักเรียนไม่มั่นใจในความสะอาดของน้ำประปาที่ใช้ดื่ม ควรใช้วิธีใดในการบำบัด เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อโรค

   แนวคำตอบ ต้มน้ำ หรือใช้เครื่องกรองน้ำดื่ม หรือฆ่าเชื้อด้วยรังสี UVC

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**
ตอบถูกต้องทั้ง 5 ข้อ	ดีมาก
ตอบถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	ดี
ตอบถูกต้อง 2 ข้อ	พอใช้
ตอบถูกต้อง 0 – 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มาช่วยกันทำน้ำขุ่นเป็นน้ำใสกันเถอะ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

หากนักเรียนไปพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำสะอาด แต่นักเรียนสามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่หาได้รอบตัวมาทำให้เป็นน้ำสะอาดได้ นักเรียนจะแก้ปัญหานี้ เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดและปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภคโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้ได้อย่างไร

วัสดุและอุปกรณ์

1. กรวดใหญ่	100 กรัม	9. กรรไกร/มีดคัทเตอร์	1 ด้าม
2. กรวดเล็ก	100 กรัม	10. ภาชนะสำหรับตวงน้ำตัวอย่าง	1 อัน
3. ทรายหยาบ	100 กรัม	11. ภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างน้ำที่กรองแล้ว	1 ใบ
4. ทรายละเอียด	100 กรัม	12. ไม้บรรทัด	1 อัน
5. สำลี	100 กรัม	13. ปากกา	1 ด้าม
6. ถ่าน	100 กรัม	14. หลอดรังสียูวีฆ่าเชื้อ	1 หลอด
7. ขวดน้ำขนาด 1.5 ลิตร	1 ขวด	15. ถาดโลหะ/พลาสติก	1 อัน
8. น้ำตัวอย่าง	1 ลิตร	16. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ชุด

หมายเหตุ : หลอดรังสียูวีฆ่าเชื้อ ควรใช้ในภาชนะปิด เพราะเป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นสั้นและมีพลังงานสูง หากจ้องมองโดยตรงอาจทำให้กระจกตาอักเสบ หากส่องบนผิวหนังอาจทำให้ผิวหนังไหม้และมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งผิวหนัง

ให้นักเรียนออกแบบภาพร่างเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่ใช้ในการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาด เพื่อให้ได้น้ำที่**สะอาดและปลอดภัย**ต่อการอุปโภคบริโภค พร้อมทั้งอธิบายหลักการทำงาน และระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละชั้นของเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ออกแบบภาพร่างได้ครบ 3 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย (ใส กลิ่น และเชื้อโรค) และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	ดี
ออกแบบภาพร่างได้ 2 – 3 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่ชัดเจนในบางขั้นตอน	พอใช้
ออกแบบภาพร่างได้เพียง 1 – 2 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มาช่วยกันทำน้ำขุ่นเป็นน้ำใสกันเถอะ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

หากนักเรียนไปพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำสะอาด แต่นักเรียนสามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่หาได้รอบตัวมาทำให้เป็นน้ำสะอาดได้ นักเรียนจะแก้ปัญหานี้ เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดและปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภคโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้ได้อย่างไร

วัสดุและอุปกรณ์

1. กรวดใหญ่	100 กรัม	9. กรรไกร/มีดคัทเตอร์	1 ด้าม
2. กรวดเล็ก	100 กรัม	10. ภาชนะสำหรับตวงน้ำตัวอย่าง	1 อัน
3. ทรายหยาบ	100 กรัม	11. ภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างน้ำที่กรองแล้ว	1 ใบ
4. ทรายละเอียด	100 กรัม	12. ไม้บรรทัด	1 อัน
5. สำลี	100 กรัม	13. ปากกา	1 ด้าม
6. ถ่าน	100 กรัม	14. หลอดรังสียูวีฆ่าเชื้อ	1 หลอด
7. ขวดน้ำขนาด 1.5 ลิตร	1 ขวด	15. ถาดโลหะ/พลาสติก	1 อัน
8. น้ำตัวอย่าง	1 ลิตร	16. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ชุด

หมายเหตุ : หลอดรังสียูวีฆ่าเชื้อ ควรใช้ในภาชนะปิด เพราะเป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นสั้นและมีพลังงานสูง หากจ้องมองโดยตรงอาจทำให้กระจกตาอักเสบ หากส่องบนผิวหนังอาจทำให้ผิวหนังไหม้และมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งผิวหนัง

ให้นักเรียนออกแบบภาพร่างเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่ใช้ในการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาด เพื่อให้ได้น้ำที่**สะอาดและปลอดภัย**ต่อการอุปโภคบริโภค พร้อมทั้งอธิบายหลักการทำงาน และระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละชั้นของเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ผู้สอนพิจารณาความเหมาะสมของหลักการและเหตุผลในการออกแบบภาพร่างของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ออกแบบภาพร่างได้ครบ 3 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย (ใส กลิ่น และเชื้อโรค) และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	ดี
ออกแบบภาพร่างได้ 2 – 3 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่ชัดเจนในบางขั้นตอน	พอใช้
ออกแบบภาพร่างได้เพียง 1 – 2 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 9

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง แป้งขนมปัง **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.3/3 และ ว 2.1 ม.3/7

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1) อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในแป้งขนมปังที่มีแก๊สเกิดขึ้นโดยยีสต์
2) ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ และประเมินการทดลอง ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับแป้งขนมปังได้อย่างเหมาะสม
3) ประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ กระบวนการที่สสาร หรือสารใด ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเกิดเป็นสารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากเดิม เช่น การเผาไหม้ การเกิดสนิม การสังเคราะห์ด้วยแสง และการหมัก ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการเกิดสี กลิ่น แก๊ส ควัน ตะกอน หรืออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

ในกระบวนการทำแป้งขนมปังจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยมียีสต์ซึ่งเป็นจุลินทรีย์จำพวกเชื้อราที่เป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดกระบวนการหมัก เริ่มจากยีสต์ที่ผสมลงไปในแป้งขนมปังจะผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วยีสต์จะใช้น้ำตาลเหล่านี้ในการเจริญเติบโตเกิดการย่อยสลายน้ำตาลทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ ดังสมการ

$$C_6H_{12}O_6(s) \xrightarrow{\text{ยีสต์}} 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$$

น้ำตาลกลูโคส — แอลกอฮอล์ (เอทานอล) — คาร์บอนไดออกไซด์

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน เช่น ตัวอย่างขนมปัง ทดสอบการทำงานของยีสต์
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะของขนมปัง และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ดังนี้



- ถ้านักเรียนลองใช้แว่นขยายส่องขนมปังจะเห็นขนมปังมีลักษณะอย่างไร และถ้าลองสัมผัสขนมปัง จะให้ความรู้สึกอย่างไร
  แนวคำตอบ ขนมปังจะมีลักษณะมีรูพรุน มีช่องว่าง และเมื่อสัมผัสขนมปัง จะให้ความรู้สึกนุ่ม ฟู ไม่แข็งกระด้าง
- นักเรียนคิดว่ารูพรุนในขนมปังเกิดจากอะไร
  แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา เช่น แป้ง ยีสต์ การอบ (ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ รูพรุนในขนมปังเกิดจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แทรกตัวออกจากเนื้อขนมปัง)

2) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลและทำกิจกรรมการทดลองตอบคำถามตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับส่วนผสมในการทำแป้งขนมปัง และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในระหว่างการหมักแป้งขนมปังที่ทำให้เกิดแก๊ส
3) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 โดยเชื่อมโยงความรู้จากกิจกรรม จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย ดังต่อไปนี้
   - ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของสถานการณ์ในใบกิจกรรมมาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง
   - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร
   - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร

4) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำแป้งขนมปัง จากนั้นใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันไปสู่ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือปฏิกิริยาเคมีที่มีแก๊สเกิดขึ้น ตามแนวคำถามดังนี้

- ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถพบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือปฏิกิริยาเคมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ

- ปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเกิดการลุกไหม้และการคายความร้อน ในการเผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ออกซิเจนล้วน ๆ เพราะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก แต่จะใช้อากาศแทน โดยอากาศจะมีแก๊สออกซิเจนและแก๊สไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก
- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืชสีเขียว โดยมีคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนสารวัตถุดิบ คือน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นน้ำตาลกลูโคส น้ำ และแก๊สออกซิเจน
- การหมักของยีสต์ กระบวนการทำแป้งขนมปังจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยมียีสต์ซึ่งเป็นจุลินทรีย์จำพวกเชื้อรา ที่เป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดกระบวนการหมัก เริ่มจากยีสต์ที่ผสมลงไปในแป้งขนมปังจะผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วยีสต์จะใช้น้ำตาลเหล่านี้ในการเจริญเติบโตเกิดการย่อยสลายน้ำตาลทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

5) ผู้สอนใช้คำถามจากกิจกรรมที่ 1 เพื่อนำสู่กิจกรรมที่ 2 โดยผู้สอนยังไม่เฉลยคำตอบ แต่กระตุ้นผู้เรียนให้หาคำตอบจากกิจกรรมที่ 2 ด้วยคำถาม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าแก๊สที่ได้จากกระบวนการหมัก และทำให้ลูกโป่งพอง คือ แก๊สชนิดใด และแก๊สชนิดนั้นมาจากสารใด

6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย ที่ให้ผู้เรียนพิจารณาว่า “คาร์บอนอะตอมในคาร์บอนไดออกไซด์มาจากไหน” และจากคำกล่าวอ้างของนาย A นาย B และนาย C บุคคลใดกล่าวอ้างได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้องมากที่สุด

7) ผู้สอนให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนจากการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม

8) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้ แก๊สเกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของน้ำตาลโดยยีสต์ โดยจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ ซึ่งแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เบากว่าอากาศจึงลอยตัวสูงขึ้น และดันลูกโป่งให้พองออก หรือมีขนาดใหญ่ขึ้น ดังสมการ

$$\underset{\text{น้ำตาลกลูโคส}}{C_6H_{12}O_6(s)} \xrightarrow{\text{ยีสต์}} \underset{\substack{\text{แอลกอฮอล์}\\(\text{เอทานอล})}}{2C_2H_5OH(aq)} + \underset{\text{คาร์บอนไดออกไซด์}}{2CO_2(g)}$$

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน หรือก่อนการทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ ผู้สอนอาจสอบถามความรู้เดิมของผู้เรียน เรื่อง ยีสต์ หากผู้เรียนไม่รู้จัก ผู้สอนควรให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับยีสต์ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจว่ายีสต์คืออะไร
2) การเลือกยีสต์ในการทดลอง ควรใช้ยีสต์สด เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่รวดเร็ว
3) ผู้สอนสามารถเตรียมผลการทดลองล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกัน
4) ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนทดลองเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบชนิดของแก๊สที่ได้จากกระบวนการหมักของยีสต์

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) การทำขนมปัง. https://www.youtube.com/watch?v=fC0dJhUxJOw
2) น้ำตาลกับยีสต์. https://www.goethe.de/resources/files/pdf166/11.pdf

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในแป้งขนมปังที่มีแก๊สเกิดขึ้นโดยยีสต์	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 4 ได้ถูกต้อง
2) ตั้งสมมติฐาน ออกแบบและประเมินการทดลองที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับแป้งขนมปังได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์	- สามารถออกแบบการทดลอง โดยมีการระบุวัตถุประสงค์ สมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง
3) ประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย	- สามารถประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

บทนำ

การทำแป้งขนมปัง คนทำขนมปังจะผสมแป้ง น้ำตาล น้ำ เกลือ และยีสต์เข้าด้วยกัน หลังจากผสมแล้วจะเก็บแป้งไว้ในภาชนะหลายชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหมัก ในระหว่างหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับแป้ง โดยยีสต์จะผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วยีสต์จะย่อยสลายน้ำตาลทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

จากข้อมูล ถ้าต้องการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักแป้งขนมปัง โดยทดลองผสมสารลงในขวดพลาสติกที่มีลูกโป่งครอบบนปากขวด

<u>วัตถุประสงค์</u>

.....

<u>สมมติฐาน</u>

.....

.....

.....

<u>ตัวแปร</u>

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

<u>วัสดุและอุปกรณ์</u>

1. ยีสต์ผง 15 กรัม
2. เกลือ 1.5 กรัม
3. น้ำตาลทราย 10 กรัม
4. กรวยพลาสติก 1 อัน
5. ลูกโป่งขนาด 12 นิ้ว 4 ใบ
6. น้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร
7. ขวดพลาสติกขนาด 350 มิลลิลิตร 4 ใบ
8. กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร 1 ใบ

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ใช้กระบอกตวง ตวงน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดพลาสติกแต่ละใบ จำนวน 4 ใบ

2. ชั่งสารแต่ละชุดการทดลอง ใส่ในลูกโป่งแต่ละใบ ดังนี้

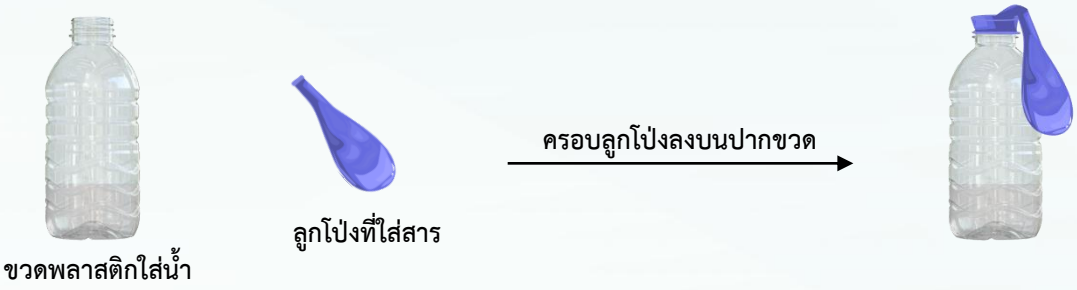
ชุดการทดลองที่ 1 น้ำตาลทราย 5 กรัม และเกลือ 0.5 กรัม

ชุดการทดลองที่ 2 น้ำตาลทราย 5 กรัม, เกลือ 0.5 กรัม และยีสต์ 5 กรัม

ชุดการทดลองที่ 3 เกลือ 0.5 กรัม และยีสต์ 5 กรัม

ชุดการทดลองที่ 4 ยีสต์ 5 กรัม

3. นำลูกโป่งทั้ง 4 ใบ ที่บรรจุสารไปครอบลงบนปากขวดแต่ละขวด โดยระวังไม่ให้สารที่บรรจุอยู่ในลูกโป่งหกลงในขวด และพันปากขวดด้วยเทปกาวเพื่อไม่ให้ลูกโป่งหลุดออกจากปากขวด ดังภาพ จากนั้นยกลูกโป่งขึ้นพร้อมกันเพื่อให้สารที่บรรจุอยู่ในลูกโป่งลงไปผสมกับน้ำภายในขวด จากนั้นตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 - 10 นาที แล้วสังเกตและบันทึกผล



<u>ตารางบันทึกผลการทดลอง</u> *(ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตัวเอง)*

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการทดลอง ผลการทดลองที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

2. จากการทดลอง ผลการทดลองที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

3. ชุดการทดลองใดที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด

.....

.....

4. การหมักแป้งขนมปังโดยใช้ยีสต์ ขนมปังฟูขึ้นได้อย่างไร
    1. เพราะการหมักทำให้น้ำกลายเป็นไอ
    2. เพราะยีสต์เกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน
    3. เพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกสร้างขึ้น
    4. เพราะแอลกอฮอล์ถูกสร้างขึ้นและเปลี่ยนเป็นแก๊ส

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

บทนำ

การทำแป้งขนมปัง คนทำขนมปังจะผสมแป้ง น้ำตาล น้ำ เกลือ และยีสต์เข้าด้วยกัน หลังจากผสมแล้วจะเก็บแป้งไว้ในภาชนะหลายชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหมัก ในระหว่างหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับแป้ง โดยยีสต์จะผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วยีสต์จะย่อยสลายน้ำตาลทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

จากข้อมูล ถ้าต้องการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักแป้งขนมปัง โดยทดลองผสมสารลงในขวดพลาสติกที่มีลูกโป่งครอบบนปากขวด

วัตถุประสงค์ (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของยีสต์

สมมติฐาน (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

- เมื่อยีสต์ได้รับน้ำตาล น้ำ และเกลือ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น
- เมื่อยีสต์ได้รับน้ำตาลและน้ำ จะมีแก๊สเกิดขึ้น หรือมีการพองของลูกโป่ง

ตัวแปร (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ตัวแปรต้น น้ำตาล เกลือ และยีสต์

ตัวแปรตาม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของลูกโป่ง หรือปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น

ตัวแปรควบคุม ปริมาณน้ำ ขนาดของลูกโป่ง ระยะเวลาที่ทำการทดลอง ขนาดของขวด

วัสดุและอุปกรณ์

1. ยีสต์ผง 15 กรัม
2. เกลือ 1.5 กรัม
3. น้ำตาลทราย 10 กรัม
4. กรวยพลาสติก 1 อัน
5. ลูกโป่งขนาด 12 นิ้ว 4 ใบ
6. น้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร
7. ขวดพลาสติกขนาด 350 มิลลิลิตร 4 ใบ
8. กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร 1 ใบ

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ใช้กระบอกตวง ตวงน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดพลาสติกแต่ละใบ จำนวน 4 ใบ

2. ชั่งสารแต่ละชุดการทดลอง ใส่ในลูกโป่งแต่ละใบ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 น้ำตาลทราย 5 กรัม และเกลือ 0.5 กรัม

ชุดการทดลองที่ 2 น้ำตาลทราย 5 กรัม, เกลือ 0.5 กรัม และยีสต์ 5 กรัม

ชุดการทดลองที่ 3 เกลือ 0.5 กรัม และยีสต์ 5 กรัม

ชุดการทดลองที่ 4 ยีสต์ 5 กรัม

3. นำลูกโป่งทั้ง 4 ใบ ที่บรรจุสารไปครอบลงบนปากขวดแต่ละขวด โดยระวังไม่ให้สารที่บรรจุอยู่ในลูกโป่งหกลงในขวด และพันปากขวดด้วยเทปกาวเพื่อไม่ให้ลูกโป่งหลุดออกจากปากขวด ดังภาพ จากนั้นยกลูกโป่งขึ้นพร้อมกันเพื่อให้สารที่บรรจุอยู่ในลูกโป่งลงไปผสมกับน้ำภายในขวด จากนั้นตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 - 10 นาที แล้วสังเกตและบันทึกผล



<u>ตารางบันทึกผลการทดลอง</u> *(ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตัวเอง)*

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ชุดการทดลอง	ผลการเปลี่ยนแปลง
1. น้ำ + น้ำตาล + เกลือ	*ลูกโป่งแฟบ ไม่มีการขยาย หรือไม่พอง*
2. น้ำ + น้ำตาล + เกลือ + ยีสต์	*ลูกโป่งยกตัว พองขึ้น ขยายขนาด*
3. น้ำ + เกลือ + ยีสต์	*ลูกโป่งแฟบ ไม่มีการขยาย หรือไม่พอง*
4. น้ำ + ยีสต์	*ลูกโป่งแฟบ ไม่มีการขยาย หรือไม่พอง*

หมายเหตุ ในช่องผลการเปลี่ยนแปลง นักเรียนบันทึกผลจากการสังเกตหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

จากการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลง คือ ชุดการทดลองที่ 2 ลักษณะของลูกโป่งจะยกตัว พองขึ้น ขยายขนาด ส่วนชุดการทดลองที่ 1 3 และ 4 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้ลูกโป่งพองขึ้นได้ เนื่องจากจะมีแก๊สเกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของน้ำตาลโดยยีสต์ แก๊สดังกล่าวจึงดันลูกโป่งให้พองได้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการทดลอง ผลการทดลองที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   แตกต่างกัน โดยชุดการทดลองที่ 1 ลูกโป่งไม่พอง ส่วนชุดการทดลองที่ 2 ลูกโป่งพอง เพราะในชุดการทดลองที่ 2 มียีสต์เป็นองค์ประกอบ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งมีแก๊สเกิดขึ้น และทำให้ลูกโป่งพอง

2. จากการทดลอง ผลการทดลองที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   แตกต่างกัน โดยชุดการทดลองที่ 2 ลูกโป่งพอง ส่วนชุดการทดลองที่ 3 ลูกโป่งไม่พอง เพราะในชุดการทดลองที่ 2 มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งมีแก๊สเกิดขึ้น

3. ชุดการทดลองใดที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   ชุดการทดลองที่ 1 3 และ 4 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เพราะสารแต่ละชนิดในชุดการทดลองดังกล่าวไม่เกิดปฏิกริยาเคมีหรือไม่มีกระบวนการหมักของยีสต์เกิดขึ้น

4. การหมักแป้งขนมปังโดยใช้ยีสต์ ขนมปังฟูขึ้นได้อย่างไร

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   1. เพราะการหมักทำให้น้ำกลายเป็นไอ
   2. เพราะยีสต์เกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน
   3. เพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกสร้างขึ้น
   4. เพราะแอลกอฮอล์ถูกสร้างขึ้นและเปลี่ยนเป็นแก๊ส

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

จากกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ ยีสต์ทำให้สารองค์ประกอบในกระบวนการหมักแป้งขนมปังเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และมีแก๊สเกิดขึ้น เมื่อปริมาณของแก๊สมากขึ้น จึงดันลูกโป่งให้พองออก

จากข้อมูล มีบุคคล 3 ท่าน ได้กล่าวถึงแก๊สที่เกิดขึ้นและธาตุที่เป็นองค์ประกอบของแก๊ส ดังนี้

นาย A



แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล

นาย B



แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคาร์บอนอะตอมบางส่วน เป็นส่วนหนึ่งของเกลือ

นาย C



แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน โดยคาร์บอนอะตอมและออกซิเจนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล

จากคำกล่าวอ้างของนาย A นาย B และนาย C นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวอ้างของบุคคลใด และจะใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ใดมาสนับสนุนคำกล่าวอ้างดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

> จากกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ ยีสต์ทำให้สารองค์ประกอบในกระบวนการหมักแป้งขนมปังเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และมีแก๊สเกิดขึ้น เมื่อปริมาณของแก๊สมากขึ้น จึงดันลูกโป่งให้พองออก

จากข้อมูล มีบุคคล 3 ท่าน ได้กล่าวถึงแก๊สที่เกิดขึ้นและธาตุที่เป็นองค์ประกอบของแก๊ส ดังนี้

นาย A



แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล

นาย B



แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคาร์บอนอะตอมบางส่วน เป็นส่วนหนึ่งของเกลือ

นาย C



แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน โดยคาร์บอนอะตอมและออกซิเจนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล

จากคำกล่าวอ้างของนาย A นาย B และนาย C นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวอ้างของบุคคลใด และจะใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ใดมาสนับสนุนคำกล่าวอ้างดังกล่าว

(**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบที่ 1

- เห็นด้วยกับ นาย A เนื่องจากใน**กระบวนการหมัก** ยีสต์จะผลิตเอมไซม์เพื่อย่อยแป้งได้เป็นน้ำตาล ระหว่างการเกิดกระบวนการหมักจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ ดังนั้น จากคำกล่าวอ้างของนาย A ที่บอกว่า “แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยคาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล” มีเหตุผลและถูกต้องมากที่สุด
- เห็นด้วยกับ นาย A เนื่องจาก จากสมการเคมี $C_6H_{12}O_6(s) \xrightarrow{\text{ยีสต์}} 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$

น้ำตาลกลูโคส — แอลกอฮอล์ (เอทานอล) — คาร์บอนไดออกไซด์

จะเห็นว่าน้ำตาลมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ดังนั้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น คาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล

แนวคำตอบที่ 2

- เห็นต่างหรือเห็นขัดแย้งกับ นาย B ที่บอกว่า “แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคาร์บอนอะตอมบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของเกลือ” เนื่องจากสูตรเคมีของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ CO2 และสูตรเคมีของเกลือ คือ NaCl ซึ่งไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

แนวคำตอบที่ 3

- เห็นต่างหรือเห็นขัดแย้งกับ นาย C ที่บอกว่า “แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน โดยคาร์บอนอะตอมและออกซิเจนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล” เนื่องจากสมการ

$C_6H_{12}O_6(s) \xrightarrow{\text{ยีสต์}} 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$

น้ำตาลกลูโคส — แอลกอฮอล์ (เอทานอล) — คาร์บอนไดออกไซด์

ไม่มีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้น

กิจกรรมที่ 10

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ความร้อน **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.3 ม.1/1, ว 2.3 ม.1/2 และ ว 2.3 ม.1/5

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
2) ออกแบบการทดลองเพื่ออธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
3) ตีความข้อมูลจากตารางและสามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูล

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ความร้อนทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ เมื่อสารได้รับความร้อนอาจทำให้สารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อสูญเสียความร้อนอาจทำให้สารมีอุณหภูมิลดลง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารอันเนื่องมาจากการได้รับหรือการสูญเสียความร้อน เช่น ปริมาณความร้อน มวลของสาร และความร้อนจำเพาะ

ความร้อนถ่ายโอนจากสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสารทั้งสองเท่ากัน

จุดติดไฟ หรือ อุณหภูมิลุกไหม้ (Ignition Point หรือ Ignition Temperature) คือ อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้สารเกิดการเผาไหม้เมื่อได้รับความร้อน

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) วีดิทัศน์ เรื่อง Boiling Water in Paper Cup
https://www.youtube.com/watch?v=I9gKzea3Cno

2) วีดิทัศน์ เรื่อง Specific Heat Capacity Demonstration with Balloons https://www.youtube.com/watch?v=I3ta8x5cBq4
3) ใบความรู้ เรื่อง ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
4) ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนจำเพาะของสาร ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
5) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
6) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลูกโป่งหรรษา ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยว่า “เมื่อสารต่างชนิดกันได้รับความร้อน อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” เพื่อนำไปสู่กิจกรรมสาธิตการทดลองในลำดับต่อไป
   หมายเหตุ: ผู้สอนสามารถใช้**ใบความรู้ เรื่อง ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร** เพื่อให้ความรู้หรือทบทวนความรู้ได้
2) ผู้สอนสาธิตการทดลอง เพื่อหาคำตอบของคำถาม “เมื่อสารต่างชนิดกันได้รับความร้อน อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” โดยใช้**ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารอย่างไร** และให้ผู้เรียนตอบคำถาม ข้อ 1 – 5
   หมายเหตุ: ผู้สอนสามารถกำหนดบทบาทของผู้เรียนได้ตามความเหมาะสมและเวลาที่มี เช่น ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันออกแบบการทดลองก่อนดำเนินการสาธิตให้ผู้เรียนดู หรือ ให้ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

   ในกรณีที่ผู้สอนจัดกิจกรรมสาธิตการทดลอง อาจใช้การทดลองคล้ายกับในคู่มือครู สสวท. (น้ำกับน้ำมันพืช) หรือ ใช้วัสดุอุปกรณ์เหมือนใบกิจกรรมที่ 1 โดยนำทรายและน้ำ ปริมาณเท่ากัน ใส่ในถ้วยโฟมหรือถ้วยกระดาษที่มีลักษณะเหมือนกัน แล้ววัดอุณหภูมิก่อนและหลัง (หรือวัดทุก ๆ ช่วงเวลาที่เท่ากัน) ในช่วงเวลาเดียวกัน แล้วให้สังเกตและเปรียบเทียบรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของทรายและน้ำเมื่อเวลาผ่านไป
3) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 – 2 จนได้ข้อสรุปได้ว่า ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร จากนั้นผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ “ความจุความร้อน” และ “ความร้อนจำเพาะ” ดังนี้

- ความจุความร้อน เป็นค่าที่แสดงถึงความร้อนที่ทำให้วัตถุมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เคลวิน
- ความร้อนจำเพาะ เป็นความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 กิโลกรัมมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เคลวิน ซึ่งความร้อนจำเพาะเป็นสมบัติเฉพาะของสาร

จากนั้นผู้สอนให้ข้อมูลความร้อนจำเพาะของสาร (ที่ความดัน 1 บรรยากาศและอุณหภูมิห้อง 20 องศาเซลเซียส) ดังนี้

- น้ำ (20 องศาเซลเซียส) ความร้อนจำเพาะของสารเท่ากับ 4,183 จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน
- ทราย ความร้อนจำเพาะของสารเท่ากับ 800 จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน

หมายเหตุ: ผู้สอนสามารถใช้**ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนจำเพาะของสาร** เพื่อให้ความรู้หรือทบทวนความรู้ได้

4) ผู้สอนให้ผู้เรียนเปิดวีดิทัศน์ เรื่อง การต้มน้ำในถ้วยกระดาษ โดยผู้สอนตั้งคำถามว่า จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อนำถ้วยกระดาษที่มีน้ำกับไม่มีน้ำไปลนไฟ



https://www.youtube.com/watch?v=I9gKzea3Cno

5) หลังชมวีดิทัศน์จบ ให้ผู้เรียนลองคาดคะเนว่าน้ำในถ้วยกระดาษที่ลนไฟมีอุณหภูมิเท่าใด (ในกรณีที่สาธิตการทดลอง อาจนำเทอร์มอมิเตอร์มาวัดอุณหภูมิของน้ำในถ้วยกระดาษให้ผู้เรียนสังเกต) จากวีดิทัศน์น้ำในถ้วยกระดาษเดือด แสดงว่าอุณหภูมิของน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นให้ผู้เรียนคิดเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำในถ้วยกระดาษกับจุดติดไฟ (อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้สารเกิดการเผาไหม้เมื่อได้รับความร้อน) ของกระดาษ ที่มี**จุดติดไฟประมาณ 233 องศาเซลเซียส** (อาจให้ผู้เรียนสืบค้นเกี่ยวกับจุดติดไฟของกระดาษด้วยตนเอง) โดยผู้สอนนำอภิปรายด้วยแนวคำถามดังนี้

- เกิดอะไรขึ้นเมื่อนำถ้วยกระดาษที่มีน้ำกับไม่มีน้ำไปลนไฟ

  แนวคำตอบ ถ้วยกระดาษมีน้ำไม่ลุกไหม้ ส่วนถ้วยกระดาษที่ไม่มีน้ำจะลุกไหม้
- เหตุใดถ้วยกระดาษที่มีน้ำจึงไม่ลุกไหม้

  แนวคำตอบ มีการถ่ายโอนความร้อนจากกระดาษไปสู่น้ำ โดยอยู่ในสมดุลความร้อนตลอดเวลา จึงทำให้อุณหภูมิของกระดาษต่ำกว่าจุดติดไฟเสมอ กระดาษจึงไม่ลุกไหม้
- จากวีดิทัศน์สรุปได้ว่าอย่างไร

  แนวคำตอบ จุดติดไฟของกระดาษมีค่าสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ จึงทำให้ถ้วยกระดาษไม่ไหม้

6) ผู้สอนนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 2 ด้วยการเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับความร้อนจำเพาะและลูกโป่ง เรื่อง Specific Heat Capacity Demonstration with Balloons โดยหยุดที่ 0.43 วินาที ให้ผู้เรียนลองคาดคะเนก่อนว่า หากนำลูกโป่งทั้งสองลูกไปลนไฟ จะเกิดผลอย่างไร และอาจให้อธิบายเหตุผลประกอบ จากนั้นเปิดวีดิทัศน์ต่อ ให้ผู้เรียนดูผลของการลนไฟ จะพบว่า ลูกโป่งที่ใส่น้ำข้างในจะไม่ระเบิด ทั้งนี้ ผู้สอนสามารถจัดเตรียมอุปกรณ์มาสาธิตได้ โดยเตรียมลูกโป่งที่ใส่น้ำข้างในมาให้ผู้เรียนสังเกต



https://www.youtube.com/watch?v=I3ta8x5cBq4

7) ผู้สอนนำการอภิปรายว่า “**เพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด**” โดยพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเสนอ**ข้อกล่าวอ้าง**และ**เหตุผล**ของตนเอง รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายโต้แย้งข้อกล่าวอ้างของเพื่อน โดยผู้สอนยังไม่เฉลยหรือบอกว่าถูก/ผิด
8) ผู้สอนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการชมวีดิทัศน์ถ้วยกระดาษก่อนหน้านี้ เพื่ออธิบายวีดิทัศน์การสาธิตการลนไฟลูกโป่งว่า เพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำภายในจึงไม่ระเบิด โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนคำอธิบายของตนเองกับเพื่อน ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศให้เกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนจะไม่กังวลกับการนำเสนอความคิดของตนที่แตกต่างจากเพื่อน ทั้งนี้ ผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนอธิบายโดยใช้หลักฐานสนับสนุนความคิดของตนเอง หรือ ผู้สอนอาจจะพูดคำถามหรือข้อโต้แย้งเพื่อให้ผู้เรียนพิจารณากรณีอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน
9) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเชื่อมโยงระหว่างจุดติดไฟกับการไม่ระเบิดของลูกโป่ง โดยให้ข้อมูลว่า **จุดติดไฟของลูกโป่ง ซึ่งเป็นยาง มีค่าประมาณ 120 องศาเซลเซียส** แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามใน**ใบกิจกรรมที่ 2 ลูกโป่งหรรษา** ว่าเพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำภายในจึงไม่ระเบิด ผู้สอนและผู้เรียนควรได้ข้อสรุปร่วมกันว่า “น้ำที่อยู่ภายในลูกโป่งจะดูดกลืนความร้อนจากเปลวไฟที่ถ่ายโอนผ่านลูกโป่งยาง ซึ่งลูกโป่งมีอุณหภูมิลุกไหม้ที่ 120 องศาเซลเซียส แต่น้ำในลูกโป่งจะทำให้อุณหภูมิที่ผิวลูกโป่งยังต่ำกว่าอุณหภูมิลุกไหม้ ลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด”
10) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม ดังนี้
    - ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร ได้แก่ 1) ปริมาณความร้อนที่ให้กับสาร 2) มวลของสาร และ 3) ชนิดของสาร
    - ความจุความร้อน เป็นค่าที่แสดงถึงความร้อนที่ทำให้วัตถุมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เคลวิน

- ความร้อนจำเพาะ เป็นความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เคลวิน ซึ่งความร้อนจำเพาะเป็นสมบัติเฉพาะของสาร
- จุดติดไฟหรืออุณหภูมิลุกไหม้ เป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้สารเกิดการเผาไหม้เมื่อได้รับความร้อน

ทั้งนี้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนเขียนด้วยตนเองก่อน แล้วจึงนำเสนอ และอภิปรายสรุปร่วมกัน โดยผู้สอนอาจช่วยแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของผู้เรียนตามความเหมาะสม

11) ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อขยายความรู้และการนำความรู้เกี่ยวกับความจุความร้อนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น วัสดุที่ใช้ทำกล่องของคนส่งอาหารควรมีสมบัติอย่างไร

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) หากผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารเพียงพอแล้ว อาจไม่จำเป็นต้องอ่าน**ใบความรู้ เรื่อง ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร**
2) ในกรณีที่ผู้เรียนยังไม่มีทักษะในเรื่องการออกแบบการทดลอง เช่น การกำหนดคำถาม การกำหนดสมมติฐาน และการกำหนดและควบคุมตัวแปร ผู้สอนอาจทบทวนหรือให้ความรู้ก่อนลงมือทำกิจกรรม
3) ในกรณีที่ผู้เรียนมีความชำนาญในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถข้ามบางคำถามได้ เช่น คำถามใน**ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร** ข้อที่ 6 ตอบเฉพาะข้อ 6.4 ได้
4) ผู้สอนอาจขยายความรู้เพิ่มเติมโดยให้ผู้เรียนใช้ความรู้เพื่ออธิบายการเกิดลมบก ลมทะเล หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

หนังสือเรียนและคู่มือครูของ สสวท. วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.1 เล่ม 2 กิจกรรมที่ 5.2

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลูกโป่งหรรษา	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อนไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 2 ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) ออกแบบการทดลองเพื่ออธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร	- สามารถออกแบบและประเมินการทดลองโดยมีการระบุคำถาม สมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบคำถามได้โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 5 ได้ถูกต้อง
3) ตีความข้อมูลจากตารางและสามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูล	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร	- สามารถออกแบบและประเมินการทดลองโดยมีการระบุคำถาม สมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบคำถามได้โดยตอบคำถามข้อที่ 6 ได้ถูกต้อง

ใบความรู้ เรื่อง ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

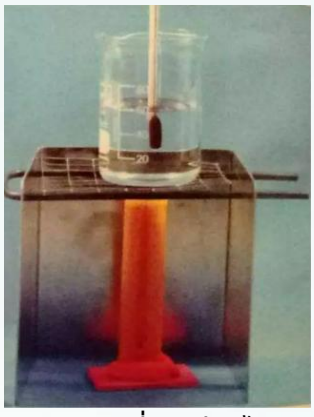
ศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร จากการทดลองจำนวน 2 ตอน ดังต่อไปนี้

การทดลองตอนที่ 1

นำน้ำกลั่นปริมาตร 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ หลังจากนั้นให้ความร้อนโดยชุดการทดลองที่ 1 ใช้เทียนไข 1 เล่ม และชุดการทดลองที่ 2 ใช้เทียนไข 2 เล่ม ดังภาพ บันทึกอุณหภูมิของน้ำกลั่นในการทดลองทั้งสองชุด ณ เวลาต่าง ๆ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกลั่นกับเวลา เป็นดังกราฟที่ 1

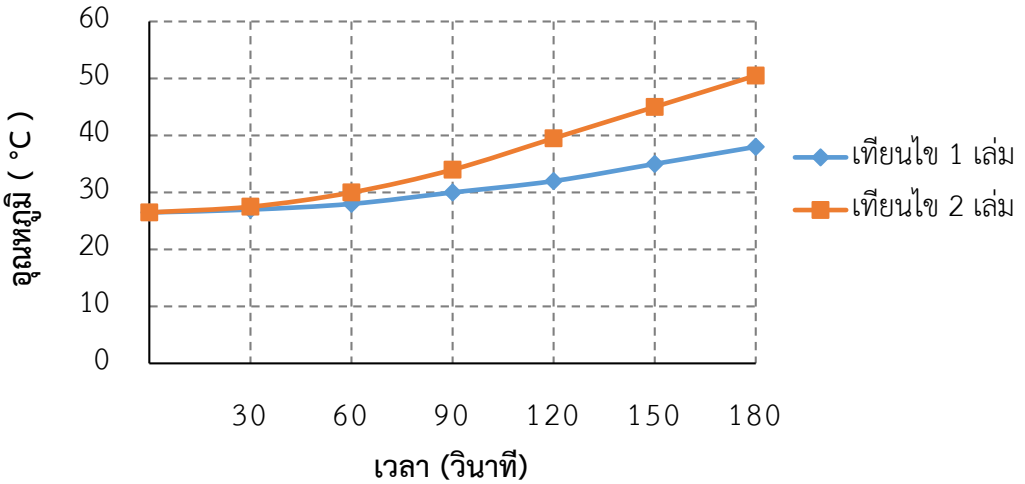


ชุดการทดลองที่ 1 เทียนไข 1 เล่ม



ชุดการทดลองที่ 2 เทียนไข 2 เล่ม

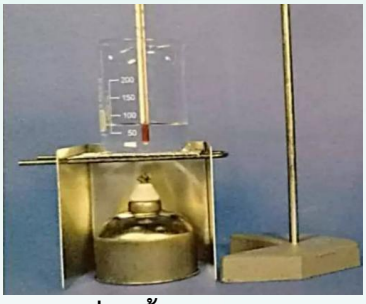
กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา



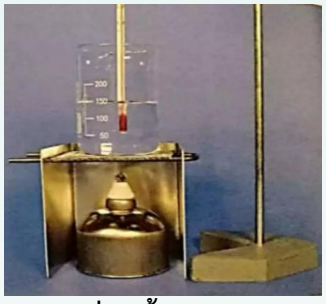
จากการทดลองตอนที่ 1 เมื่อน้ำกลั่นที่มีปริมาตรหรือมวลเท่ากัน ได้รับปริมาณความร้อนแตกต่างกัน พบว่า อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากัน โดยชุดการทดลองที่ 2 น้ำกลั่นมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเร็วกว่าชุดการทดลองที่ 1 เนื่องจากชุดการทดลองที่ 2 ได้รับปริมาณความร้อนจากเทียนไขมากกว่าชุดการทดลองที่ 1

การทดลองตอนที่ 2

นำน้ำกลั่นปริมาตร 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ จากนั้นให้ความร้อนกับน้ำกลั่นโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ บันทึกอุณหภูมิของน้ำกลั่นในการทดลองทั้งสองชุด ณ เวลาต่าง ๆ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกลั่นกับเวลาเป็นดังกราฟที่ 2

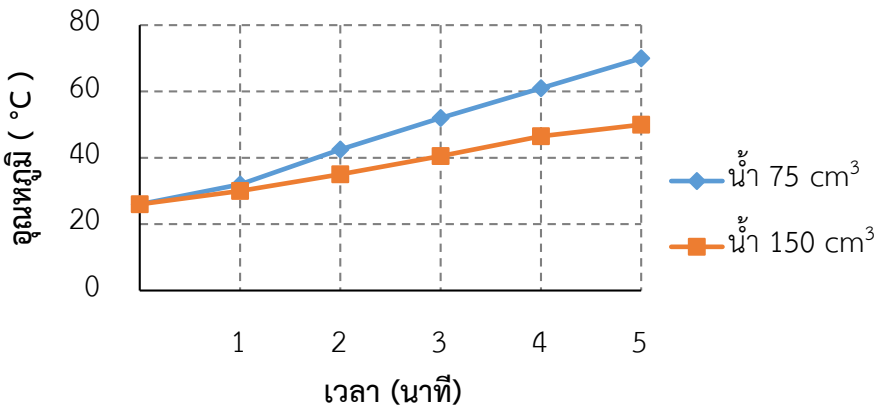


ชุดการทดลองที่ 3 น้ำ 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ชุดการทดลองที่ 4 น้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร

กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา



จากการทดลองตอนที่ 2 เมื่อน้ำกลั่นที่มีปริมาตรหรือมวลแตกต่างกัน ได้รับปริมาณความร้อนเท่ากัน พบว่า อุณภูมิจะเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากัน โดยชุดการทดลองที่ 3 น้ำกลั่นมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเร็วกว่าชุดการทดลองที่ 4 เนื่องจากปริมาตรหรือมวลของน้ำกลั่นในชุดการทดลองที่ 3 น้อยกว่าชุดการทดลองที่ 4

จากการทดลองตอนที่ 1 และตอนที่ 2 สรุปได้ว่า เมื่อให้ความร้อนกับน้ำกลั่น น้ำกลั่นจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของน้ำกลั่นขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่ได้รับ และมวลหรือปริมาตรของน้ำกลั่น

เอกสารอ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

ใบความรู้ เรื่อง ความร้อนจำเพาะของสาร

การวัดปริมาณความร้อนใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “แคลอรีมิเตอร์” โดยปริมาณความร้อน 1 แคลอรี คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณความร้อน 1 จูล คือ ปริมาณความร้อนที่มีขนาดเท่ากับงานเนื่องจากแรง 1 นิวตัน ที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงกระทำเป็นระยะทาง 1 เมตร โดย James Prescott Joule ซึ่งเป็นนักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ พบว่า พลังงานความร้อน 1 แคลอรี เกิดจากการทำงาน 4.18 จูล ดังนั้น 1 แคลอรี มีค่าเท่ากับ 4.18 จูล

ความร้อนจำเพาะของสาร เป็นค่าเฉพาะตัวของสารที่บอกถึงปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการทำให้สารมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 หน่วย โดยสารต่างชนิดกันจะมีความร้อนจำเพาะแตกต่างกัน ความร้อนจำเพาะของสารมีหน่วยเป็น “แคลอรีต่อกรัม องศาเซลเซียส” หรือ “จูลต่อกรัม องศาเซลเซียส” หรือ “จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน”

การแปลงความร้อนจำเพาะในหน่วย แคลอรีต่อกรัม องศาเซลเซียส และหน่วย จูลต่อกรัม องศาเซลเซียส สามารถทำได้โดยใช้ความสัมพันธ์ 1 แคลอรี เท่ากับ 4.18 จูล เช่น ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม องศาเซลเซียส หรือเท่ากับ 4.18 จูลต่อกรัม องศาเซลเซียส (ซึ่งหมายความว่า การทำให้น้ำมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะต้องใช้ความร้อน 1 แคลอรี หรือ 4.18 จูล)

นอกจากนี้ เนื่องจากช่วงสเกลอุณหภูมิในหน่วยเคลวินมีค่าเท่ากับช่วงสเกลอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส ทำให้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในหน่วยเคลวินและในหน่วยองศาเซลเซียสมีค่าเท่ากัน ดังนั้น ความร้อนจำเพาะของสารที่แสดงในหน่วยจูลต่อกรัม องศาเซลเซียส และจูลต่อกรัม เคลวิน จึงมีค่าตัวเลขเท่ากัน เช่น ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.18 จูลต่อกรัม องศาเซลเซียส หรือ 4.18 จูลต่อกรัม เคลวิน

เอกสารอ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 5 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

น้องมะลิอยากรู้ว่า “ถ้าสารต่างชนิดกันได้รับความร้อน สารแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร” โดยน้องมะลิมีทรายและน้ำอยู่ปริมาณหนึ่ง น้องมะลิจึงออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้ ดังนี้

1. เตรียมสารชนิดละ 500 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร แยกกันชนิดละหนึ่งใบ
2. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของสารก่อนนำไปตากแดด จากนั้นนำไปตากแดดเป็นเวลา 20 นาที
3. วัดอุณหภูมิของสารทุก ๆ 5 นาที และบันทึกผล

ตอนที่ 1

1. คำถามของการทดลองนี้คืออะไร

   .....

   .....

2. สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

   .....

   .....

3. ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คืออะไร

   .....

4. ตัวแปรตามของการทดลองนี้คืออะไร

   .....

5. ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้มีอะไรบ้าง (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

   .....

   .....

ตอนที่ 2

6. ถ้าน้องมะลิทำการทดลองให้ความร้อนกับน้ำและทรายปริมาณเท่ากันตามวิธีการที่ออกแบบไว้ และบันทึกอุณหภูมิของน้ำและทราย ณ เวลาต่าง ๆ ได้ดังนี้

เวลา (นาที)	**อุณหภูมิของสาร (องศาเซลเซียส)**	
	น้ำ	**ทราย**
เริ่มต้น	25.0	25.0
5	25.5	27.0
10	26.0	30.0
15	26.5	33.0
20	27.0	35.0

จากข้อมูล ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

6.1 เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงจากเริ่มต้นอย่างไร

.....

.....

6.2 เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที อุณหภูมิของทรายเปลี่ยนแปลงจากเริ่มต้นอย่างไร

.....

.....

6.3 เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำและทราย แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

6.4 การทดลองนี้ สรุปผลได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบข้อที่ 1 – 6 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1 – 4 ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกข้อ หรือไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

น้องมะลิอยากรู้ว่า “ถ้าสารต่างชนิดกันได้รับความร้อน สารแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร” โดยน้องมะลิมีทรายและน้ำอยู่ปริมาณหนึ่ง น้องมะลิจึงออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้ ดังนี้

1. เตรียมสารชนิดละ 500 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร แยกกันชนิดละหนึ่งใบ
2. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของสารก่อนนำไปตากแดด จากนั้นนำไปตากแดดเป็นเวลา 20 นาที
3. วัดอุณหภูมิของสารทุก ๆ 5 นาที และบันทึกผล

ตอนที่ 1

1. คำถามของการทดลองนี้คืออะไร

   (**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

   แนวคำตอบ ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารหรือไม่ อย่างไร

2. สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

   (**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

   แนวคำตอบ ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร โดยหลังการทดลองอุณหภูมิของน้ำจะต่ำ/สูงกว่าทราย

3. ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คืออะไร

   (**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

   แนวคำตอบ ทราย และ น้ำ / ชนิดของสาร

4. ตัวแปรตามของการทดลองนี้คืออะไร

   (**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

   แนวคำตอบ อุณหภูมิของสาร

5. ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้มีอะไรบ้าง (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

(**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ มวลของสาร ชนิดภาชนะ ระยะเวลาที่ใช้ในการตากแดด สถานที่ทำการทดลอง ปริมาณความร้อนที่สารได้รับ ชนิดของเทอร์มอมิเตอร์ ลักษณะการติดตั้งหรือตำแหน่งของเทอร์มอมิเตอร์

ตอนที่ 2

6. ถ้าน้องมะลิทำการทดลองให้ความร้อนกับน้ำและทรายปริมาณเท่ากันตามวิธีการที่ออกแบบไว้ และบันทึกอุณหภูมิของน้ำและทราย ณ เวลาต่าง ๆ ได้ดังนี้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของสาร (องศาเซลเซียส)	
	น้ำ	ทราย
เริ่มต้น	25.0	25.0
5	25.5	27.0
10	26.0	30.0
15	26.5	33.0
20	27.0	35.0

จากข้อมูล ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

6.1 เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงจากเริ่มต้นอย่างไร

(**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เมื่อนำน้ำไปตากแดดเป็นเวลา 20 นาที พบว่า อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 2 องศาเซลเซียส

6.2 เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที อุณหภูมิของทรายเปลี่ยนแปลงจากเริ่มต้นอย่างไร

(**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เมื่อนำทรายไปตากแดดเป็นเวลา 20 นาที พบว่า อุณหภูมิของทรายเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส

6.3 เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำและทราย แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ทรายและน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกัน โดยเมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ทรายมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าน้ำ 8 องศาเซลเซียส

6.4 การทดลองนี้ สรุปผลได้ว่าอย่างไร

(**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เมื่อนำทรายและน้ำปริมาณเท่ากันไปตากแดดเป็นเวลา 20 นาที พบว่า อุณหภูมิของทรายเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 2 องศาเซลเซียส แสดงว่าทรายและน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกัน โดยทรายมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าน้ำ จึงสรุปได้ว่าชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร (และอาจชี้แนะให้ผู้เรียนสรุปโดยเชื่อมโยงกับสมมติฐานของตนเองในตอนที่ 1 ข้อ 2 เช่น ผลการทดลองนี้เป็นจริง/ไม่เป็นจริงตามสมมติฐานที่กำหนด)

เกณฑ์การประเมิน

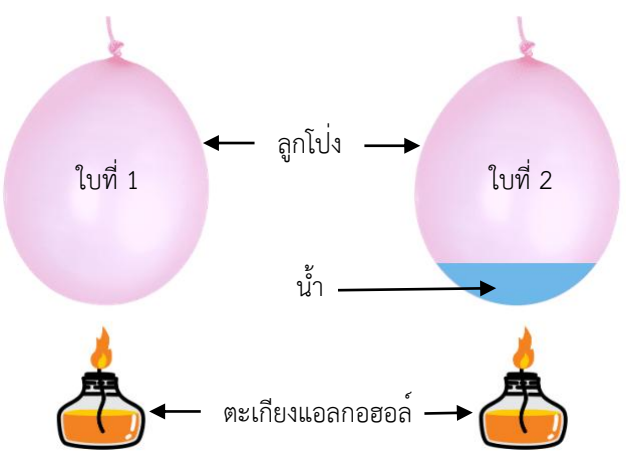
รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**
ตอบข้อที่ 1 – 6 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1 – 4 ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกข้อ หรือไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลูกโป่งหรรษา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



1. เมื่อให้ความร้อนกับลูกโป่งทั้งสองใบเท่ากัน จะเกิดผลอย่างไร

.....

.....

2. จากการทดลองในวีดิทัศน์ เพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

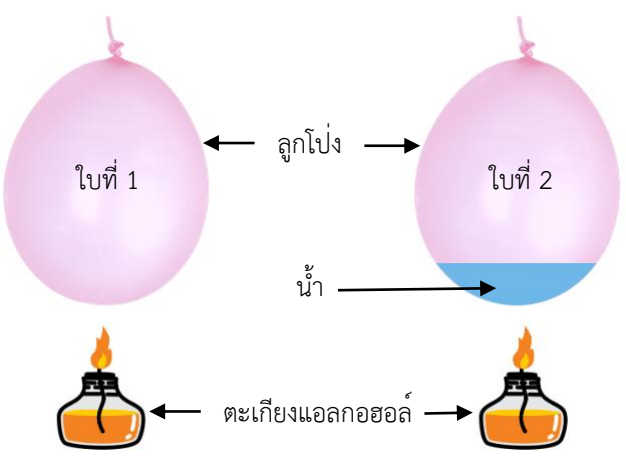
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบได้ถูกต้องทั้งสองข้อ	ดี
ตอบได้ถูกต้องเพียงหนึ่งข้อ	พอใช้
ตอบไม่ถูกต้องทั้งสองข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลูกโป่งหรรษา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



1. เมื่อให้ความร้อนกับลูกโป่งทั้งสองใบเท่ากัน จะเกิดผลอย่างไร

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   แนวคำตอบ ลูกโป่งใบที่ 1 ระเบิด ลูกโป่งใบที่ 2 ไม่ระเบิด

2. จากการทดลองในวีดิทัศน์ เพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด

   (**สมรรถนะ**: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   แนวคำตอบ น้ำที่อยู่ภายในลูกโป่งจะดูดกลืนความร้อนจากเปลวไฟที่ถ่ายโอนผ่านลูกโป่ง ยางหรือลูกโป่งมีอุณหภูมิลุกไหม้ที่ 120 °C แต่น้ำในลูกโป่งจะทำให้อุณหภูมิที่ผิวลูกโป่งยังต่ำกว่าจุดติดไฟของลูกโป่ง ลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบได้ถูกต้องทั้งสองข้อ	ดี
ตอบได้ถูกต้องเพียงหนึ่งข้อ	พอใช้
ตอบไม่ถูกต้องทั้งสองข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 11

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง เส้นใยคาร์บอน **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.3/1 และ ว 2.1 ม.3/2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายสมบัติของเส้นใยคาร์บอนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
2) ออกแบบการทดลองที่เหมาะสมเพื่อทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่าง และประเมินการออกแบบการทดลองได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

<u>เส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber)</u>

เส้นใยคาร์บอนหรือคาร์บอนไฟเบอร์ เป็นวัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อยร้อยละ 90 มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 5 – 10 ไมโครเมตร ผลิตขึ้นโดยมีกระบวนการเริ่มต้นจากการนำเส้นใยพอลิเมอร์ เช่น พอลิอะคริโลไนไทรล์ (Polyacrylonitrile) หรือ PAN ผลิตเป็นเส้นใยและนำไปเผาเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมี แล้วนำไปเผาด้วยอุณหภูมิสูงมากเพื่อให้เส้นใยมีความแข็งแรงมากขึ้น จากนั้นนำไปผ่านขั้นตอนการเสริมแรงยึดเหนี่ยวของเส้นใยและเคลือบผิวเพื่อป้องกันความเสียหาย แล้วจึงม้วนเป็นหลอดหรือทอเป็นผืนเพื่อนำไปใช้ต่อไป

เส้นใยคาร์บอนมีสมบัติที่โดดเด่น เช่น มีความแข็งแรงสูง มีน้ำหนักเบา ต้านทานแรงดึงสูง ทนต่อสารเคมี และทนต่อรังสีอัลตราไวโอเลต สมบัติเด่นเหล่านี้ทำให้เส้นใยคาร์บอนถูกนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างและวัสดุต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมการผลิตอย่างหลากหลาย เช่น การผลิตเครื่องบินและยานอวกาศ การผลิตรถยนต์ อุปกรณ์ป้องกัน และการก่อสร้าง

การนำเส้นใยคาร์บอนไปผลิตเป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เป็นวัสดุผสมหรือวัสดุคอมโพสิต (Composites) จะใช้เส้นใยคาร์บอนเป็นตัวเสริมแรง (Reinforcement) ให้กับวัสดุเนื้อหลัก (Matrix) ที่เป็นประเภทพลาสติก ทำให้ได้ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา และสามารถขึ้นรูปได้ตามที่ต้องการ

การทดสอบสมบัติของวัสดุ

การทดสอบวัสดุ หมายถึง วิธีการในการทดสอบหรือตรวจสอบสมบัติต่าง ๆ ของตัววัสดุ เช่น สมบัติเชิงกล (Mechanical Properties) ซึ่งหมายถึง พฤติกรรมของวัสดุที่แสดงออกมาเมื่อมีแรงจากภายนอกมากระทำต่อวัสดุ สมบัติทางเคมี (Chemical Properties) ซึ่งหมายถึง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและองค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทางฟิสิกส์ (Physical Properties) ซึ่งหมายถึงคุณลักษณะของเนื้อวัสดุ

การทดสอบ ตรวจสอบ หรือการประเมินสมบัติด้านต่าง ๆ ของวัสดุ มีวิธีที่ใช้แตกต่างกันไปตามสมบัติที่ต้องการทดสอบ เช่น

1) การทดสอบการดึง (Tensile Test) เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าความเค้น (Stress) กล่าวคือเมื่อแรงที่มากระทำอยู่ในลักษณะของการดึง (Tensile) ภายใต้แรงดึงหรือการยืดในแนวแรงที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดของวัสดุ วัสดุออกแรงต้านเพื่อไม่ให้เกิดการขาดออกจากกัน

2) ความแข็งแรง (ความเหนียว) คือ ความสามารถของวัสดุในการทนทานต่อแรงที่มากระทำทำให้วัสดุแยกขาดออกจากกัน ยิ่งวัสดุนั้นมีความสามารถในการรับน้ำหนักมากเท่าไร ก็แสดงว่าวัสดุนั้นมีความแข็งแรง (ความเหนียว) มากเท่านั้น

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ใบกิจกรรม เรื่อง การทดสอบความแข็งแรงของผ้าเส้นใยคาร์บอน ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
2) วีดิทัศน์ที่ 1 เรื่อง How It's Made: NASCAR Car Bodies.
   https://www.youtube.com/watch?v=Kxtk5qai8o4
3) วีดิทัศน์ที่ 2 เรื่อง Carbon Fiber คืออะไร?.
   https://www.youtube.com/watch?v=3fjUhnr9Gb4

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
4) ศึกษาและเตรียมชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน จำนวน 4 ชุด สำหรับใช้ทำกิจกรรม โดยศึกษาวิธีการได้จากใบความรู้สำหรับผู้สอน เรื่อง การเตรียมชิ้นงานผ้าเส้นใยคาร์บอน

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้วีดิทัศน์เกี่ยวกับการผลิตโครงสร้างของรถแข่ง เรื่อง NASCAR: How It's Made: NASCAR Car Bodies โดยเปิดวีดิทัศน์ช่วงเวลาที่ 0:00 – 0:35 เพื่อให้นักเรียนดูตัวอย่างรถ NASCAR แล้วใช้คำถาม เช่น
   - นักเรียนรู้จักรถแข่งต่าง ๆ เช่น F-1 หรือ NASCAR ในวีดิทัศน์หรือไม่
     แนวคำตอบ ตอบตามประสบการณ์ เช่น รู้จัก ไม่รู้จัก



ภาพรถแข่ง NASCAR (https://www.youtube.com/watch?v=Kxtk5qai8o4)

- นักเรียนคิดว่าในการผลิตรถแข่งเหล่านั้น วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างควรมีสมบัติอย่างไร
  แนวคำตอบ นักเรียนอาจตอบแค่ว่า แข็งแรง ป้องกันแรงกระแทกได้ดี
- ถ้าต้องการให้รถวิ่งได้เร็วมากด้วย น้ำหนักของรถควรเป็นอย่างไร
  แนวคำตอบ น้ำหนักเบา
- ถ้าอย่างนั้น วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างของรถควรมีสมบัติสำคัญอย่างไร
  แนวคำตอบ แข็งแรงและเบา
- วัสดุอะไรที่นิยมนำมาผลิต
  แนวคำตอบ เหล็ก และอาจมีนักเรียนตอบว่า เส้นใยคาร์บอน, เคฟลาร์

2) ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวีดิทัศน์ต่อในช่วงเวลาที่ 0:35–1:03 ซึ่งนำเสนอขั้นตอนการผลิตโครงสร้างของรถแข่งที่มีการเสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยคาร์บอน โดย ณ เวลาที่ 1:03 ผู้สอนอาจอธิบายว่า **แผ่นสีครีมลายดำที่เห็นนี้ คือ ผ้าเส้นใยคาร์บอน** ซึ่งจะถูกตัดเป็นรูปแบบที่ต้องการด้วยเครื่องจักร



ภาพการผลิตชิ้นส่วนรถแข่งจากเส้นใยคาร์บอน
(https://www.youtube.com/watch?v=Kxtk5qai8o4)

ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวีดิทัศน์ต่อไปเรื่อย ๆ โดยช่วงเวลาที่ผู้สอนควรอธิบายให้ผู้เรียนทราบเพิ่มเติม มีดังนี้

- เวลาที่ 1:20–1:25 เป็นการทาอีพ็อกซีเรซิน (Epoxy Resin) ซึ่งเป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง
- เวลาที่ 1:25–2:12 เป็นการนำผ้าเส้นใยคาร์บอนไปวางบนเบ้าหล่อเพื่อขึ้นรูป
- เวลาที่ 2:40–4:05 เป็นการสร้างโครงรถด้วยเหล็กกล้า
- เวลาที่ 4:05 เป็นการประกอบรถที่มีโครงเป็นเหล็กกล้าและฝากระโปรงด้านหน้าเป็นเส้นใยคาร์บอน

3) ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับเส้นใยคาร์บอน เรื่อง Carbon Fiber คืออะไร? (https://www.youtube.com/watch?v=3fjUhnr9Gb4) ในช่วงเวลาที่ 0:00–7:26 โดยผู้สอนควรชี้นำให้ผู้เรียนสังเกต หรือถามผู้เรียนเป็นระยะ ๆ เช่น

- เส้นใยคาร์บอนคืออะไร

  แนวคำตอบ เป็นวัสดุทางวิทยาศาสตร์ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อยร้อยละ 90

- เส้นใยคาร์บอนมีสมบัติอย่างไร

  แนวคำตอบ เส้นใยคาร์บอนมีความแข็งแต่เปราะ หักได้ตามแนวยาว แต่แนวขวาง มีความเหนียว และมีน้ำหนักเบา

4) ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวีดิทัศน์ Carbon Fiber คืออะไร? ต่อ โดยอาจเปิดเนื้อหาช่วงการนำผ้าเส้นคาร์บอนไปผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรถ ซึ่ง ณ เวลาที่ 11:57 จะแสดงการ**ทาอีพ็อกซีเรซิน**บนผ้าคาร์บอนที่วางอยู่บนเบ้าหล่อ (Mold) ผู้สอนอาจอธิบายเพิ่มเติมว่า **สารอีพ็อกซีเรซินเป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง**



ภาพการทาสารอีพ็อกซีเรซินในการผลิตชิ้นส่วนรถแข่งจากเส้นใยคาร์บอน

5) ผู้สอนให้ผู้เรียนระดมความคิดเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับพลาสติก โดยใช้คำถาม เช่น

- นักเรียนรู้จักพลาสติกหรือไม่
- นักเรียนรู้จักพลาสติกอะไรบ้างในชีวิตประจำวัน

6) ผู้สอนชี้นำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยว่า “จากวีดิทัศน์ทั้งสองเรื่องที่เปิดให้ดู (การผลิตโครงสร้างของรถแข่ง และ Carbon Fiber คืออะไร?) จะเห็นว่าผู้ผลิตจะมีการทาสารอีพ็อกซีเรซิน ซึ่งเป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง **นักเรียนคิดว่าทำไมจึงต้องมีการทาสารพลาสติกนี้ ทำไมจึงไม่ใช้เส้นใยคาร์บอนเพียงอย่างเดียว**” ผู้สอนควรให้ผู้เรียนตอบตามความคิดของตนเอง และแลกเปลี่ยนกับเพื่อน (อาจใช้เทคนิค Think-Pair-Share)

7) ผู้สอนให้ตัวแทนผู้เรียนเสนอคำตอบและอภิปรายร่วมกัน โดยคำตอบของผู้เรียนอาจมีหลากหลาย เช่น เพื่อให้ผ้าเส้นใยคาร์บอนยึดเกาะกันเป็นชั้น ๆ ได้, เพื่อให้สามารถขึ้นรูปได้ตามที่ต้องการ, เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง
8) ผู้สอนใช้คำตอบของผู้เรียนเพื่อชี้นำเข้าสู่**ใบกิจกรรม**ที่จะให้ผู้เรียนออกแบบการทดลองเพื่อใช้ศึกษาว่า **จำนวนชั้นและการทาพลาสติกบนผ้าเส้นใยคาร์บอนส่งผลต่อความแข็งแรงของผ้าเส้นใยคาร์บอนอย่างไร** โดยผู้เรียนจะได้ออกแบบวิธีการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน
9) ผู้สอนแสดง**ชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน จำนวน 4 ชิ้น** ที่ได้จัดเตรียมไว้ (ศึกษาวิธีการจัดเตรียมได้จากใบความรู้สำหรับผู้สอน) พร้อมทั้งอธิบายอย่างคร่าวเกี่ยวกับวิธีการผลิตชิ้นงานดังกล่าวว่าใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง และชิ้นงานแต่ละชิ้นแตกต่างกันอย่างไร จากนั้นผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดการสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนของสิ่งที่ต้องการศึกษา (ในที่นี้ คือ เส้นใยคาร์บอนของจริงที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม) เช่น
   - กาว latex เป็นตัวแทนของอะไร
     แนวคำตอบ พลาสติก/อีพ็อกซีเรซิน
   - ผ้า เป็นตัวแทนของอะไร
     แนวคำตอบ เส้นใยคาร์บอน
10) ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตชิ้นงานตัวอย่าง โดยผู้สอนชี้นำให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยว่า “ชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอนแต่ละชิ้นมีสมบัติความแข็งแรงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร และถ้าจะทดสอบสมบัติความแข็งแรงจะออกแบบการทดลองอย่างไร”
11) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาใบกิจกรรม จากนั้นตรวจสอบความเข้าใจผู้เรียนโดยใช้คำถาม ซึ่งแต่ละคำถามผู้สอนควรสรุปหรืออธิบายสิ่งที่ถูกต้องให้ผู้เรียนเข้าใจตรงกัน ผู้สอนอาจเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและอภิปรายร่วมกัน
   - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร
   - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์ว่าอะไร
   - ตัวแปรต้นคืออะไร ตัวแปรตามคืออะไร ตัวแปรควบคุมมีอะไรบ้าง
   - กิจกรรมนี้มีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร
12) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามใบกิจกรรม ผู้สอนเดินสังเกตผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และอาจให้ความช่วยเหลือตามความเหมาะสม
13) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบการทดลอง โดยผู้สอนใช้คำถามดังนี้
   - วิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบมีขั้นตอนอะไรบ้าง
   - ตารางบันทึกผลที่นักเรียนออกแบบเป็นอย่างไร ต้องเก็บข้อมูลอะไรบ้าง
   - การออกแบบการทดลองของนักเรียน สามารถใช้ทดสอบสมบัติความแข็งแรงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - การออกแบบดังกล่าวควรมีการควบคุมตัวแปรใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

14) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปกิจกรรม และสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม เช่น เส้นใยคาร์บอนคืออะไร มีสมบัติอย่างไร เพราะเหตุใดการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำจากเส้นใยคาร์บอนจึงต้องมีการทาพลาสติกร่วมด้วย

15) ผู้สอนใช้คำถามเพื่อขยายความรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากเส้นใยคาร์บอนเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับวัสดุอื่น ๆ เช่น “นอกจากการผลิตโครงสร้างรถแข่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้แล้ว เส้นใยคาร์บอนถูกนำไปผลิตหรือใช้ประโยชน์อะไรอีกบ้าง” (หากมีเวลา อาจให้ผู้เรียนสืบค้นด้วยตนเอง)

แนวคำตอบ การผลิตชิ้นส่วนของเครื่องบินและยานอวกาศ การผลิตอุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ (เช่น เสื้อเกราะ) อุปกรณ์กีฬา เสื้อยืดคาร์บอนไฟเบอร์ ท่อคาร์บอนไฟเบอร์ การเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของอาคาร สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากวีดิทัศน์ต่อไปนี้

- ประโยชน์ของคาร์บอนไฟเบอร์บนอุปกรณ์กีฬา
  https://www.youtube.com/shorts/pOJLVkDcXXI
- เสริมโครงสร้างคอนกรีตด้วย คาร์บอนไฟเบอร์ (CFRP) ที่นิยมใช้มากที่สุด
  https://www.youtube.com/watch?v=fOki1QXoNqQ
- Carbon Fiber Applications: How Carbon Fiber Is Used
  https://www.youtube.com/watch?v=DRQEaLewjK8

16) ผู้สอนอาจให้ความรู้เพิ่มเติมหรือชี้แนะให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมว่า เทคนิคการเสริมแรง (Reinforcement) ให้กับวัสดุต่าง ๆ ด้วยเส้นใย ไม่ได้มีเพียงการใช้เส้นใยคาร์บอนเท่านั้น แต่มีเส้นใยวัสดุชนิดอื่น ๆ ด้วย เช่น พลาสติกเสริมใยแก้ว (Fiberglass) ใช้เส้นใยแก้วเป็นตัวเสริมแรงให้กับพลาสติก คอนกรีตเสริมใยเหล็ก (Steel Fiber) ใช้เส้นใยเหล็กเป็นตัวเสริมแรงให้กับคอนกรีต และยางเรเดียล ใช้ผ้าใบพอลิเอสเทอร์เป็นตัวเสริมแรงในยาง

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ในขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้วีดิทัศน์กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ผู้สอนอาจใช้วีดิทัศน์เกี่ยวกับเส้นใยคาร์บอนอื่น ๆ นอกจากรถแข่ง NASCAR ได้ เช่น โครงสร้างของเรือดำน้ำไททันที่ใช้เส้นใยคาร์บอน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการระเบิด ดังลิงก์
   https://www.youtube.com/watch?v=tIAwcwg87pg
   https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=7033&lang=TH
2) ในกรณีที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอนด้วยตนเอง ควรให้ดำเนินการล่วงหน้าก่อนจัดกิจกรรมนี้ เนื่องจากกาวลาเท็กซ์ใช้เวลาในการแห้งตัวค่อนข้างนาน (ทิ้งไว้ข้ามคืนหรือตากแดด 3 – 4 ชั่วโมง)
3) ในกรณีที่ผู้เรียนยังไม่มีทักษะในเรื่องการออกแบบการทดลอง เช่น การกำหนดคำถาม การกำหนดสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการกำหนดขั้นตอนการทดลอง ผู้สอนอาจทบทวนหรือให้ความรู้ก่อนลงมือทำกิจกรรม

4) ในกรณีที่ผู้เรียนมีความชำนาญในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้สอนอาจปรับใบกิจกรรมให้ผู้เรียนระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ รวมถึงกำหนดวิธีการและขั้นตอนการทดลองด้วยตนเอง

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) มาทำความรู้จัก “คาร์บอนไฟเบอร์” (Carbon Fiber) กันครับ. https://www.smartcoating.com/blog/let-is-get-to-know-carbon-fiber-carbon-fiber.html
2) ข้อดี & ข้อเสียของคาร์บอนไฟเบอร์. https://th.custom-composite.com/news/advantages-disadvantages-of-carbon-fiber-1759107.html
3) คาร์บอนไฟเบอร์ คืออะไร? ทำไมคนฮิตกันจัง. https://shorturl.at/Vzacf
4) Carbon Fibers and Carbon Fiber-Reinforced Plastic (CFRP). https://www.sglcarbon.com/en/carbon-fibers-and-cfrp
5) How Carbon Fiber is made animation. https://www.youtube.com/watch?v=E-XLqrASMh0
6) หนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 หน่วยที่ 5 ปฏิกิริยาเคมีและวัสดุในชีวิตประจำวัน บทเรียนที่ 2 วัสดุในชีวิตประจำวัน. สสวท.

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายสมบัติของเส้นใยคาร์บอนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในชั้นเรียน - พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- คำถามในชั้นเรียน - ใบกิจกรรม เรื่อง การทดสอบความแข็งแรงของผ้าเส้นใยคาร์บอน	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับเส้นใยคาร์บอนไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง
2) ออกแบบการทดลองที่เหมาะสมเพื่อทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่าง และประเมินการออกแบบการทดลองได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง การทดสอบความแข็งแรงของผ้าเส้นใยคาร์บอน	- สามารถออกแบบการทดลองเพื่อใช้ศึกษาเกี่ยวกับเส้นใยคาร์บอนและสามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบการทดลองได้ โดยตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้องและมีเหตุผล

ใบความรู้สำหรับผู้สอน
เรื่อง การเตรียมชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์
2. ผ้า (เช่น ผ้าฝ้าย ผ้าคอตตอน)
3. กรรไกร
4. กาวลาเท็กซ์
5. ถ้วยขนาดเล็ก
6. แปรงหรือพู่กัน
7. ปากกาเคมี
8. น้ำเปล่า



ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

1. ตัดผ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนเล็ก ๆ จำนวน 10 แผ่น



2. ตัดแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ 4 แผ่น และเขียนหมายเลขชิ้นงานตัวอย่าง 1 – 4 ด้วยปากกาเคมี



3. ผสมกาวลาเท็กซ์กับน้ำเปล่าในถ้วย โดยใช้อัตราส่วน 1:1



4. ทำชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 1 โดยวางผ้า 1 ผืน บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์หมายเลข 1 แล้วทากาวให้ทั่วผ้าโดยใช้แปรงหรือพู่กัน





5. ทำชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 2 โดยทำซ้ำขั้นตอนที่ 4 จากนั้นเพิ่มผ้าอีก 1 ชั้น และทากาวให้ทั่ว (ชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 2 จะมีผ้า 2 ชั้น)



6. ทำชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 3 และ 4 โดยทำเช่นเดียวกันกับขั้นตอนก่อนหน้า (ชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 3 และ 4 จะมีผ้า 3 ชั้น และ 4 ชั้น ตามลำดับ)





7. ทิ้งไว้ข้ามคืนหรือตากแดดเพื่อให้กาวแห้ง



8. เมื่อชิ้นงานตัวอย่างแห้งเรียบร้อยแล้ว ลอกชิ้นงานตัวอย่างออกจากแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์แล้วนำไปใช้ในกิจกรรม



กลุ่มที่.....เลขที่.....ห้อง.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การทดสอบความแข็งแรงของผ้าเส้นใยคาร์บอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบการทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน

1. **จุดประสงค์** ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน 4 ชิ้น
2. **สมมติฐาน**.....
3. **ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง**

   ตัวแปรต้น.....

   ตัวแปรตาม.....

   ตัวแปรควบคุม.....
4. **วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้**
   1. ชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน จำนวน 4 ชิ้น ต่อ 1 กลุ่ม
   2. เครื่องชั่งสปริง 1 อัน ต่อ 1 กลุ่ม
   3. คลิปหนีบ/ลวดโลหะสำหรับทำขอเกี่ยว
   4. เชือก
   5. ถุงทรายขนาดต่าง ๆ
   6. ลูกตุ้มถ่วงขนาดต่าง ๆ
5. **วิธีการทดลอง**
6. จากข้อความ A – G ให้เลือก 5 ข้อความ และนำไปเรียงลำดับโดยเติมตัวอักษรลงในช่องสี่เหลี่ยมด้านล่าง เพื่อให้ขั้นตอนการทดลองถูกต้องสมบูรณ์

   A. ใช้มือดึงชิ้นงานตัวอย่างสองด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานตัวอย่าง

   B. บันทึกมวลถ่วงที่มากที่สุดที่ทำให้ชิ้นงานตัวอย่างขาด

   C. ทำซ้ำ โดยเปลี่ยนเป็นชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 2 3 และ 4

   D. เพิ่มแรงดึงของมือให้มากขึ้นเรื่อย ๆ พร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานตัวอย่าง

   E. เจาะรูที่ขอบด้านหนึ่งของชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 1 แล้วใช้ลวดโลหะทำเป็นขอเกี่ยว

   F. เพิ่มมวลของวัตถุที่ถ่วงผ้าโดยใช้ถุงทรายและลูกตุ้มถ่วง ครั้งละ 100 กรัม พร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานตัวอย่าง

   G. ใช้มือจับผ้าในแนวดิ่ง แล้วถ้านำถุงทรายขนาด 100 กรัม มาห้อยกับขอเกี่ยว แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานตัวอย่าง

เรียงลำดับขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้



7. ตารางบันทึกผล

ให้ออกแบบตารางสำหรับใช้บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

การออกแบบการทดลองของนักเรียน สามารถใช้ทดสอบสมบัติความแข็งแรงได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 5 – 7 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 3 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กลุ่มที่.....เลขที่.....ห้อง.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การทดสอบความแข็งแรงของผ้าเส้นใยคาร์บอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบการทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน

1. **จุดประสงค์** ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน 4 ชิ้น
2. **สมมติฐาน** (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
   แนวคำตอบ ชิ้นงานที่มีจำนวนชั้นของผ้ามากกว่า จะมีความแข็งแรงมากกว่า
3. **ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง** (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
   แนวคำตอบ
   ตัวแปรต้น จำนวนชั้นของผ้า
   ตัวแปรตาม มวลที่ใช้ถ่วงที่มากที่สุดที่ทำให้ผ้าขาด
   ตัวแปรควบคุม ชนิดของผ้า ชนิดของกาว
4. **วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้**
   1. ชิ้นงานตัวอย่างผ้าเส้นใยคาร์บอน จำนวน 4 ชิ้น ต่อ 1 กลุ่ม
   2. เครื่องชั่งสปริง 1 อัน ต่อ 1 กลุ่ม
   3. คลิปหนีบ/ลวดโลหะสำหรับทำขอเกี่ยว
   4. เชือก
   5. ถุงทรายขนาดต่าง ๆ
   6. ลูกตุ้มถ่วงขนาดต่าง ๆ
5. **วิธีการทดลอง** (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
   จากข้อความ A – G ให้เลือก 5 ข้อความ และนำไปเรียงลำดับโดยเติมตัวอักษรลงในช่องสี่เหลี่ยมด้านล่าง เพื่อให้ขั้นตอนการทดลองถูกต้องสมบูรณ์
   A. ใช้มือดึงชิ้นงานตัวอย่างสองด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานตัวอย่าง
   B. บันทึกมวลถ่วงที่มากที่สุดที่ทำให้ชิ้นงานตัวอย่างขาด
   C. ทำซ้ำ โดยเปลี่ยนเป็นชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 2 3 และ 4
   D. เพิ่มแรงดึงของมือให้มากขึ้นเรื่อย ๆ พร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานตัวอย่าง
   E. เจาะรูที่ขอบด้านหนึ่งของชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 1 แล้วใช้ลวดโลหะทำเป็นขอเกี่ยว
   F. เพิ่มมวลของวัตถุที่ถ่วงผ้าโดยใช้ถุงทรายและลูกตุ้มถ่วง ครั้งละ 100 กรัม พร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานตัวอย่าง

G. ใช้มือจับผ้าในแนวดิ่ง แล้วถ้านำถุงทรายขนาด 100 กรัม มาห้อยกับขอเกี่ยว แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานตัวอย่าง

เรียงลำดับขั้นตอนของการทดลองได้ดังนี้

E	G	F	B	C

6. **ตารางบันทึกผล** (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ให้ออกแบบตารางสำหรับใช้บันทึกผลการทดลอง

แนวคำตอบ

ชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข	จำนวนชั้นของผ้า	มวลมากที่สุดที่ทำให้ผ้าขาด (กรัม)
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	

คำถามท้ายกิจกรรม

การออกแบบการทดลองของนักเรียน สามารถใช้ทดสอบสมบัติความแข็งแรงได้อย่างไร

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ การทดลองมีการออกแบบให้ใช้มวลถ่วงผ้า ซึ่งมวลที่ถ่วงจะทำให้เกิดแรงกระทำต่อผ้า เมื่อเพิ่มมวลที่ถ่วงมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งผ้าขาด มวลมากที่สุดที่ทำให้ผ้าขาดสามารถ บอกได้ถึงความแข็งแรงของผ้า โดยผ้าที่มีความแข็งแรงมากกว่า จะสามารถถ่วงมวลได้มากกว่า

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 5 – 7 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 3 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 12

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.3 ม.2/6 และ ว 3.2 ม.2/3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้โดยใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม
2) ตีความข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมเพื่อลงข้อสรุปที่เหมาะสม
3) สร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปและวิจารณ์ข้อบกพร่องของข้อสรุปเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

1) ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม เช่น

1.1) **อัตราเร็วลม**: อัตราเร็วลมมีผลต่อการผลิตไฟฟ้าของกังหันลม ถ้าอัตราเร็วลมมากจะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มาก

1.2) **ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า**: กำลังการผลิตไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นตามขนาดของกังหันลม ซึ่งขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัด (Propeller Diameter) พื้นที่กวาดของใบพัด (Swept Area)

1.3) **ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน** (Conversion Efficiency): ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของกังหันลมในการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อกำลังลมที่ป้อนเข้าสู่กังหันลม

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\%) = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้}}{\text{กำลังลมที่ป้อนเข้าสู่กังหันลม}} \times 100\%$$

1.4) **สถานที่ติดตั้งกังหันลม**: สถานที่ติดตั้งควรเป็นพื้นที่ที่มีอัตราเร็วลมเฉลี่ยมากกว่า 6 เมตรต่อวินาที มีภูมิประเทศที่เปิดโล่ง มีทิศทางลมค่อนข้างคงที่ และยังต้องคำนึงถึงความใกล้ชิดกับแหล่งชุมชนด้วย

2) กำลังไฟฟ้า (Electric Power)

กำลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) หรือจูลต่อวินาที (J/s) เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{กำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้}}{\text{เวลา}}$$

3) การทำงานของไดนาโมเพื่อผลิตไฟฟ้า

ไดนาโมเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า มีหลักการทำงาน คือ ใช้ขดลวดและแม่เหล็กในการเหนี่ยวนำไฟฟ้า เมื่อขดลวดเคลื่อนตัวจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น การเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าจากไดนาโมสามารถทำได้ด้วยการเพิ่มจำนวนขดลวด หรือการเพิ่มปริมาณแม่เหล็กให้มากขึ้นเพื่อให้เกิดการสร้างสนามแม่เหล็กที่มากขึ้น

4) กระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า

เมื่อมีลมพัดผ่านกังหัน พลังงานจลน์ในลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลมจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อัตราเร็วลม เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) วีดิทัศน์ เรื่อง รู้จักมั้ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 1
   https://www.youtube.com/watch?v=VhkqB4Lib3Q
2) วีดิทัศน์ เรื่อง รู้จักมั้ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 2
   https://www.youtube.com/watch?v=9mwR_WItz-4
3) โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม
   https://interactives.ck12.org/simulations/physics/wind-turbine/app/index.html
4) ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
5) คอมพิวเตอร์ หรือ แท็บเล็ต ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 เครื่อง

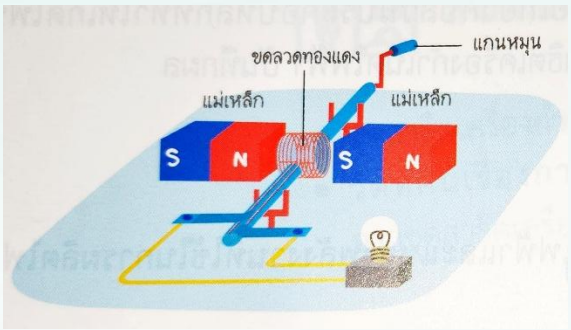
6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
4) ศึกษาวิธีใช้งานโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมจากใบความรู้สำหรับผู้สอน เรื่อง การใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

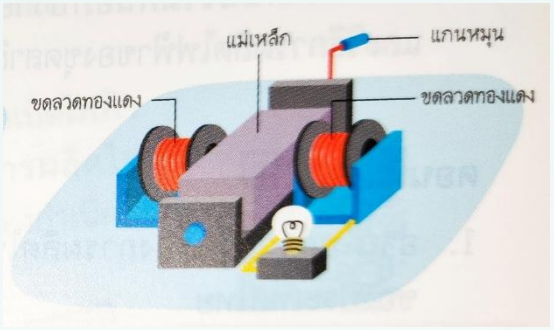
7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนทบทวนความรู้ เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้าและการทำงานของไดนาโม ดังนี้

- ไฟฟ้าผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติหลายแหล่ง เช่น พลังงานจากลม พลังงานจากน้ำ พลังงานจากแก๊สธรรมชาติ การผลิตไฟฟ้าจะใช้อุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าที่เรียกว่า ไดนาโม ซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่ทำให้เกิดไฟฟ้า คือ แท่งแม่เหล็กและขดลวดทองแดง เมื่อหมุนแกนของขดลวดทองแดงที่อยู่ระหว่างแท่งแม่เหล็กดังภาพที่ 1 หรือหมุนแกนของแท่งแม่เหล็กที่อยู่ระหว่างขดลวดทองแดงดังภาพที่ 2 จะเกิดพลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีขดลวดทองแดงอยู่ระหว่างแท่งแม่เหล็ก

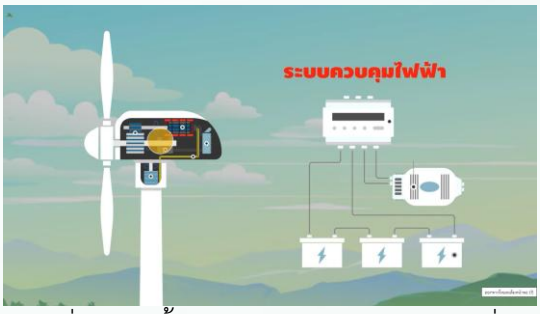


ภาพที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีแท่งแม่เหล็กอยู่ระหว่างขดลวดทองแดง

2) ผู้สอนอธิบายเชื่อมโยงไปสู่การผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมโดยเปิดวีดิทัศน์ เรื่อง รู้จักมั้ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 1 https://www.youtube.com/watch?v=VhkqB4Lib3O ดังภาพที่ 3 และวีดิทัศน์เรื่อง รู้จักมั้ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 2 https://www.youtube.com/watch?v=9mwR_WItz-4 ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 รู้จักมั้ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 1



ภาพที่ 4 รู้จักมั้ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 2

เมื่อรับชมวีดิทัศน์จบ ผู้สอนถามคำถาม ดังนี้

- ใบพัดของกังหันลมทำหน้าที่ใด

  แนวคำตอบ ใบพัด เป็นตัวรับพลังงานจากลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในกังหันลมทำหน้าที่ใด

  แนวคำตอบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

- หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นอย่างไร

  แนวคำตอบ เมื่อลมพัดผ่านกังหัน พลังงานจลน์ในลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุนทำให้ได้พลังงานกล จากนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

- ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกับปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม

  แนวคำตอบ อัตราเร็วลม ความยาวใบพัด สถานที่ติดตั้งกังหันลม

จากนั้นผู้สอนแสดงภาพพลังงานลม ดังภาพที่ 5 เพื่อสรุปความรู้ ดังนี้



ภาพที่ 5 พลังงานลม

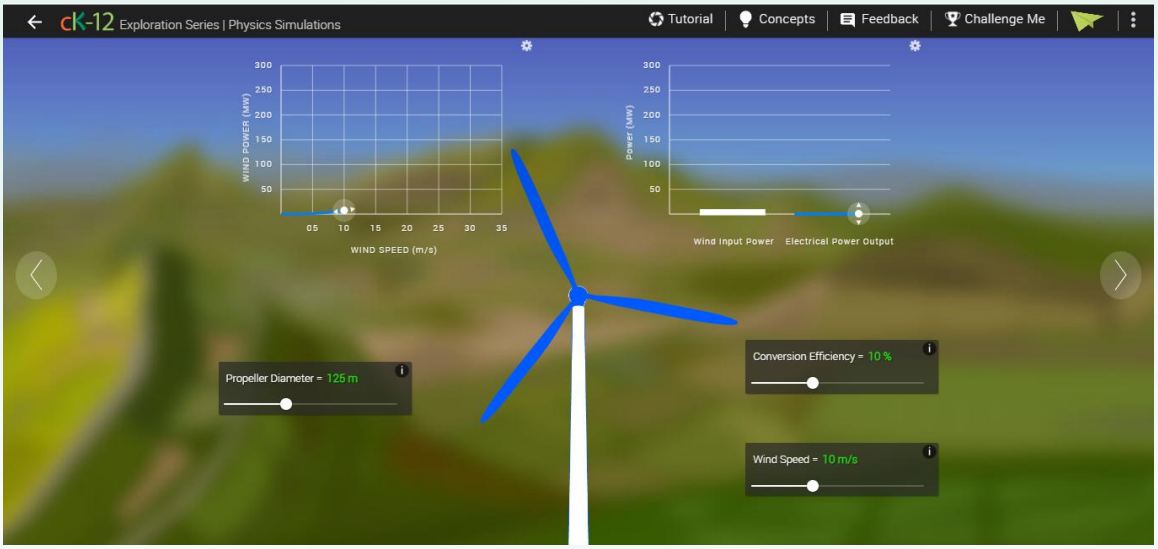
3) ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติม เรื่อง กำลังไฟฟ้า เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลม ดังนี้

- กำลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) หรือจูลต่อวินาที (J/s) เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{กำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้}}{\text{เวลา}}$$

โดยทั่วไปนิยมวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยที่ใหญ่กว่าหน่วยจูล โดยวัดกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ และคิดช่วงเวลาเป็นชั่วโมง ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าจึงวัดได้เป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง หรือเรียกว่า หน่วยหรือยูนิต (unit)

4) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 6 - 7 คน และชี้แจงใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม โดยแนะนำการใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม ดังภาพที่ 6 https://interactives.ck12.org/simulations/physics/wind-turbine/app/index.html



ภาพที่ 6 โปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

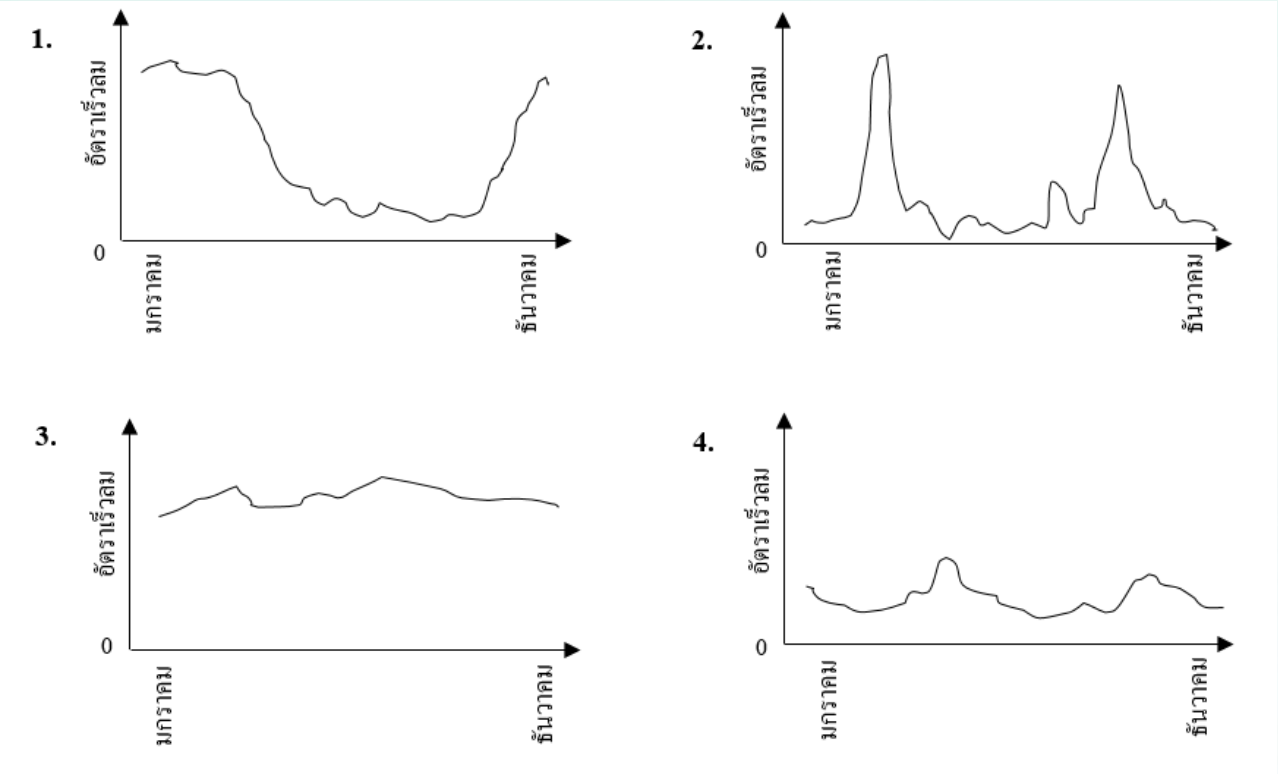
ให้ผู้เรียนทดลองใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม เช่น การปรับค่าของแต่ละตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่ศึกษา การอ่านข้อมูลในกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังลม (Wind Power) กับอัตราเร็วลม (Wind Speed) และการอ่านข้อมูลในแผนภูมิแท่งที่แสดงค่ากำลังลมที่ป้อนเข้า (Wind Input Power) และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Electrical Power Output)

5) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรม ผู้สอนเดินสังเกตการทำกิจกรรมและให้คำแนะนำและช่วยเหลือตามความเหมาะสม

6) สุ่มตัวแทน 1-2 กลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรม โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เช่น

- การตอบคำถามข้อนี้ สามารถนำข้อมูลจากส่วนใดในใบกิจกรรมมาใช้ตอบคำถามได้บ้าง
- กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้ครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
- คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้หรือไม่ ควรปรับแก้อย่างไร
- กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร

7) ผู้สอนตั้งประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อขยายความรู้ โดยให้ผู้เรียนพิจารณากราฟแสดงอัตราเร็วลมเฉลี่ยตลอดปีในสี่บริเวณที่ต่างกัน และใช้คำถามดังต่อไปนี้



จากกราฟ หมายเลขใดเป็นสถานที่เหมาะสมในการติดตั้งกังหันลม เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ หมายเลข 3 เนื่องจากกราฟแสดงอัตราเร็วลมที่สูงและสม่ำเสมอตลอดทั้งปี

8) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม ดังนี้

- เมื่อมีลมพัดผ่านกังหัน พลังงานจลน์ในลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป
- จากกิจกรรม พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม คือ อัตราเร็วลม เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด ประสิทธิภาพของกังหันลม และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

ผู้สอนกล่าวเพิ่มเติมว่า นอกเหนือจากปัจจัยข้างต้นแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมอีก เช่น จำนวนใบพัดของกังหันลม องศาของแต่ละใบพัด เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้จากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมหรือสืบค้นข้อมูลตามความสนใจ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และอินเทอร์เน็ต สำหรับให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้เพื่อศึกษาโปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม ผู้สอนสามารถสาธิตการใช้งานเพื่ออภิปรายร่วมกันทั้งห้องเรียน หรือ แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มตามจำนวนอุปกรณ์ที่มีอยู่ได้
2) ในกรณีที่ผู้เรียนยังไม่มีทักษะในเรื่องการออกแบบการทดลอง เช่น การกำหนดคำถาม การกำหนดสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการกำหนดขั้นตอนการทดลอง ผู้สอนอาจทบทวนหรือให้ความรู้ก่อนลงมือทำกิจกรรม
3) ในกรณีที่ผู้เรียนมีความชำนาญในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้สอนอาจปรับใบกิจกรรมให้ผู้เรียนกำหนดคำถามการทดลอง สมมติฐาน รวมถึงตัวแปรของการทดลองด้วยตนเอง
4) สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถระดับสูง หรือในกรณีมีเวลาเหลือ ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนทำใบกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อฝึกฝนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (ดูที่ใบกิจกรรมเพิ่มเติม)

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) สสวท. วีดิทัศน์ เรื่อง ผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร. https://www.youtube.com/watch?v=FZJcJvQ36mA
2) สสวท. วีดิทัศน์ เรื่อง พลังงานทดแทน. https://rb.gy/owz349
3) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. การเดินทางของสายลม กว่าจะเป็นพลังงานสีเขียวเพื่ออนาคต. https://www.egat.co.th/home/20241017-art01/

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้โดยใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม	- สามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกำลังการผลิตไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม และตอบคำถามข้อที่ 3 และ 5 ได้ถูกต้อง
2) ตีความข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมเพื่อลงข้อสรุปที่เหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม	- สามารถตีความข้อมูลและลงข้อสรุปจากชุดข้อมูล โดยตอบคำถามข้อที่ 1 และ 4 ได้ถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) สร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปและวิจารณ์ข้อบกพร่องของข้อสรุปเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม	- สามารถระบุ สื่อสาร และประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 2 ได้ถูกต้อง

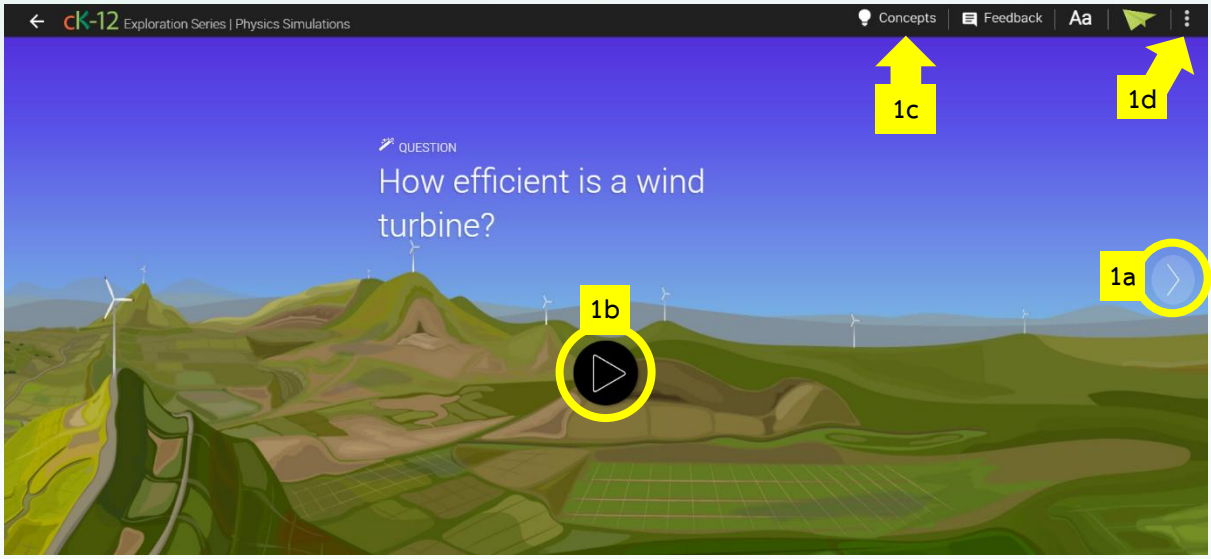
ใบความรู้สำหรับผู้สอน

เรื่อง การใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

ผู้สอนเข้าใช้งานโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมได้ที่ลิงก์ต่อไปนี้

https://interactives.ck12.org/simulations/physics/wind-turbine/app/index.html

เมื่อเข้าไปในลิงก์จะปรากฏหน้าแรกของโปรแกรมดังภาพที่ 1

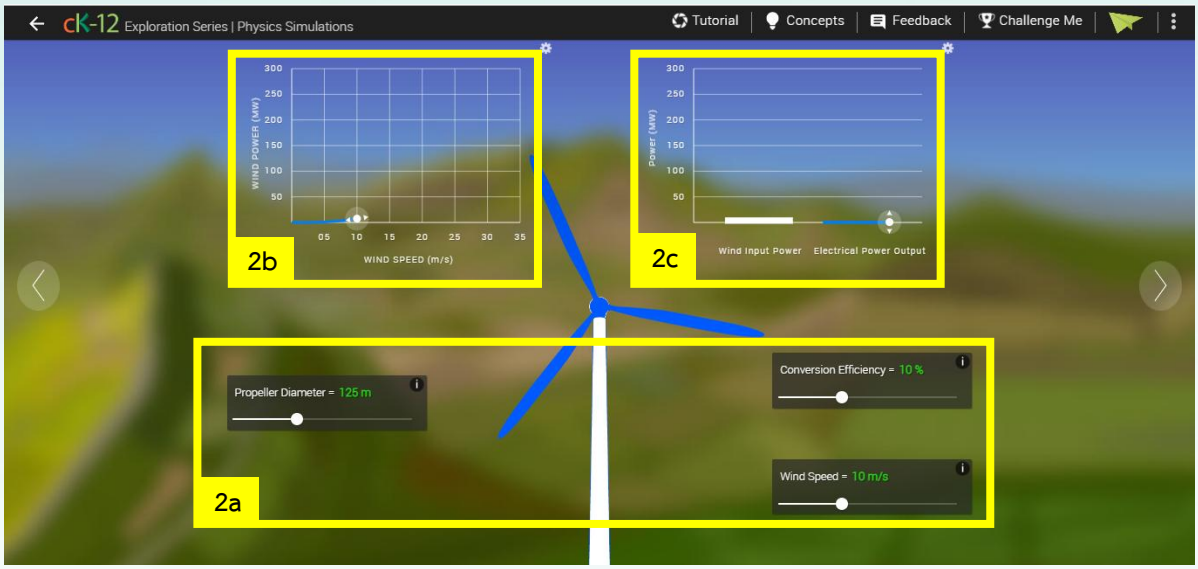


ภาพที่ 1 หน้าแรกของโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

คลิกที่ปุ่มไปหน้าถัดไป**หมายเลข 1a** เพื่อเข้าใช้งานโปรแกรม ทั้งนี้ หน้าแรกของโปรแกรมมีสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้จัดการเรียนรู้ได้ เช่น

- **วีดิทัศน์** เป็นการนำเสนอความรู้วิทยาศาสตร์เบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม รับชมได้โดยคลิกที่ปุ่ม**หมายเลข 1b**
- **Concepts** เป็นแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม (เช่น กำลังไฟฟ้า) สามารถเข้าศึกษาได้ที่รายการ**หมายเลข 1c**
- **Worksheet** เป็นเอกสารตัวอย่างใบงานสำหรับใช้จัดการเรียนรู้ (ดาวน์โหลดเป็น PDF ได้) โดยคลิกที่รายการเพิ่มเติม (จุดสามจุด) **หมายเลข 1d** แล้วคลิกเลือก Worksheet

เมื่อเข้าสู่หน้าที่สองของโปรแกรม จะพบหน้าต่างดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 หน้าที่สองของโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

ตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

โปรแกรมนี้มีตัวแปรให้ศึกษาจำนวน 3 ตัวแปร **[หมายเลข 2a]** ได้แก่

Propeller Diameter (เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด) หน่วยเป็น m (เมตร)

Wind Speed (อัตราเร็วลม) หน่วยเป็น m/s (เมตรต่อวินาที)

Conversion Efficiency (ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน) ไม่มีหน่วย

การปรับค่าของตัวแปรทำได้โดยการคลิกลากแถบสีขาวในแต่ละตัวแปร

การแสดงผลของการจำลอง

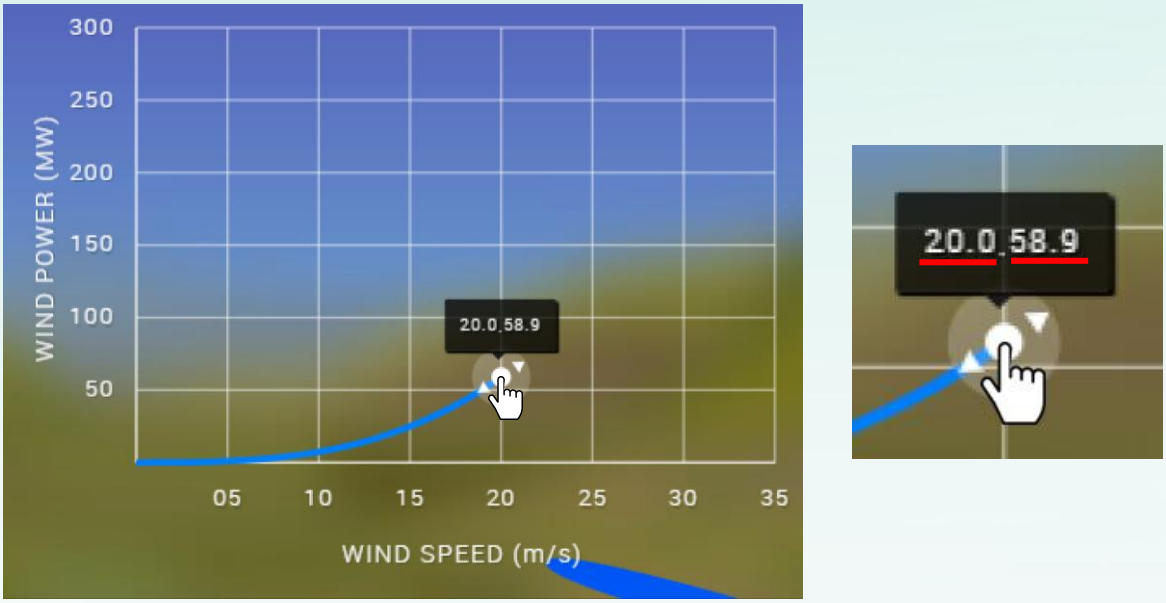
โปรแกรมนี้สามารถนำเสนอข้อมูลผลของการจำลองเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วลม (Wind Speed) กับกำลังลม (Wind Power) **[หมายเลข 2b]**

   การอ่านค่าข้อมูลในกราฟ ให้คลิกซ้ายค้างที่จุดข้อมูลบนกราฟจะปรากฏค่า ดังภาพที่ 3 โดยตัวเลขที่อยู่ข้างหน้าจุลภาค (,) เป็นค่าของข้อมูลในแกนนอน ตัวเลขที่อยู่ข้างหลังจุลภาคเป็นค่าของข้อมูลในแกนตั้ง จากตัวอย่างในภาพที่ 3 สามารถอ่านค่าของข้อมูลได้ดังนี้

   อัตราเร็วลม เท่ากับ 20.0 เมตรต่อวินาที หรือ Wind Speed = 20.0 m/s

   กำลังลม เท่ากับ 58.9 เมกะวัตต์ หรือ Wind Power = 58.9 MW



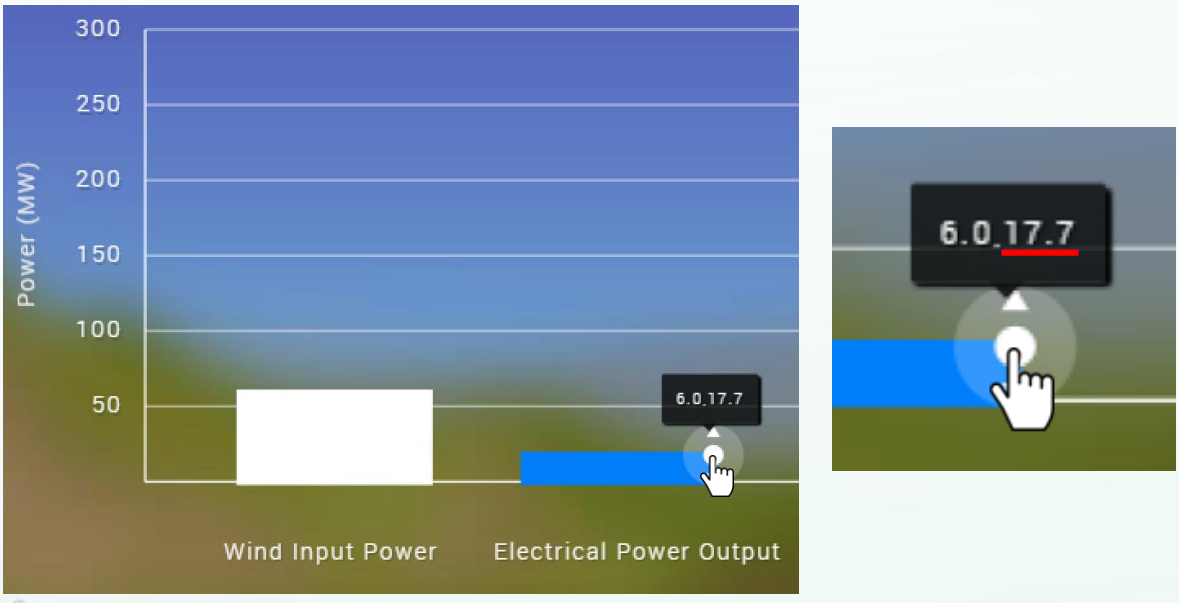
ภาพที่ 3 การอ่านค่าของข้อมูลในกราฟในโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

2. แผนภูมิแท่งแสดงค่ากำลังลมที่ป้อนเข้า (Wind Input Power) และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Electrical Power Output) **[หมายเลข 2c]**

การอ่านค่าข้อมูลในแผนภูมิแท่ง ให้คลิกซ้ายค้างที่จุดข้อมูลของแผนภูมิแท่งกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (แผนภูมิแท่งสีน้ำเงิน) จะปรากฏค่าดังภาพที่ 4 โดยอ่านตัวเลขที่อยู่ข้างหลังจุลภาค (,) ซึ่งเป็นค่าของข้อมูลในแกนตั้ง จากตัวอย่างในภาพที่ 4 สามารถอ่านค่าของข้อมูลได้ว่า

กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ เท่ากับ 17.7 เมกะวัตต์ หรือ Electrical Power Output = 17.7 MW

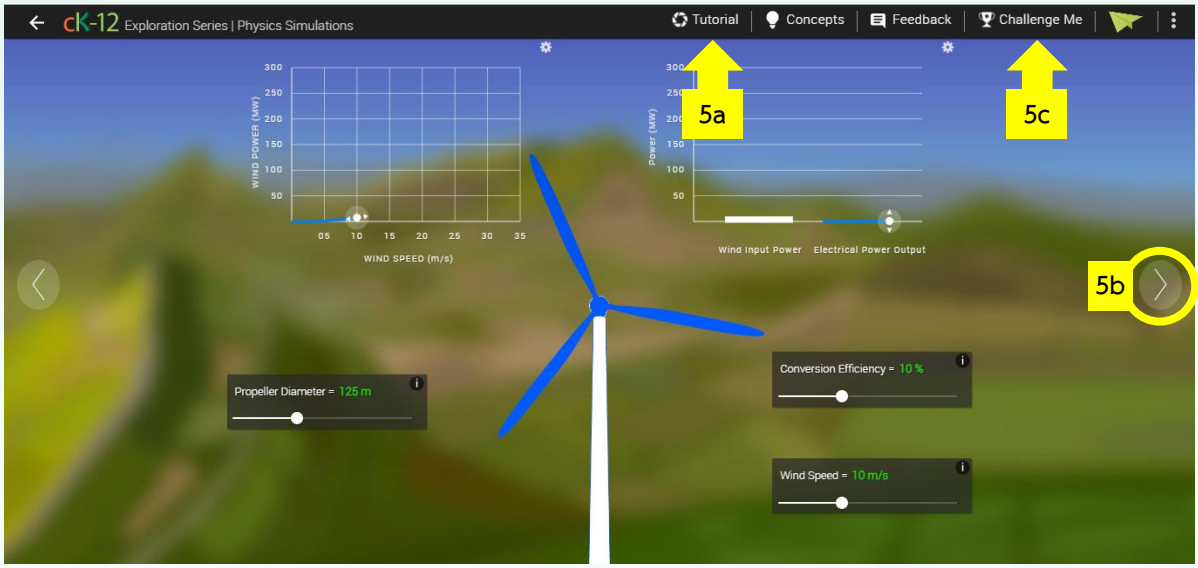
สำหรับแผนภูมิแท่งกำลังลมที่ป้อนเข้า (แผนภูมิแท่งสีขาว) ค่าของข้อมูลเป็นค่าเดียวกันกับกราฟกำลังลม



ภาพที่ 4 การอ่านค่าของข้อมูลในแผนภูมิแท่งในโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

นอกจากนี้ หน้าที่สองของโปรแกรมมีรายการอื่นที่น่าสนใจสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้ ดังภาพที่ 5 เช่น

- **Tutorial** เป็นวีดิทัศน์สาธิตการใช้งานโปรแกรม รับชมได้โดยคลิกที่รายการ**หมายเลข 5a**
- **หน้าถัดไป** มีโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการปรับค่าของตัวแปรต่าง ๆ ให้สำเร็จตามที่โจทย์กำหนด เข้าโดยคลิกที่ปุ่ม**หมายเลข 5b** แล้วคลิกเลือก Worksheet
- **Challenge Me** มีโจทย์ท้าทายสำหรับฝึกฝนการคิดวิเคราะห์ เข้าโดยคลิกที่รายการ**หมายเลข 5c**



ภาพที่ 5 รายการอื่นในหน้าที่สองของโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนใช้โปรแกรมการจำลองฯ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม โดยเติมข้อมูลในช่องว่างในตารางและตอบคำถาม

ชุดข้อมูลที่	อัตราเร็วลม Wind Speed (m/s)	เส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัด Propeller Diameter (m)	ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน Conversion Efficiency (%)	กำลังลมที่ป้อนเข้า Wind Input Power (MW)	กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ Electrical Power Output (MW)
1	10	150	30	10.6	3.2
	20	150	30		25.4
	30	150	30	286.3	85.8
2	30	100	30	127.2	38.2
	30	125	30	198.8	
	30	150	30	286.3	85.8
3	30	150	5	286.3	14.3
	30	150	10	286.3	28.6
	30	150	20	286.3	57.3
	30	150	30		

1. หากต้องการทราบว่า “ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานมีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้หรือไม่ อย่างไร” จะต้องเลือกชุดข้อมูลใดมาพิจารณา เพราะเหตุใด

   ☐ ชุดข้อมูลที่ 1 ☐ ชุดข้อมูลที่ 2 ☐ ชุดข้อมูลที่ 3

   เพราะ.....

   .....

   .....

2. หากเพื่อนของนักเรียนลงข้อสรุปจากชุดข้อมูลว่า “เมื่อเพิ่มขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดให้มากขึ้นจะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าน้อยลง” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของเพื่อนหรือไม่ หากเห็นด้วย นักเรียนใช้ชุดข้อมูลใดมาสนับสนุนข้อสรุปนี้ หากไม่เห็นด้วย นักเรียนใช้ชุดข้อมูลใดมาโต้แย้งข้อสรุปนี้

   ☐ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

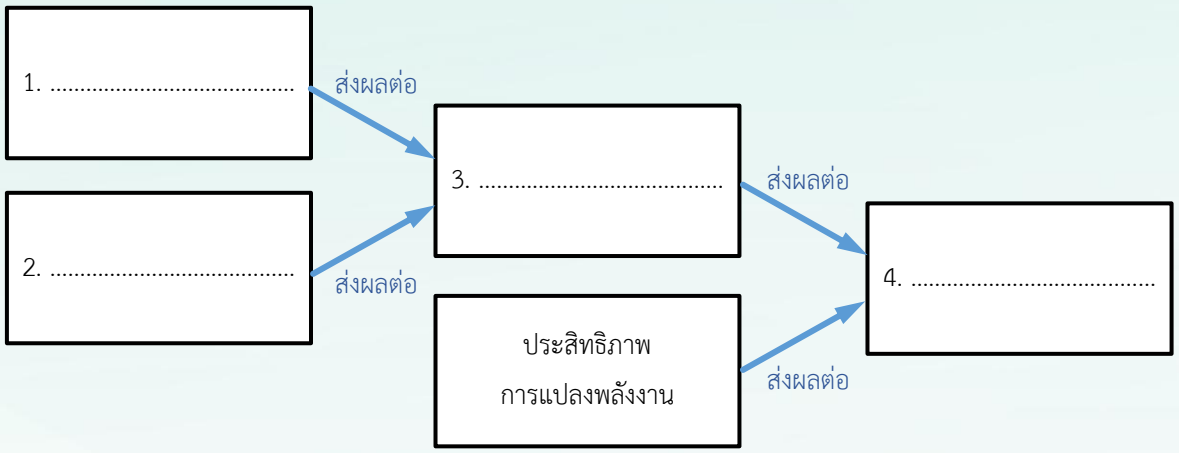
   เพราะ.....

   .....

   .....

3. ให้นำคำต่อไปนี้ไปเติมลงในช่องว่างในผังมโนทัศน์ให้ถูกต้อง

เส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัด กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ อัตราเร็วลม กำลังลมที่ป้อนเข้า



4. ให้เลือกชุดข้อมูลที่นักเรียนสนใจ 1 ชุด แล้วลงข้อสรุปจากชุดข้อมูลที่เลือก

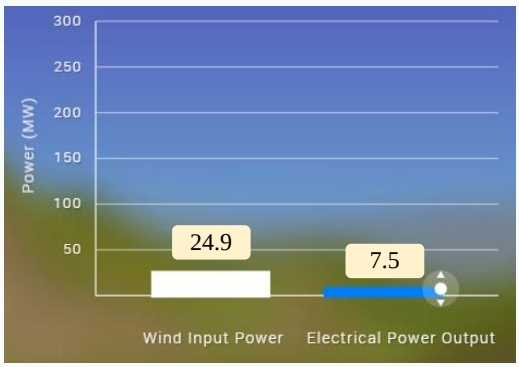
จาก ☐ ชุดข้อมูลที่ 1 ☐ ชุดข้อมูลที่ 2 ☐ ชุดข้อมูลที่ 3

สรุปได้ว่า.....

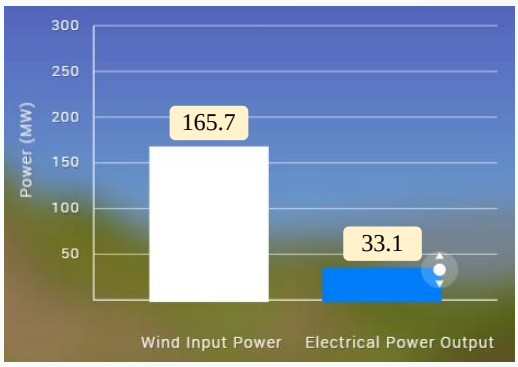
.....

.....

5. จากภาพแผนภูมิแท่งในโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมต่อไปนี้ ภาพใดแสดงถึงประสิทธิภาพการแปลงพลังงานที่มีค่ามากกว่า ทราบได้อย่างไร



☐ ภาพที่ 1



☐ ภาพที่ 2

ทราบได้จาก.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 – 5 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนใช้โปรแกรมการจำลองฯ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม โดยเติมข้อมูลในช่องว่างในตารางและตอบคำถาม

ชุดข้อมูลที่	อัตราเร็วลม Wind Speed (m/s)	เส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัด Propeller Diameter (m)	ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน Conversion Efficiency (%)	กำลังลมที่ป้อนเข้า Wind Input Power (MW)	กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ Electrical Power Output (MW)
1	10	150	30	10.6	3.2
	20	150	30	84.8	25.4
	30	150	30	286.3	85.8
2	30	100	30	127.2	38.2
	30	125	30	198.8	59.6
	30	150	30	286.3	85.8
3	30	150	5	286.3	14.3
	30	150	10	286.3	28.6
	30	150	20	286.3	57.3
	30	150	30	286.3	85.8

1. หากต้องการทราบว่า “ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานมีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้หรือไม่ อย่างไร” จะต้องเลือกชุดข้อมูลใดมาพิจารณา เพราะเหตุใด (**สมรรถนะ**: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

☐ ชุดข้อมูลที่ 1 ☐ ชุดข้อมูลที่ 2 ☑ ชุดข้อมูลที่ 3

เพราะ มีการกำหนดตัวแปรต้นเป็น ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน โดยตัวแปรอื่น ได้แก่ อัตราเร็วลม และเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด ถูกควบคุมให้คงที่ ดังนั้น ชุดข้อมูลนี้จึงใช้พิจารณาได้ว่า เมื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

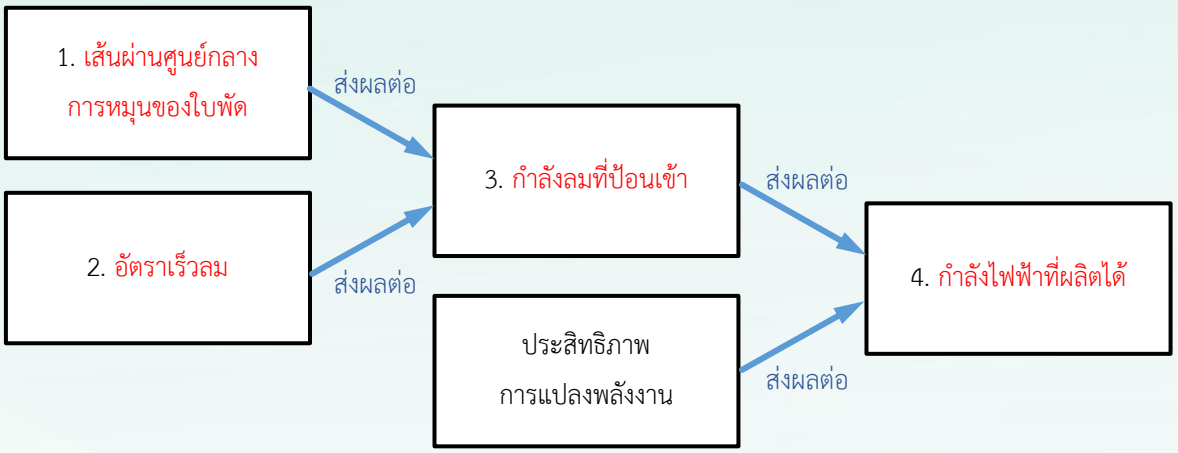
2. หากเพื่อนของนักเรียนลงข้อสรุปจากชุดข้อมูลว่า “เมื่อเพิ่มขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดให้มากขึ้น จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าน้อยลง” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของเพื่อนหรือไม่ หากเห็นด้วย นักเรียนใช้ชุดข้อมูลใดมาสนับสนุนข้อสรุปนี้ หากไม่เห็นด้วย นักเรียนใช้ชุดข้อมูลใดมาโต้แย้งข้อสรุปนี้

☐ เห็นด้วย ☑ ไม่เห็นด้วย (**สมรรถนะ**: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

เพราะ เมื่อดูที่ชุดข้อมูล 2 ที่กำหนดให้เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดมีค่ามากขึ้น โดยควบคุมให้อัตราเร็วลมและประสิทธิภาพการแปลงพลังงานคงที่ พบว่า กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มากขึ้น ไม่ใช่น้อยลง แสดงว่าข้อสรุปของเพื่อนไม่ถูกต้อง

3. ให้นำคำต่อไปนี้ไปเติมลงในช่องว่างในผังมโนทัศน์ให้ถูกต้อง **(สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

เส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัด กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ อัตราเร็วลม กำลังลมที่ปะทะเข้า



4. ให้เลือกชุดข้อมูลที่นักเรียนสนใจ 1 ชุด แล้วลงข้อสรุปจากชุดข้อมูลที่เลือก

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

จาก ☑ ชุดข้อมูลที่ 1 ☐ ชุดข้อมูลที่ 2 ☐ ชุดข้อมูลที่ 3

สรุปได้ว่า เมื่อเพิ่มอัตราเร็วลมให้มากขึ้น และควบคุมเส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัดและประสิทธิภาพการแปลงพลังงานให้คงที่ จะทำให้กำลังลมที่ปะทะเข้าและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มากขึ้น **หรือ**

จาก ☐ ชุดข้อมูลที่ 1 ☑ ชุดข้อมูลที่ 2 ☐ ชุดข้อมูลที่ 3

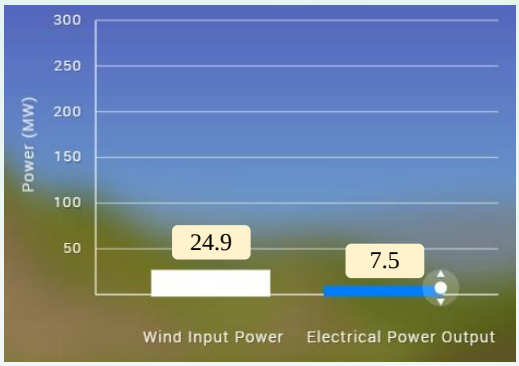
สรุปได้ว่า เมื่อเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัดให้มากขึ้น และควบคุมอัตราเร็วลมและประสิทธิภาพการแปลงพลังงานให้คงที่ จะทำให้กำลังลมที่ปะทะเข้าและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มากขึ้น **หรือ**

จาก ☐ ชุดข้อมูลที่ 1 ☐ ชุดข้อมูลที่ 2 ☑ ชุดข้อมูลที่ 3

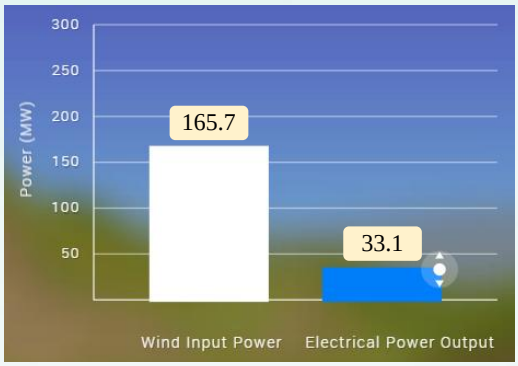
สรุปได้ว่า เมื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแปลงพลังงานให้มากขึ้น และควบคุมเส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัดและอัตราเร็วลมให้คงที่ จะทำให้กำลังลมที่ปะทะเข้าคงที่และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มากขึ้น

5. จากภาพแผนภูมิแท่งในโปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมต่อไปนี้ ภาพใดแสดงถึงประสิทธิภาพการแปลงพลังงานที่มีค่ามากกว่า ทราบได้อย่างไร

(**สมรรถนะ**: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)



☑ ภาพที่ 1



☐ ภาพที่ 2

ทราบได้จาก การคำนวณอัตราส่วนระหว่าง กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ต่อ กำลังลมที่ป้อนเข้า พบว่า ภาพที่ 1 ได้ค่าประสิทธิภาพการแปลงพลังงานประมาณ 30% ส่วนภาพที่ 2 ได้ค่าประสิทธิภาพประมาณ 20%

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 – 5 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมเพิ่มเติม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนใช้โปรแกรมการจำลองฯ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม และตอบคำถาม

1. หากปรับอัตราเร็วลมเป็น 30 เมตรต่อวินาที เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดเป็น 100 เมตร และประสิทธิภาพการแปลงพลังงานเป็น 20% กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นเท่าใด

.....

.....

2. พิจารณาข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมการจำลองฯ ดังต่อไปนี้

อัตราเร็วลม Wind Speed (m/s)	เส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัด Propeller Diameter (m)	ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน Conversion Efficiency (%)	กำลังลมที่ป้อนเข้า Wind Input Power (MW)	กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ Electrical Power Output (MW)
5	100	5	0.6	0.0
10	150	20	10.6	2.1
15	125	10	24.9	2.5
20	150	10	84.8	8.5
25	125	20	115.0	23.0
30	100	30	127.2	38.2

หากเพื่อนของนักเรียนลงข้อสรุปจากข้อมูลว่า “เมื่ออัตราเร็วลมมากขึ้น กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมากขึ้นตามไปด้วย” แต่นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวไม่ถูกต้อง นักเรียนจะโต้แย้งข้อสรุปดังกล่าวว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. นอกจากปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในโปรแกรมการจำลองฯ นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดอีกบ้างที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

☐ จำนวนใบพัด
☐ สีของใบพัด
☐ ความกว้างของใบพัด
☐ ประสิทธิภาพของชุดแกนหมุนของใบพัด
☐ ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของชุมชนในพื้นที่ที่ติดตั้งกังหันลม
☐ สภาพพื้นดินบริเวณที่ติดตั้งกังหันลม
☐ ความสูงจากพื้นดินของกังหัน
☐ ขนาดของฐานที่รองรับกังหันลม
☐ ความเข้มแสงในพื้นที่ที่ติดตั้งกังหันลม

3. ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของกังหันลม สัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้และกำลังลมที่ป้อนเข้าสู่กังหันลม ดังสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\%) = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้}}{\text{กำลังลมที่ป้อนเข้าสู่กังหันลม}} \times 100\%$$

หากกังหันลมเครื่องหนึ่ง ซึ่งมีประสิทธิภาพการแปลงพลังงานเท่ากับร้อยละ 22 ผลิตไฟฟ้าโดยมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เท่ากับ 66 เมกะวัตต์ กำลังลมที่ป้อนเข้าสู่กังหันลมจะมีค่าเท่าใด

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมเพิ่มเติม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนใช้โปรแกรมการจำลองฯ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม และตอบคำถาม

1. หากปรับอัตราเร็วลมเป็น 30 เมตรต่อวินาที เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดเป็น 100 เมตร และประสิทธิภาพการแปลงพลังงานเป็น 20% กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นเท่าใด

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

25.4 เมกะวัตต์ หรือ ประมาณ 25 เมกะวัตต์ (จากการประมาณค่า)

2. พิจารณาข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมการจำลองฯ ดังต่อไปนี้

อัตราเร็วลม Wind Speed (m/s)	เส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัด Propeller Diameter (m)	ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน Conversion Efficiency (%)	กำลังลมที่ป้อนเข้า Wind Input Power (MW)	กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ Electrical Power Output (MW)
5	100	5	0.6	0.0
10	150	20	10.6	2.1
15	125	10	24.9	2.5
20	150	10	84.8	8.5
25	125	20	115.0	23.0
30	100	30	127.2	38.2

หากเพื่อนของนักเรียนลงข้อสรุปจากข้อมูลว่า “เมื่ออัตราเร็วลมมากขึ้น กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมากขึ้นตามไปด้วย” แต่นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวไม่ถูกต้อง นักเรียนจะโต้แย้งข้อสรุปดังกล่าวว่าอย่างไร

(**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

ข้อสรุปดังกล่าวมาจากชุดข้อมูลที่ไม่ได้มีการควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ คือ ไม่ได้ควบคุมเส้นผ่านศูนย์กลางการหมุนของใบพัดและประสิทธิภาพการแปลงพลังงานให้คงที่ จึงเป็นการลงข้อสรุปที่ไม่เหมาะสมและถูกต้อง

2. นอกจากปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในโปรแกรมการจำลองฯ นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดอีกบ้างที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

- ☑ จำนวนใบพัด
- ☐ สีของใบพัด
- ☑ ความกว้างของใบพัด
- ☑ ประสิทธิภาพของชุดแกนหมุนของใบพัด
- ☐ ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของชุมชนในพื้นที่ที่ติดตั้งกังหันลม
- ☐ สภาพพื้นดินบริเวณที่ติดตั้งกังหันลม
- ☑ ความสูงจากพื้นดินของกังหัน
- ☐ ขนาดของฐานที่รองรับกังหันลม
- ☐ ความเข้มแสงในพื้นที่ที่ติดตั้งกังหันลม

3. ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของกังหันลม สัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้และกำลังลมที่ป้อนเข้าสู่กังหันลม ดังสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\%) = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้}}{\text{กำลังลมที่ป้อนเข้าสู่กังหันลม}} \times 100\%$$

หากกังหันลมเครื่องหนึ่ง ซึ่งมีประสิทธิภาพการแปลงพลังงานเท่ากับร้อยละ 22 ผลิตไฟฟ้าโดยมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เท่ากับ 66 เมกะวัตต์ กำลังลมที่ป้อนเข้าสู่กังหันลมจะมีค่าเท่าใด

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

300 เมกะวัตต์

กิจกรรมที่ 13

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.2 ม.1/6 และ ว 3.2 ม.1/7

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
2) แปลความหมายจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกได้
3) ลงข้อสรุปเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ปรากฏการณ์เรือนกระจก เกิดจากแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศกักเก็บความร้อนแล้วคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลก ทำให้อากาศบนโลกมีอุณหภูมิเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต แต่เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์บางอย่างส่งผลให้เกิดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศเพิ่มขึ้น การกักเก็บและคายความร้อนกลับสู่ผิวโลกก็จะเพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิของอากาศบนโลกสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นทุกคนจึงควรร่วมมือกันลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

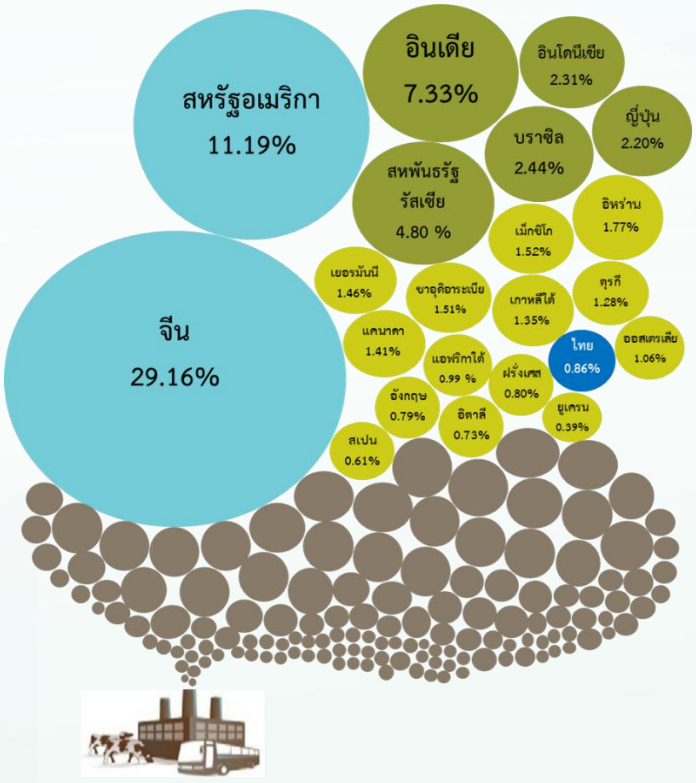
1) ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก: เรื่องจริง หรือ นวนิยาย? ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
2) ภาพการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของแต่ละประเทศในปี 2022 (ร้อยละ) ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
3) ภาพการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทย ปี 2561 ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด

6. การเตรียมล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

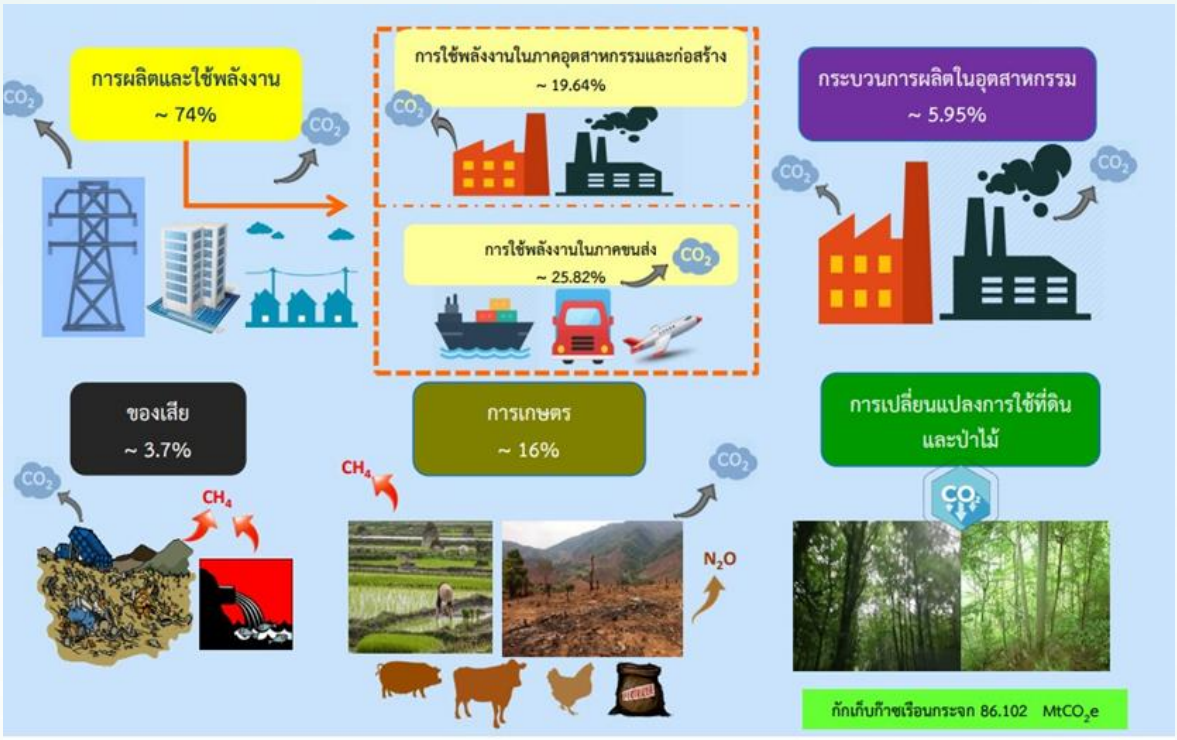
1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์เรือนกระจกในประเด็นว่า “นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับปรากฏการณ์เรือนกระจก”
2) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก เรื่องจริง หรือนวนิยาย? และตอบคำถาม จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลการตอบคำถาม
3) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาภาพที่ 1 การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของแต่ละประเทศในปี 2022 (ร้อยละ) จากนั้นผู้สอนตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบและร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้
   - ห้าอันดับแรกที่ปล่อยแก๊สเรือนกระจกมากที่สุดคือประเทศใดบ้าง ตอบตามลำดับ
     แนวคำตอบ จีน สหรัฐอเมริกา อินเดีย สหพันธรัฐรัสเซีย และบราซิล
   - นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดบ้างจากประเทศเหล่านี้ทำให้เกิดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก
     แนวคำตอบ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การขนส่ง การผลิตและใช้พลังงาน
   - ในปี 2022 ประเทศไทยปล่อยแก๊สเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละเท่าใด
     แนวคำตอบ ร้อยละ 0.86



ภาพที่ 1 การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของแต่ละประเทศในปี 2022 (ร้อยละ)

ที่มาภาพ : ดัดแปลงจาก ประเทศไทยกับพันธกิจในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) https://ghgreduction.tgo.or.th และ GHG emissions of all world countries https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023#emissions_table สืบค้นวันที่ 5 เมษายน 2567

4) ผู้สอนถามผู้เรียนว่า นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดบ้างที่ก่อให้เกิดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทย ให้ผู้เรียนตอบพร้อมอธิบายเหตุผล
5) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาภาพที่ 2 การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทย ปี 2561 และสรุปร่วมกันเกี่ยวกับกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก



ภาพที่ 2 การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทย ปี 2561

ที่มาภาพ : ดัดแปลงจาก ประเทศไทยกับพันธกิจในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และ การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของไทย https://ghgreduction.tgo.or.th สืบค้นวันที่ 5 เมษายน 2567

6) ผู้สอนให้ผู้เรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้

“ประเทศไทยปล่อยแก๊สเรือนกระจกเพียง 0.86% จึงไม่ต้องกังวลถึงปัญหานี้มากนัก เพียงแค่ช่วยกันปลูกป่าก็ลดปัญหานี้ได้แล้ว” และถามผู้เรียนว่าเห็นด้วยกับข้อความนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

และหากผู้เรียนไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ จะโต้แย้งอย่างไร มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ใดในการสนับสนุนข้อโต้แย้งดังกล่าว

แนวคำตอบ

- เห็นด้วย เนื่องจากการปลูกป่าก็อาจจะช่วยดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้เพียงพอสำหรับส่วนที่ประเทศไทยปลดปล่อยแล้ว หากดำเนินการในด้านอื่นเพิ่มขึ้นอาจส่งผลต่อเศรษฐกิจได้
- ไม่เห็นด้วย เนื่องจากแม้ประเทศไทยมีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกน้อยเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ แต่ประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นผลจากปรากฏการณ์เรือนกระจก จึงควรช่วยกันลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก

7) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ประเด็นดังนี้

- ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) เกิดจากการที่บรรยากาศมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไนโตรเจนออกไซด์ แก๊สมีเทน และแก๊สคลอโรฟลูออโรคาร์บอน แก๊สเหล่านี้ยอมให้รังสีจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้าสู่โลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีความร้อนเอาไว้ไม่ให้สะท้อนออกไป ทำให้ความร้อนแผ่ปกคลุมบริเวณผิวโลก และเมื่อแก๊สเหล่านี้มีปริมาณมากเกินไป อุณหภูมิที่ผิวโลกจึงสูงกว่าปกติ
- กิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุของการปล่อยแก๊สเรือนกระจก เช่น โรงงานอุตสาหกรรม การทำเกษตรกรรม การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการขนส่ง การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ นอกจากนี้ยังมีแก๊สเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น การเกิดไฟป่า การปะทุของภูเขาไฟ การหายใจของสิ่งมีชีวิต
- ผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ส่งผลให้น้ำแข็งขั้วโลกหลอมเหลว ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นเป็นสาเหตุให้เกิดการพังทลายบริเวณชายฝั่งทะเล รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านเกษตรและอุตสาหกรรมชายทะเล
- เราทุกคนสามารถช่วยลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกได้โดย
    - ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ และใช้พลังงานทดแทนรูปอื่น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ
    - ลดการตัดไม้ทำลายป่า และปลูกป่าทดแทน
    - ลดการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว และลดการเผาขยะ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ผู้สอนอาจนำไปบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (ม.1)
2) ผู้สอนอาจนำสื่อภาพเคลื่อนไหวจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อช่วยทบทวนและทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
3) ผู้เรียนบางกลุ่มอาจมีปัญหาด้านการตีความสถานการณ์และคำถาม ผู้สอนควรติดตามการทำกิจกรรมของผู้เรียน และอธิบายเพิ่มเติมหรือให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนอย่างเหมาะสมตามกลุ่มความสามารถของผู้เรียน
4) ผู้เรียนบางกลุ่มอาจมีปัญหาในการอ่านกราฟ ผู้สอนอาจทบทวนความรู้หรือแนะนำวิธีการอ่านกราฟให้ผู้เรียนก่อนการทำกิจกรรม
5) หากมีเวลาสอนเพียงพอ ผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนออกแบบนวัตกรรมเพื่อลดปริมาณแก๊สเรือนกระจก
6) ผู้สอนอาจพิจารณาเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมเป็น 1 หรือ 2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน
7) ผู้สอนสามารถขยายความรู้ไปยังเนื้อหาอื่น ๆ ให้กับผู้เรียนกลุ่มเก่งเพิ่มเติมได้ เช่น คาร์บอนเครดิต หรือ แก๊สเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากที่อ้างอิงในกิจกรรม โดยอาจให้ผู้เรียนสืบค้นหรือแนะนำแหล่งข้อมูลให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติม

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานด้านแก๊สเรือนกระจกของไทย

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) https://www.tgo.or.th

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก เรื่อง จริงหรือนวนิยาย?	- สามารถอธิบายสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เกิดจากปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยตอบคำถามข้อที่ 4 – 5 ได้ถูกต้อง
2) แปลความหมายจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามระหว่างการทำกิจกรรมและในใบกิจกรรม	- คำถามเกี่ยวกับภาพที่ 1 การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของแต่ละประเทศในปี 2022 (ร้อยละ) และภาพที่ 2	- สามารถแปลความหมายจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกจากภาพ รวมทั้งจากใบกิจกรรมได้ โดยตอบคำถามระหว่างเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
		การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทย ปี 2561 - ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก เรื่องจริงหรือนวนิยาย?	ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และตอบคำถามในใบกิจกรรมข้อที่ 1 – 3 ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ
3) ลงข้อสรุปเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม - พิจารณาจากการให้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อความที่กำหนดให้	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก เรื่อง จริงหรือนวนิยาย? - คำถามสำหรับการอภิปรายให้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง	- สามารถลงข้อสรุปเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกจากข้อความที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสมในระดับพอใช้ และตอบคำถามในใบกิจกรรมข้อที่ 1 – 3 ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ

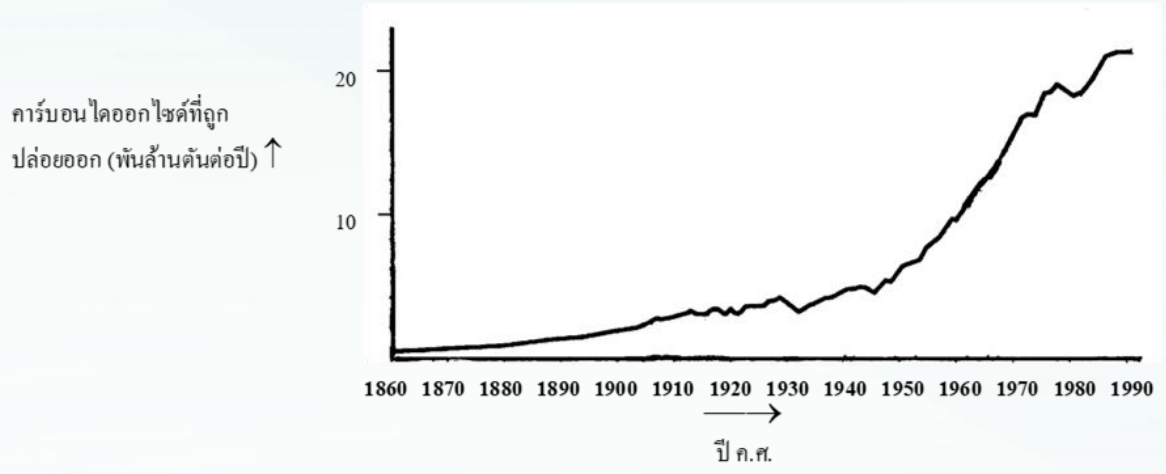
ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก: เรื่องจริงหรือ นวนิยาย?

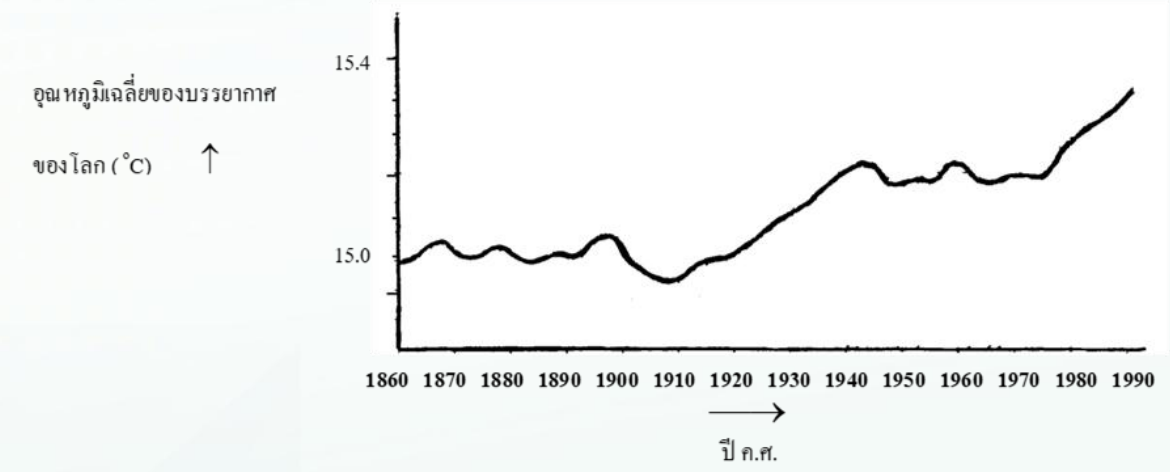
คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ มีการกล่าวถึงกันมากในศตวรรษที่ 20 อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกได้เพิ่มสูงขึ้นจริง หนังสือพิมพ์และวารสารต่าง ๆ มักบอกว่า ตัวการสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 คือ การเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

นักเรียนคนหนึ่งชื่ออัจฉริยะ สนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ที่อาจเป็นไปได้ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลก และ ปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาบนโลก

เขาค้นพบกราฟ 2 รูปในห้องสมุดดังต่อไปนี้





อัจฉริยะสรุปจากกราฟสองรูปนี้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกที่สูงขึ้น เป็นเพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาสู่โลกเพิ่มมากขึ้น

1. จากข้อมูลนักเรียนคิดว่า อัจฉริยะใช้หลักฐานใดในการลงข้อสรุปดังกล่าว

   .....

   .....

   .....

2. นักเรียนอีกคนหนึ่งชื่อ อัจฉราพร สรุปจากข้อมูลเดียวกันว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกไม่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนคิดว่า อัจฉราพรใช้หลักฐานใดในกราฟในการลงข้อสรุปดังกล่าว

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

3. นักเรียนเห็นด้วยกับอัจฉริยะหรืออัจฉราพร เพราะเหตุใด

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

4. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการเพิ่มปริมาณของแก๊สชนิดใดอีกได้บ้าง

   .....

   .....

5. การที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบใดบ้าง

   .....

   .....

เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ
(ข้อที่ 4 และ 5)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ และศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ
(ข้อที่ 1, 2 และ 3)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก: เรื่องจริงหรือ นวนิยาย?

1. จากข้อมูลนักเรียนคิดว่า อัจฉริยะใช้หลักฐานใดในการลงข้อสรุปดังกล่าว

   (**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

   แนวคำตอบ แนวโน้มของกราฟอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศโลก และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีลักษณะคล้ายกัน โดยมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

2. นักเรียนอีกคนหนึ่งชื่อ อัจฉราพร สรุปจากข้อมูลเดียวกันว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกไม่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนคิดว่า อัจฉราพรใช้หลักฐานใดในกราฟในการลงข้อสรุปดังกล่าว

   (**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

   แนวคำตอบ แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ และอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ มีบางช่วงเวลาที่ไม่สอดคล้องกัน เช่น

   ช่วงปี 1980-1983 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ลดลง แต่อุณหภูมิในช่วงเวลานั้นเพิ่มขึ้น

   ช่วงปี 1900-1910 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิในช่วงเวลานั้นลดลง

   ช่วงปี 1960-1970 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิในช่วงเวลานั้นลดลง

3. นักเรียนเห็นด้วยกับอัจฉริยะหรืออัจฉราพร เพราะเหตุใด

   (**สมรรถนะ:** ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

   แนวคำตอบ ตอบตามความเห็นของนักเรียน เช่น

   เห็นด้วยกับอัจฉริยะ เนื่องจากภาพรวมของกราฟทั้งสองสอดคล้องกัน แม้มีบางช่วงไม่สอดคล้องแต่อาจจะเกิดจากปัจจัยแทรกซ้อนอื่น

   เห็นด้วยกับอัจฉราพร เนื่องจากข้อมูลในกราฟทั้งสอง มีหลายช่วงเวลาที่ไม่สอดคล้องกัน

4. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการเพิ่มปริมาณของแก๊สชนิดใดอีกได้บ้าง

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   แนวคำตอบ แก๊สมีเทน ไนตรัสออกไซด์ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน ไอน้ำ

5. การที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบใดบ้าง

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   แนวคำตอบ สภาพอากาศเปลี่ยนแปลง น้ำแข็งหลอมเหลว ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เกิดการกัดเซาะของชายฝั่ง

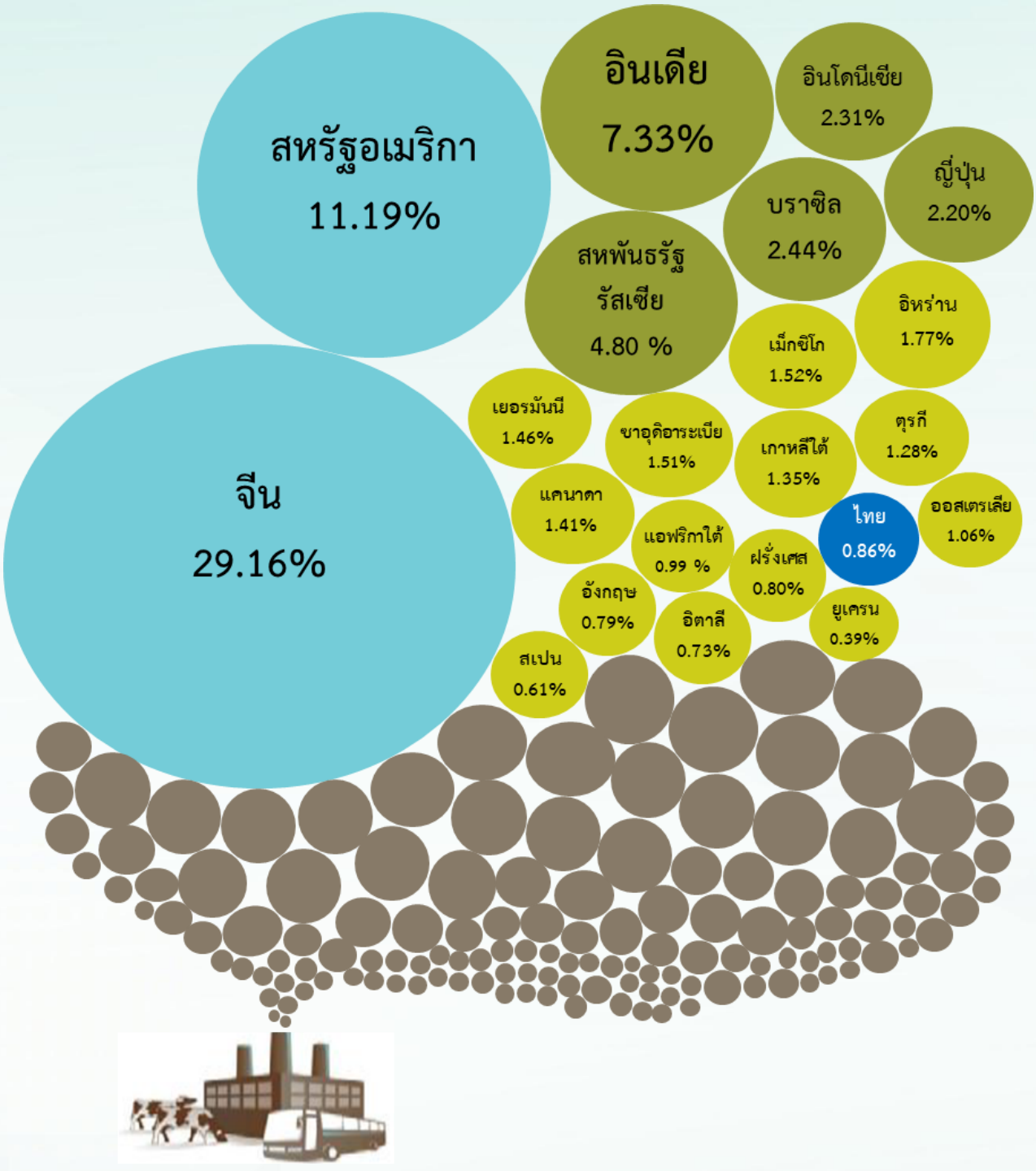
เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ
(ข้อที่ 4 และ 5)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

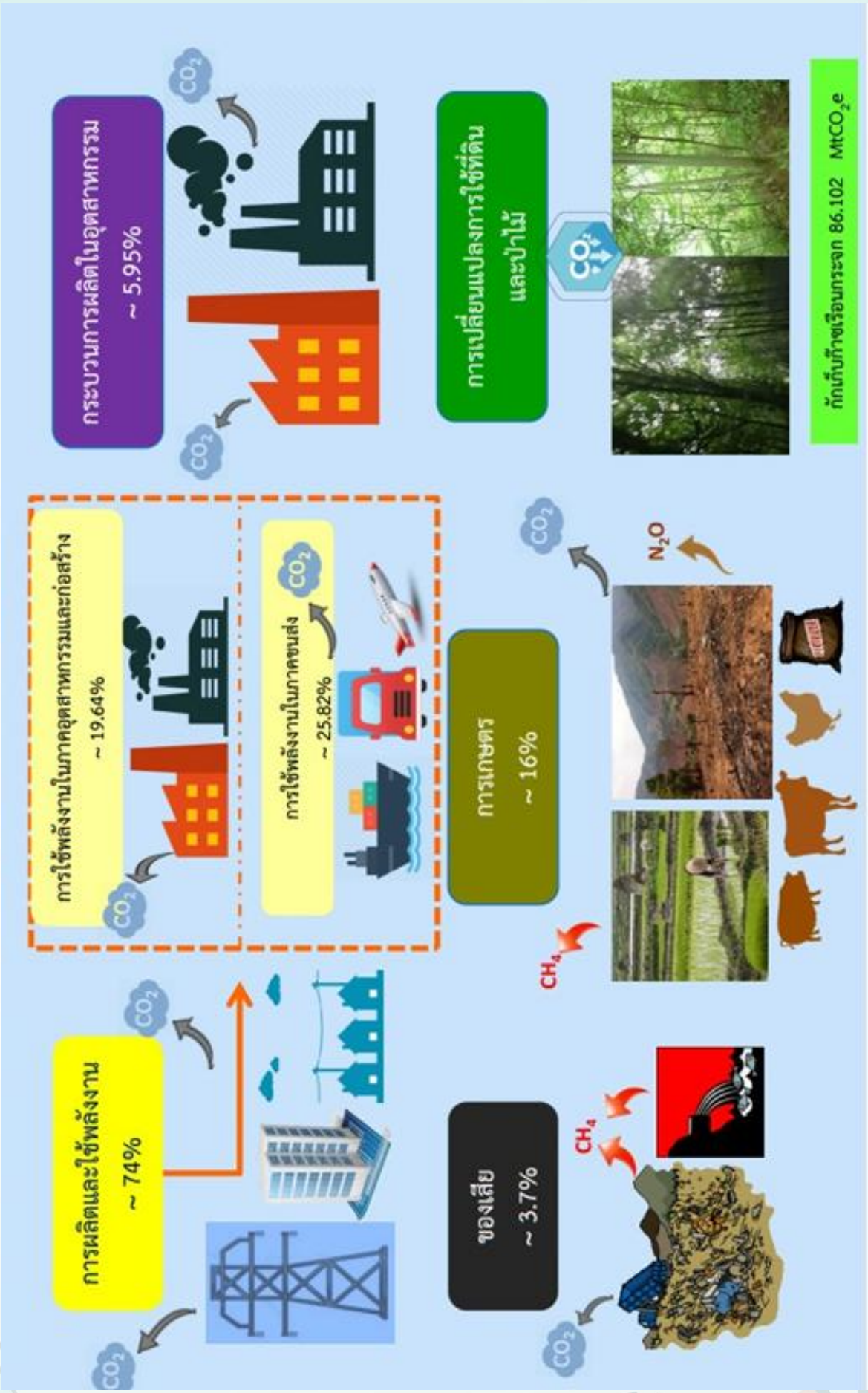
เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ และศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ
(ข้อที่ 1, 2 และ 3)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ภาพประกอบ



ภาพที่ 1 การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของแต่ละประเทศในปี 2022 (ร้อยละ)



ภาพที่ 2 การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทย ปี 2561

กิจกรรมที่ 14

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ฝนกรด **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.2 ม.2/5

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายสาเหตุของการเกิดฝนกรด ผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และแนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรดได้
2) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งเกี่ยวกับผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☐ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ในธรรมชาติ เมื่อน้ำฝนรวมตัวกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในอากาศจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ สามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับหินบางประเภทได้ เช่น หินปูน หินอ่อน ทำให้เกิดการกร่อนของหินที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ แต่จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่มีการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่อง อันมีสาเหตุสำคัญมาจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากเครื่องยนต์ การปล่อยควันพิษและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือกระบวนการตามธรรมชาติบางอย่าง เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สซัลเฟอร์-ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ในบริเวณดังกล่าวเป็นปริมาณมาก เมื่อรวมตัวกับน้ำฝน จะทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่ ที่เรียกว่า ฝนกรด เมื่อฝนกรดตกลงมายังพื้นโลกจะส่งผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้สิ่งก่อสร้างผุกร่อนเร็วกว่าปกติ สร้างความระคายเคืองต่อผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ทำให้แหล่งน้ำมีความเป็นกรดสูงขึ้นไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ทำให้ธาตุอาหารในดินของพืชลดลง

การลดผลกระทบจากฝนกรดทำได้โดยการควบคุมการเกิดสารประกอบของซัลเฟอร์และไนโตรเจน เช่น การเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำจัดมลพิษก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ภาพหินงอกหินย้อย จำนวน 1 ภาพ
2) ภาพสิ่งปลูกสร้าง รูปสลัก ที่เกิดการกร่อนโดยฝนกรด จำนวน 3 – 4 ภาพ
3) ใบความรู้ เรื่อง ฝนกรด (Acid Rain) เกิดขึ้นได้อย่างไร ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
4) ใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอภาพหินงอกหินย้อย และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับหินงอกหินย้อย ดังนี้



ภาพ ก.

ที่มาภาพ: https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33850 สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

- จากภาพ ก. นักเรียนคิดว่าเป็นภาพอะไร

แนวคำตอบ หินงอกหินย้อย

- สิ่งที่เห็นในภาพพบได้ที่ใด

แนวคำตอบ ในถ้ำ

- สิ่งที่เห็นในภาพเกิดขึ้นได้อย่างไร

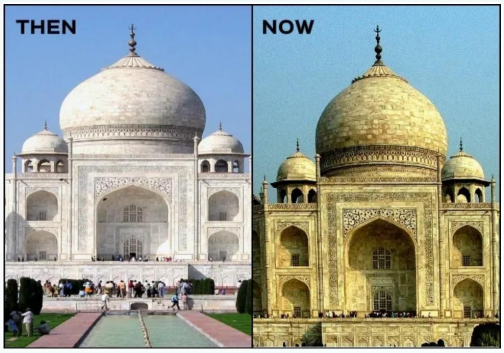
แนวคำตอบ น้ำฝนที่มีสภาพเป็นกรดไหลซึมลงสู่รอยแตกบริเวณโพรงหรือถ้ำหินปูน แล้วทำปฏิกิริยากับแร่แคลไซต์หรือแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ที่เป็นองค์ประกอบหลักของหินปูน ได้เป็นสารละลายแคลเซียมไบคาร์บอเนตหรือแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต $Ca(HCO_3)_2$ เมื่อน้ำระเหยออกไปจะเหลือสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมมีลักษณะเป็นแท่งหินบริเวณเพดานถ้ำหรือพื้นถ้ำ

ที่มา: https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/67016/-blo-sciear-sci- สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567

2) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับหินงอกหินย้อย ทำให้ได้ประเด็นหลักดังนี้
   - หินงอกหินย้อยเกิดจากปฏิกิริยาเคมีของน้ำฝนกับหินปูน
   - น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ เกิดจากการละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในหยดน้ำฝน
   - ปฏิกิริยาเคมีของน้ำฝนที่ทำให้เกิดการผุพังทางเคมีในหินปูน จนเกิดเป็นหินงอกหินย้อยใช้เวลายาวนาน
3) ผู้สอนนำภาพสิ่งปลูกสร้าง รูปสลัก ที่เกิดการกร่อนโดยฝนกรดให้ผู้เรียนพิจารณา เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องฝนกรด ดังนี้

   “สถานที่และรูปสลักในภาพมีการกร่อน นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุของการเกิดเป็นอย่างไร”

   แนวคำตอบ ฝนกรด การผุพังอยู่กับที่ การกร่อนโดยลม น้ำ ฯลฯ



ทัชมาฮาล ประเทศอินเดีย



วิหารพาเธนอน ในกรุงเอเธนส์ ประเทศกรีซ



รูปสลัก

ที่มาภาพ: 1) https://heritagetribune.eu/greece/climate-change-threatens-acropolis-and-other-ancient-greek-monuments/ สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567

2) https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/60065 สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2567

3) https://medium.com/the-naked-architect/the-taj-mahal-under-environmental-and-political-threat-7b3b8c4b7f6f สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2567

4) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า นักเรียนอยากรู้หรือไม่ว่าฝนกรดเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อเชื่อมโยงไปสู่กิจกรรมศึกษาใบความรู้และตอบคำถามในใบกิจกรรม
5) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน จากนั้นผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลในใบความรู้ เรื่อง ฝนกรด (Acid Rain) เกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับการเกิดฝนกรด ผลกระทบ และแนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรด แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามในใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด
6) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด โดยเชื่อมโยงความรู้จากการศึกษาใบความรู้ จากนั้นสุ่มตัวแทน 2 – 3 กลุ่ม นำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมทีละข้อ โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้
   - ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของใบความรู้มาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง
   - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้หรือไม่ และควรปรับแก้อย่างไร
   - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
7) ผู้สอนตั้งประเด็นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นเกี่ยวกับผลกระทบของฝนกรดและแนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรด ดังต่อไปนี้

   7.1) ถ้ามีผู้กล่าวว่า **"ฝนกรดจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของภูเขาหินปูนหรือสิ่งก่อสร้างที่เป็นหินปูนเท่านั้น"** นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

   แนวคำตอบ

   - เห็นด้วย เพราะฝนกรดทำปฏิกิริยากับหินปูน
   - ไม่เห็นด้วย เพราะฝนกรดยังส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของพืช สัตว์ และมนุษย์
   - ไม่เห็นด้วย เพราะฝนกรดส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ ทำให้น้ำมีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น
   - ไม่เห็นด้วย เพราะฝนกรดสร้างความระคายเคืองต่อผิวหนัง ดวงตา และระบบทางเดินหายใจ รวมไปถึงระบบทางเดินอาหารของมนุษย์

   จากนั้นผู้สอนให้ตัวแทนผู้เรียน 3 – 4 คน นำเสนอคำตอบ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นได้เสนอความคิดเห็นและอภิปรายว่าเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

   7.2) ถ้ามีผู้กล่าวว่า **"รัฐบาลควรมีนโยบายเรียกเก็บภาษีเพิ่มเติมกับโรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นต้นเหตุในการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งก่อให้เกิดฝนกรด"** นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ

- เห็นด้วย เพราะโรงงานอุตสาหกรรมจะลดการปล่อยหรือมีมาตรการควบคุมการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งก่อให้เกิดฝนกรด
- ไม่เห็นด้วย เพราะอาจทำให้สินค้าอุปโภคบริโภคมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสินค้าเกี่ยวกับการอุปโภคบริโภคขึ้นราคาสินค้าจากภาษีที่เพิ่มขึ้น

จากนั้นผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นสองกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนกลุ่มหนึ่งแสดงบทบาทสมมติเป็นฝ่ายผู้ได้รับผลกระทบจากโรงงาน ที่ต้องอภิปรายให้เหตุผลสนับสนุนนโยบายดังกล่าว ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเป็นฝ่ายตัวแทนจากโรงงาน ที่ต้องอภิปรายให้เหตุผลโต้แย้งนโยบายดังกล่าว

8) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
   - ในธรรมชาติ อากาศจะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบอยู่เล็กน้อย เมื่อน้ำฝนรวมตัวกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน สามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับหินบางประเภทที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบได้ เช่น หินปูน หินอ่อน ทำให้พบการกร่อนของหินปูนได้โดยทั่วไป แต่จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่มีการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่อง อันมีสาเหตุสำคัญจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากเครื่องยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม หรือกระบวนการตามธรรมชาติบางอย่าง เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นปริมาณมาก เมื่อรวมตัวกับน้ำฝน จะทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่ ที่เรียกว่า ฝนกรด เมื่อฝนกรดตกลงมายังพื้นโลกจะส่งผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การลดผลกระทบจากฝนกรดทำได้โดยการควบคุมการเกิดสารประกอบของซัลเฟอร์และไนโตรเจน
   - การสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ควรมีการสืบค้น ประเมิน และสื่อสารข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยเป็นข้อมูลที่สำคัญ ครอบคลุม และมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ต้องการค้นหาคำตอบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ผู้สอนอาจนำไปบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีรอบตัว (ม.3) หรือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก (ม.2) หรือ การเกิดหินงอก หินย้อย (ม.2)
2) ผู้สอนอาจนำสื่อภาพเคลื่อนไหวจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อช่วยทบทวนและทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
3) ในขั้นตอนการเชื่อมโยงเข้าสู่ เรื่อง ฝนกรด ผู้สอนอาจนำภาพสิ่งปลูกสร้าง รูปสลัก ที่เกิดการกร่อนโดยฝนกรดที่พบเห็นในท้องถิ่นของผู้เรียนให้ผู้เรียนพิจารณา เพื่อช่วยดึงดูดหรือกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
4) ผู้เรียนบางกลุ่มอาจมีปัญหาด้านการตีความสถานการณ์และคำถาม ผู้สอนควรติดตามการทำกิจกรรมของผู้เรียน และอธิบายเพิ่มเติมหรือให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนอย่างเหมาะสมตามกลุ่มความสามารถของผู้เรียน

5) ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ข้อ 7) ซึ่งเป็นกิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวกับผลกระทบของฝนกรดและแนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรด ผู้สอนอาจเลือกให้ผู้เรียนอภิปรายเพียงประเด็นใดประเด็นหนึ่ง
6) ผู้สอนอาจพิจารณาเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมเป็น 1 หรือ 2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน
7) ผู้สอนสามารถขยายความรู้ไปยังเนื้อหาอื่น ๆ ให้กับผู้เรียนกลุ่มเก่งเพิ่มเติมได้ เช่น ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยอาจให้ผู้เรียนสืบค้นหรือแนะนำแหล่งข้อมูลให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติม

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) หินงอกหินย้อยเกิดขึ้นได้อย่างไร.
   - https://www.youtube.com/watch?v=N4pyt82qtDY สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567
   - https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/67016/-blo-sciear-sci-
   - สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567
2) ฝนกรด (Acid Rain) เกิดขึ้นได้อย่างไร
   - https://ngthai.com/science/27149/acid-rain/ สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567
3) ผลกระทบของฝนกรด
   - https://youtu.be/CHdyGohKPhQ?si=cao-LmkPskyGOLrw สืบค้นวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2568

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายสาเหตุของการเกิดฝนกรด ผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และแนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรดได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับฝนกรดไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 3 ได้ถูกต้อง
2) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งเกี่ยวกับผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาจากการให้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อความที่กำหนดให้ - สังเกตพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน	- คำถามสำหรับการอภิปรายให้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง - แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน	- สามารถใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งเกี่ยวกับผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมในระดับพอใช้

ใบความรู้ เรื่อง ฝนกรด (Acid Rain) เกิดขึ้นได้อย่างไร

ในอากาศประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่เล็กน้อย (0.035 % โดยปริมาตร) เมื่อหยดน้ำขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในอากาศรวมกันเป็นเมฆและตกลงมาเป็นฝน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะสามารถรวมตัวกับน้ำทำให้เกิดกรดคาร์บอนิกในน้ำฝน ดังสมการ

$$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3$$

ฝน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กรดคาร์บอนิก

น้ำฝนที่มีสมบัติเป็นกรดอ่อน สามารถที่จะละลายหินบางประเภทได้ดี เช่น หินปูน และหินอ่อน เป็นต้น สภาพแวดล้อมในปัจจุบัน มลพิษทางอากาศจากท่อไอเสียรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้น้ำฝนมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

หินปูน หินอ่อน เป็นหินที่พบบริเวณผิวโลก ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นส่วนใหญ่ และเป็นหินที่สามารถละลายได้อย่างช้า ๆ กับฝนที่มีสมบัติเป็นกรดอ่อน ดังสมการ

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2(HCO_3^-)$$

หินปูน กรดคาร์บอนิก ประจุแคลเซียม ประจุไบคาร์บอเนต

สาเหตุของการเกิดฝนกรด

ในธรรมชาติ เมื่อเกิดการระเบิดของภูเขาไฟ หรือเกิดไฟป่า หรือการเน่าเปื่อยของซากพืช มักเป็นสาเหตุของการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide: SO_2) ปริมาณมากเข้าสู่ชั้นบรรยากาศโลก ทำให้ฝนที่ตกลงมาในช่วงเวลานั้นมีฤทธิ์เป็นกรดมากกว่าน้ำฝนปกติ แต่ปรากฏการณ์ฝนกรดในธรรมชาติเกิดขึ้นไม่บ่อยครั้ง

นอกจากนี้ กิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ปริมาณมหาศาล โดยเฉพาะจากการเผาไหม้ถ่านหินในอุตสาหกรรมไฟฟ้า การปล่อยควันพิษและของเสียจากโรงงานต่าง ๆ รวมไปถึงมลพิษจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สพิษออกมาเป็นปริมาณมาก ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำฝนแล้ว จะทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่ ที่เรียกว่า ฝนกรด ด้วยเช่นกัน

แก๊สพิษสำคัญที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่จะทำให้เกิดฝนกรดมี 2 ชนิด คือ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือแก๊สไนตริกออกไซด์ ซึ่งแก๊สพิษนี้เมื่อลอยขึ้นไปในบรรยากาศ จะละลายกับหยดน้ำฝน ทำให้เกิดเป็นกรดได้ขึ้นกับชนิดของแก๊สที่เข้ารวมตัวกับน้ำฝน ดังนี้

สมการเคมีการเกิดฝนกรดจากแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

$$2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2SO_3\,(g)$$

(แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์) (แก๊สออกซิเจน) (แก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์)

$$SO_3\,(g) + H_2O\,(l) \longrightarrow H_2SO_4\,(aq)$$

(แก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์) (น้ำ) (กรดซัลฟิวริก)

สมการเคมีการเกิดฝนกรดจากออกไซด์ของไนโตรเจน

$$2NO\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2NO_2\,(g)$$

(แก๊สไนตริกออกไซด์) (แก๊สออกซิเจน) (แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์)

$$3NO_2\,(g) + H_2O\,(l) \longrightarrow 2HNO_3\,(aq) + NO$$

(แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์) (น้ำ) (กรดไนตริก) (แก๊สไนตริกออกไซด์)

ผลกระทบจากปรากฏการณ์ฝนกรด

1. **ความเสียหายต่อดินและป่าไม้** ฝนกรดส่งผลกระทบต่อธาตุอาหารของพืชในดิน โดยละลายและพัดพาสารอาหารที่จำเป็น เช่น แคลเซียม (Calcium) แมกนีเซียม (Magnesium) และโพแทสเซียม (Potassium) ในดินลงสู่แหล่งน้ำ รวมถึงสารพิษต่าง ๆ เช่น อะลูมิเนียม (Aluminum) และปรอท (Mercury) ทำให้พืชดูดซึมธาตุอาหารเหล่านี้ได้ยาก นอกจากนี้ การมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศปริมาณมาก ยังส่งผลต่อกระบวนการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และการทำงานของปากใบ ซึ่งลดทอนความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ฝนกรดยังสร้างความเสียหายทางกายภาพต่อต้นไม้อีกด้วย ทำให้ป่าไม้มีความเสี่ยงต่อการติดโรคและเผชิญกับภัยจากแมลงต่าง ๆ
2. **ความเสียหายต่อแหล่งน้ำและสิ่งมีชีวิต** ฝนกรดสร้างผลกระทบทางระบบนิเวศมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อแหล่งน้ำในธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นทะเลสาบ ลำธาร พื้นที่ชุ่มน้ำ หรือแหล่งน้ำบาดาล ฝนกรดทำให้น้ำมีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น รวมถึงการพัดพาสารพิษต่าง ๆ ในดินลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลเสียต่อสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ ซึ่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจสร้างความเสียหายต่อเนื่องไปยังสิ่งมีชีวิตลำดับถัดไปในโซ่อาหาร และทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลในท้ายที่สุด
3. **ความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้าง** ฝนกรดทำให้โครงสร้างทางกายภาพเสียหาย โดยเฉพาะอาคารที่สร้างจากหินปูนและหินอ่อน รวมไปถึงสิ่งของหรือยานพาหนะที่มีส่วนประกอบของเหล็ก ซึ่งฝนกรดทำให้เกิดการผุกร่อนรวดเร็วกว่าปกติ

4. ผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ ฝนกรดเป็นมลพิษทางอากาศชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถสร้างความระคายเคืองต่อผิวหนัง ดวงตา และระบบทางเดินหายใจ รวมไปถึงระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากการบริโภคน้ำฝนที่เพิ่งตกลงมาใหม่ ๆ อาจเสี่ยงต่อการดื่มน้ำที่มีสภาวะเป็นกรดและมีสารพิษปนเปื้อน

การอยู่นอกเขตพื้นที่เมืองหรืออุตสาหกรรม ไม่สามารถช่วยให้เราหลบเลี่ยงผลกระทบจากปรากฏการณ์ฝนกรดที่เกิดขึ้นนี้ได้ แหล่งน้ำในพื้นที่ห่างไกล หรือแม้แต่ป่าไม้บนภูเขาสูง ต่างได้รับผลกระทบจากฝนกรดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เพราะกระแสลมสามารถพัดพาทั้งฝน หิมะ ฝุ่นละออง และหมอกที่มีการปนเปื้อนของมลพิษไปได้ไกลหลายร้อยกิโลเมตร ดังนั้น ปัญหาของฝนกรดจะยังคงอยู่ ตราบใดที่มนุษย์เรายังทำการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในปริมาณมหาศาลทุกวัน

แนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรดทำได้โดยการควบคุมแหล่งกำเนิดสารประกอบของซัลเฟอร์และไนโตรเจนในบรรยากาศ เช่น

1. เลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ต่ำ
2. ปรับปรุงการสันดาปของเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อควบคุมการเกิดสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจน ด้วยการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงกว่า 1,500 องศาเซลเซียส
3. ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการสันดาปของเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม
4. การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำจัดมลพิษก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ

ที่มา: 1) https://ngthai.com/science/27149/acid-rain/ สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567

2) https://saranukromthai.or.th/oldchild/1338 สืบค้นวันที่ 5 มีนาคม 2568

ใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

รูปถ่ายข้างล่างนี้ เป็นรูปแกะสลักที่เรียกว่า แคริยาทิด ซึ่งถูกสร้างไว้ที่มหาวิหารอโครโพลิสในกรุงเอเธนส์เมื่อกว่า 2,500 ปีมาแล้ว รูปแกะสลักนี้ทำด้วยหินชนิดหนึ่งที่เรียกว่า หินอ่อน หินอ่อนประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต

ในปี ค.ศ.1980 รูปแกะสลักเดิมถูกย้ายมาอยู่ภายในพิพิธภัณฑ์ของอโครโพลิสและเอารูปสลักจำลองวางไว้แทนที่ เนื่องจากรูปแกะสลักเดิมถูกกัดกร่อนจากฝนกรด



1. จากข้อมูลพบว่า รูปแกะสลักเดิมถูกกัดกร่อนจากฝนกรด นักเรียนคิดว่าฝนกรดเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ผลกระทบที่เกิดจากฝนกรดมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. การป้องกันและแก้ไขปัญหาฝนกรดทำได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**
ตอบถูกต้องทั้ง 3 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

รูปถ่ายข้างล่างนี้ เป็นรูปแกะสลักที่เรียกว่า แคริยาทิด ซึ่งถูกสร้างไว้ที่มหาวิหารอโครโพลิสในกรุงเอเธนส์เมื่อกว่า 2,500 ปีมาแล้ว รูปแกะสลักนี้ทำด้วยหินชนิดหนึ่งที่เรียกว่า หินอ่อน หินอ่อนประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต

ในปี ค.ศ.1980 รูปแกะสลักเดิมถูกย้ายมาอยู่ภายในพิพิธภัณฑ์ของอโครโพลิสและเอารูปสลักจำลองวางไว้แทนที่ เนื่องจากรูปแกะสลักเดิมถูกกัดกร่อนจากฝนกรด



1. จากข้อมูลพบว่า รูปแกะสลักเดิมถูกกัดกร่อนจากฝนกรด นักเรียนคิดว่าฝนกรดเกิดขึ้นได้อย่างไร

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ เกิดจากน้ำฝนทำปฏิกิริยากับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์และแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ จากโรงงานอุตสาหกรรม หรือการระเบิดของภูเขาไฟ เกิดเป็นสารละลายกรดซัลฟิวริกหรือสารละลายกรดไนตริก ทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่

2. ผลกระทบที่เกิดจากฝนกรดมีอะไรบ้าง

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ - ทำให้สิ่งก่อสร้างผุกร่อนเร็วกว่าปกติ

- สร้างความระคายเคืองต่อผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจของมนุษย์
- ทำให้แหล่งน้ำมีความเป็นกรดสูงขึ้น ไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ
- ทำให้ธาตุอาหารในดินของพืชลดลง

3. การป้องกันและแก้ไขปัญหาฝนกรดทำได้อย่างไร

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ - การเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ต่ำ

- ใช้พลังงานทดแทนจากธรรมชาติทดแทนเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ

- ควบคุมการปล่อยควันจากโรงงานอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้าให้มีการจำกัดแก๊สซัลเฟอร์-ออกไซด์และแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ก่อนกำจัดออกสู่บรรยากาศ

- ควบคุมเครื่องจักรกลของโรงงานอุตสาหกรรมให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**
ตอบถูกต้องทั้ง 3 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

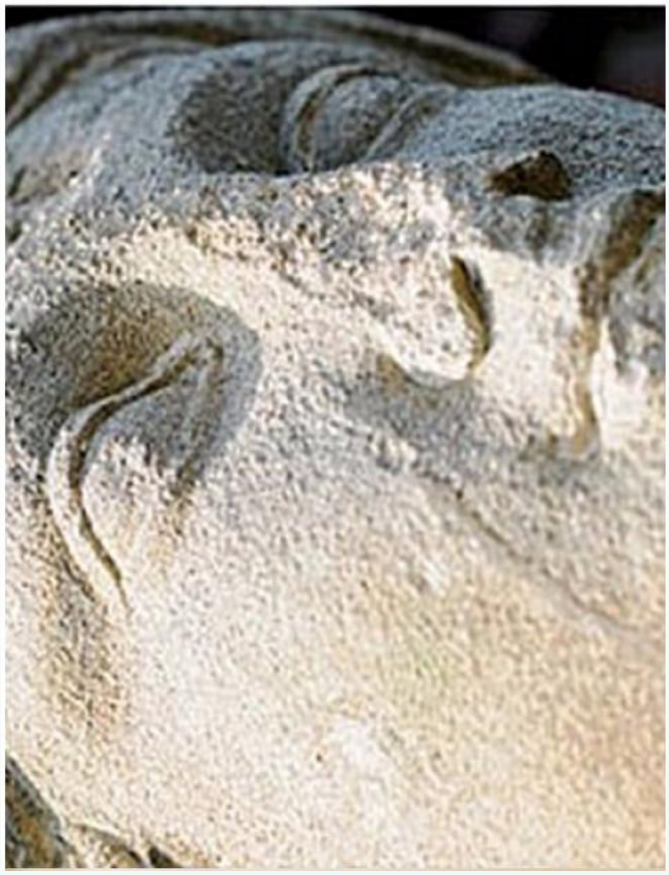
ภาพประกอบ



ที่มา: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิหารพาเธนอน ในกรุงเอเธนส์ ประเทศกรีซ





รูปสลัก

กิจกรรมที่ 15

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง แกรนด์แคนยอน **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.2 ม.2/5

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการพัดพาที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบหุบผาลึกได้
2) ระบุคำถามที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกที่สามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้
3) ประเมินและใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกได้ถูกต้องเหมาะสม

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☑ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

หุบผาลึกหรือแคนยอน (Canyon) เป็นลักษณะของผิวโลกที่เป็นหุบผาลึกที่มักเกิดในเขตภูมิอากาศแห้งแล้งที่มีฝนตกเป็นครั้งคราว เกิดจากน้ำไหลกัดเซาะหินจนเป็นร่องลึกลงไปจนเหลือให้เห็นเป็นหน้าผาที่สูงชันทั้งสองฝั่ง เช่น แกรนด์แคนยอน ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นแคนยอนที่เกิดจากการกร่อนของหินในพื้นที่โดยการกระทำของกระแสน้ำจากแม่น้ำโคโลราโดเมื่อหลายล้านปีก่อน

กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบแคนยอน ประกอบด้วย

การผุพังอยู่กับที่ เป็นกระบวนการที่ทำให้หินผุพังลงที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพและทางเคมี เช่น กระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ระยะเวลา แรงโน้มถ่วงของโลก ความเป็นกรดของฝน

การกร่อนและการพัดพา เป็นกระบวนการที่ทำให้เศษหินหรือตะกอนถูกนำพาให้หลุดไปหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม โดยตัวนำพาหรือปัจจัยต่าง ๆ เช่น กระแสน้ำ ธารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงของโลก ภูมิประเทศ ระยะเวลา

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

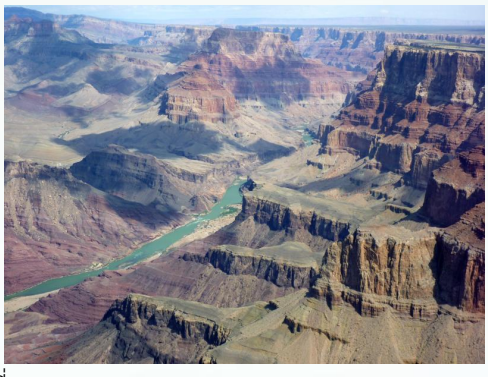
1) ภาพภูมิประเทศแบบหุบผาลึก (Canyon) จำนวน 1 ภาพ
2) ใบความรู้ เรื่อง ภูมิประเทศแบบหุบผาลึก (Canyon) ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอนเมืองไทย ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอภาพภูมิประเทศแบบหุบผาลึก (Canyon) และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางธรณี ดังนี้



- พื้นที่นี้มีสภาพภูมิประเทศโดดเด่นอย่างไร
  แนวคำตอบ หุบผาลึก หน้าผา แม่น้ำ ภูเขา ฯลฯ
- นักเรียนคิดว่ากระบวนการธรรมชาติใดบ้างที่ทำให้เกิดภูมิประเทศในลักษณะนี้
  แนวคำตอบ การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน ฯลฯ

ที่มาภาพ : https://www.americansouthwest.net/arizona/grand_canyon/comanche-north_l.html
สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า นักเรียนคิดว่าลักษณะภูมิประเทศดังภาพเกิดขึ้นได้อย่างไร จากนั้นผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลในใบความรู้ เรื่อง ภูมิประเทศแบบหุบผาลึก (Canyon) ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับการเกิดภูมิประเทศแบบหุบผาลึก และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้อง จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน
3) ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน โดยเชื่อมโยงความรู้จากการศึกษาใบความรู้ เรื่อง ภูมิประเทศแบบหุบผาลึก (Canyon) จากนั้นให้สุ่มตัวแทน 1 – 2 กลุ่ม นำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรม โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้

- ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของสถานการณ์ในใบกิจกรรม มาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง
- นักเรียนคนอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ เพราะเหตุใด
- คำตอบของเพื่อนครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
- คำตอบของเพื่อนมีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร
- นักเรียนคนใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบนี้หรือไม่ อย่างไร

4) ผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันถึงสถานที่ที่เรียกว่า แกรนด์แคนยอนเมืองไทย เชื่อมโยงไปสู่กิจกรรมการอภิปรายเพื่อให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคำถาม ดังนี้
   - นักเรียนคิดว่าประเทศไทยเรามีภูมิประเทศแบบแคนยอนหรือไม่
   - นักเรียนคิดว่าสถานที่ท่องเที่ยวที่เรียกว่า แกรนด์แคนยอนเมืองไทย ดังกล่าวมีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบเขาลึกจริงหรือไม่
5) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อคำตอบถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอนเมืองไทย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพลักษณะพื้นที่ ภูมิประเทศ และทางน้ำไหล จากภาพสถานการณ์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งภายในกลุ่มว่า “สถานที่ดังกล่าวมีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด”
6) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอคำตอบของกลุ่ม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลุ่มอื่นได้เสนอความคิดเห็นและอภิปรายว่าเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร
7) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
   - หุบผาลึกหรือแคนยอน (Canyon) เป็นลักษณะของผิวโลกที่เป็นหุบผาลึกที่มักเกิดในเขตภูมิอากาศแห้งแล้งที่มีฝนตกเป็นครั้งคราว เกิดจากน้ำไหลกัดเซาะหินจนเป็นร่องลึกลงไปจนเหลือให้เห็นเป็นหน้าผาที่สูงชันทั้งสองฝั่ง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบแคนยอน ประกอบด้วย

     การผุพังอยู่กับที่ เป็นกระบวนการที่ทำให้หินผุพังลงที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น กระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ระยะเวลา แรงโน้มถ่วงของโลก ความเป็นกรดของฝน

     การกร่อนและการพัด เป็นกระบวนการที่ทำให้เศษหินหรือตะกอนถูกนำพาให้หลุดไปหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม โดยตัวนำพาหรือปัจจัยต่าง ๆ เช่น กระแสน้ำ ธารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงของโลก ภูมิประเทศ ระยะเวลา
   - การสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ควรมีการสืบค้น ประเมิน และสื่อสารข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยเป็นข้อมูลที่สำคัญ ครอบคลุม และมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ต้องการค้นหาคำตอบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) แนะนำให้ผู้สอนจัดกิจกรรมนี้ให้กับผู้เรียนภายหลังจากที่ผู้เรียนได้ผ่านการเรียนในเนื้อหา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีของผิวโลก (ม.2) มาแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาของกิจกรรมนี้ได้ง่ายขึ้น
2) ผู้สอนอาจนำสื่อสามมิติจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะภูมิประเทศแบบหุบผาลึกมากยิ่งขึ้น
3) ผู้สอนอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอภาพภูมิประเทศแบบหุบผาลึกจากแหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย เพื่อให้ผู้เรียนมีความคุ้นชินหรือให้ความสนใจในกิจกรรมมากยิ่งขึ้น
4) ผู้สอนอาจพิจารณาเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็น 2 ชั่วโมง โดยในชั่วโมงแรก จัดให้ครอบคลุมใบกิจกรรมที่ 1 และในชั่วโมงที่ 2 จัดให้ครอบคลุมใบกิจกรรมที่ 2
5) ผู้เรียนบางกลุ่มอาจมีปัญหาในการอ่านแผนที่ภูมิประเทศในใบกิจกรรมที่ 2 ผู้สอนควรแนะนำวิธีการอ่านแผนที่ภูมิประเทศให้ผู้เรียนก่อนการทำกิจกรรม
6) ผู้สอนควรติดตามการทำกิจกรรมของผู้เรียน และอธิบายเพิ่มเติมหรือให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนอย่างเหมาะสมตามกลุ่มความสามารถของผู้เรียน

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) การผุพังอยู่กับที่. https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33925 สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567
2) การผุพัง การกัดกร่อน และการกัดเซาะ. https://ngthai.com/science/29988/erosion/ สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567
3) 6 ที่มาธรรมชาติสร้างสรรค์ “แกรนด์แคนยอน”. https://www.youtube.com/watch?v=7KwsycaYNs4 สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการพัดพาตะกอนที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบหุบผาลึกได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาไปอธิบายการเกิดภูมิประเทศแบบหุบผาลึกและปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 2 และ 5 – 7 ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ข้อ

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) ระบุคำถามที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกที่สามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน	- สามารถระบุคำถามที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกที่สามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้โดยตอบคำถามข้อที่ 3 – 4 ได้ถูกต้อง
3) ประเมินและใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกได้ถูกต้องเหมาะสม	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอนเมืองไทย - แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน	- สามารถประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกได้ถูกต้องเหมาะสมในระดับพอใช้และตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ

ภาพประกอบการนำเข้าสู่บทเรียน



อุทยานแห่งชาติแกรนด์แคนยอน

ที่มาภาพ : https://www.americansouthwest.net/arizona/grand_canyon/comanche-north_l.html

สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

ใบความรู้ เรื่อง ภูมิประเทศแบบหุบผาลึก (Canyon)

หุบผาลึกหรือแคนยอน (Canyon) เป็นลักษณะของผิวโลกที่เป็นหุบผาลึกที่มักเกิดในเขตภูมิอากาศแห้งแล้งที่มีฝนตกเป็นครั้งคราว เกิดจากน้ำไหลกัดเซาะหินจนเป็นร่องลึกลงไปจนเหลือให้เห็นเป็นหน้าผาที่สูงชันทั้งสองฝั่ง เช่น แกรนด์แคนยอน ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นแคนยอนที่เกิดจากการกร่อนของหินในพื้นที่โดยการกระทำของกระแสน้ำจากแม่น้ำโคโลราโดเมื่อหลายล้านปีก่อน

กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบแคนยอน ประกอบด้วย

การผุพังอยู่กับที่ เป็นกระบวนการที่ทำให้หินผุพังลงที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพและทางเคมี เช่น กระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ระยะเวลา แรงโน้มถ่วงของโลก ความเป็นกรดของฝน

การกร่อนและการพัดพา เป็นกระบวนการที่ทำให้เศษหินหรือตะกอนถูกนำพาให้หลุดไปหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม โดยตัวนำพาหรือปัจจัยต่าง ๆ เช่น กระแสน้ำ ธารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงของโลก ภูมิประเทศ ระยะเวลา







ที่มาภาพ : 1) https://www.americansouthwest.net/arizona/grand_canyon/national_park.html
สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

2) https://www.americansouthwest.net/arizona/grand_canyon/ninetyfour-mile-creek_l.html
สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

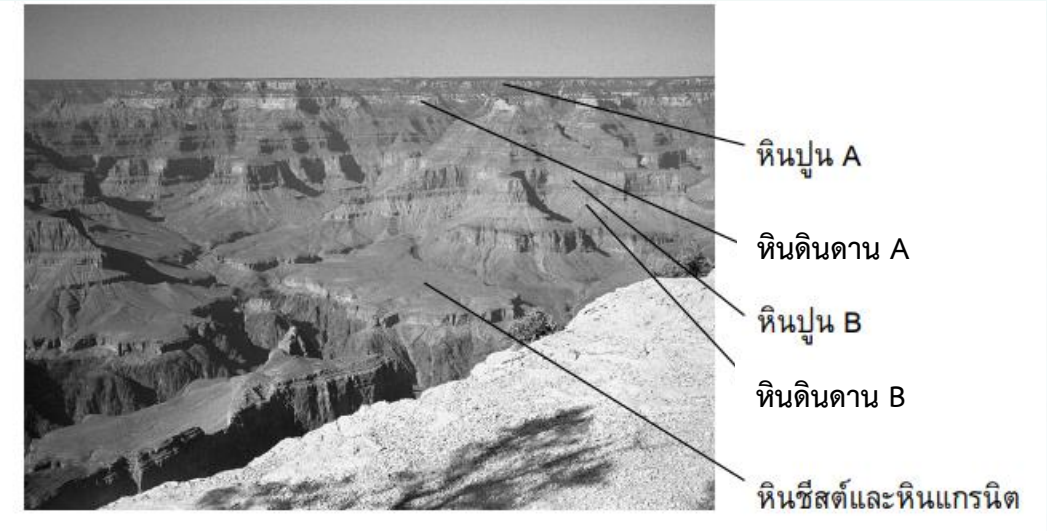
3) https://www.americansouthwest.net/slot_canyons/willis_creek/willis14_l.html
สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

แกรนด์แคนยอนตั้งอยู่ในทะเลทรายแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา เป็นหุบเขาที่กว้างใหญ่และลึกมาก ประกอบด้วยชั้นหินหลายชั้น ในอดีตกาลการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกได้ยกชั้นหินเหล่านี้ขึ้นมาเหนือผิวดิน ปัจจุบันแกรนด์แคนยอนหลายส่วนมีความลึก 1.6 กม. มีแม่น้ำโคโลราโดไหลผ่านด้านล่างสุดของหุบเขา

จงดูรูปของแกรนด์แคนยอนที่ถ่ายจากขอบด้านทิศใต้ สามารถเห็นชั้นหินที่แตกต่างกันหลายชั้นได้ชัดตามแนวผนังของหุบเขา



1. กระบวนการผุพังอยู่กับที่ที่เป็นกระบวนการหลักซึ่งทำให้เกิดภูมิประเทศแบบ “แกรนด์แคนยอน” คือ กระบวนการผุพังอยู่กับที่ประเภทใด และเกิดจากปัจจัยใด

.....

.....

2. ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลำน้ำในแกรนด์แคนยอนมีรูปร่างคดเคี้ยวคืออะไร

.....

.....

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้เพื่อตอบคำถามข้อ 3 และ 4

ในทุก ๆ ปี จะมีคนประมาณ 5 ล้านคนไปเที่ยวอุทยานแห่งชาติแกรนด์แคนยอน ทำให้มีความกังวลว่าจะมีความเสียหายเกิดขึ้นกับอุทยานเนื่องจากมีคนไปเที่ยวจำนวนมาก
จึงมีความสงสัยและต้องการตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้

3. “การกร่อนที่เกิดขึ้นจากการใช้เส้นทางเดินของนักท่องเที่ยว มีมากน้อยเท่าใด”
   ข้อความข้างต้นสามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

4. “พื้นที่ของอุทยานมีความสวยงามเท่ากับเมื่อ 100 ปีก่อนหรือไม่”
   ข้อความข้างต้นสามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

5. อุณหภูมิในแกรนด์แคนยอนอยู่ในช่วงตั้งแต่ต่ำกว่า 0°C จนถึงสูงกว่า 40°C แม้ว่าจะเป็นบริเวณทะเลทราย บางครั้งรอยแตกของหินก็กักเก็บน้ำไว้ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและน้ำในรอยแตกของหินไปเร่งการแตกร้าวของหินได้อย่างไร

   .....

   .....

6. มีฟอสซิลของซากสัตว์ทะเลหลายชนิด เช่น หอยกาบคู่ ไครนอยด์ และปะการัง อยู่ในชั้นหินปูน A ของแกรนด์แคนยอน มีอะไรเกิดขึ้นเมื่อหลายล้านปีก่อนที่อธิบายว่าทำไมฟอสซิลเหล่านี้จึงถูกพบที่นั่น

   .....

   .....

7. เมื่อเวลาผ่านไปอีก 100 ปีข้างหน้า นักเรียนคิดว่าแกรนด์แคนยอนจะมีสภาพเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เพราะเหตุใด

   .....

   .....

เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ
(ข้อที่ 1, 2, 5, 6 และ 7)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 4 – 5 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 3 ข้อ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ
(ข้อที่ 3 และ 4)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

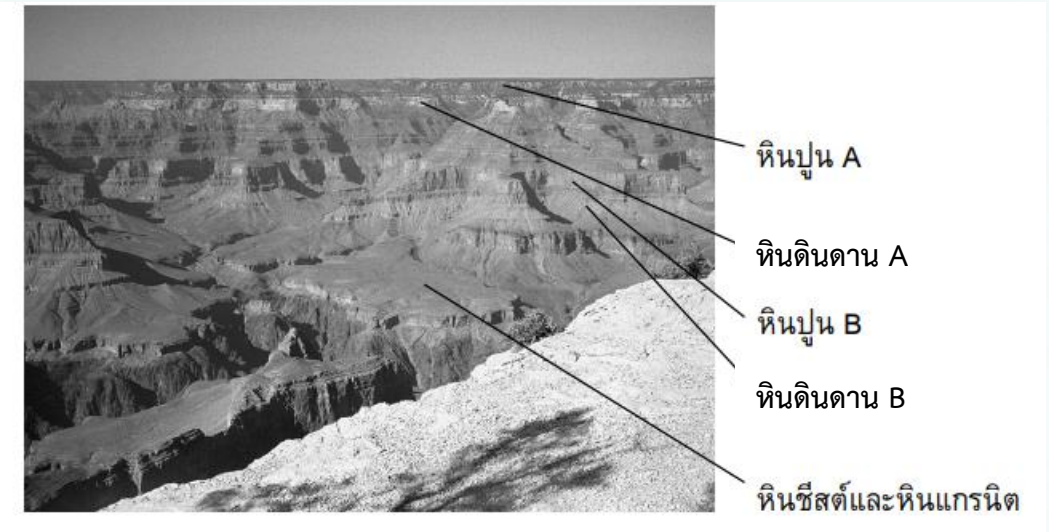
แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

แกรนด์แคนยอนตั้งอยู่ในทะเลทรายแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา เป็นหุบเขาที่กว้างใหญ่และลึกมาก ประกอบด้วยชั้นหินหลายชั้น ในอดีตกาลการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกได้ยกชั้นหินเหล่านี้ขึ้นมาเหนือผิวดิน ปัจจุบันแกรนด์แคนยอนหลายส่วนมีความลึก 1.6 กม. มีแม่น้ำโคโลราโดไหลผ่านด้านล่างสุดของหุบเขา

จงดูรูปของแกรนด์แคนยอนที่ถ่ายจากขอบด้านทิศใต้ สามารถเห็นชั้นหินที่แตกต่างกันหลายชั้นได้ชัดตามแนวผนังของหุบเขา



1. กระบวนการผุพังอยู่กับที่ที่เป็นกระบวนการหลักซึ่งทำให้เกิดภูมิประเทศแบบ “แกรนด์แคนยอน” คือ กระบวนการผุพังอยู่กับที่ประเภทใด และเกิดจากปัจจัยใด

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ การผุพังทางกายภาพ เกิดจากการไหลของแม่น้ำ.....

.....

2. ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลำน้ำในแกรนด์แคนยอนมีรูปร่างคดเคี้ยวคืออะไร

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ความเร็วของกระแสน้ำ/ความชันของพื้นที่/อายุของแม่น้ำ/ความคงทนของหินในพื้นที่.....

.....

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้เพื่อตอบคำถามข้อ 3 และ 4

ในทุก ๆ ปี จะมีคนประมาณ 5 ล้านคนไปเที่ยวอุทยานแห่งชาติแกรนด์แคนยอน ทำให้มีความกังวลว่าจะมีความเสียหายเกิดขึ้นกับอุทยานเนื่องจากมีคนไปเที่ยวจำนวนมาก จึงมีความสงสัยและต้องการตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้

3. “การกร่อนที่เกิดขึ้นจากการใช้เส้นทางเดินของนักท่องเที่ยว มีมากน้อยเท่าใด”
ข้อความข้างต้นสามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ได้ เพราะสามารถสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางธรณีวิทยาได้

4. “พื้นที่ของอุทยานมีความสวยงามเท่ากับเมื่อ 100 ปีก่อนหรือไม่”
ข้อความข้างต้นสามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ไม่ได้ เพราะความสวยงามเป็นความรู้สึกส่วนบุคคล ไม่สามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้

5. อุณหภูมิในแกรนด์แคนยอนอยู่ในช่วงตั้งแต่ต่ำกว่า 0°C จนถึงสูงกว่า 40°C แม้ว่าจะเป็นบริเวณทะเลทราย บางครั้งรอยแตกของหินก็กักเก็บน้ำไว้ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและน้ำในรอยแตกของหินไปเร่งการแตกร้าวของหินได้อย่างไร (สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ น้ำที่กำลังแข็งตัวจะขยายตัวในรอยแตกของหิน จึงเร่งการแตกร้าวของหินได้

6. มีฟอสซิลของซากสัตว์ทะเลหลายชนิด เช่น หอยกาบคู่ ไครนอยด์ และปะการัง อยู่ในชั้นหินปูน A ของแกรนด์แคนยอน มีอะไรเกิดขึ้นเมื่อหลายล้านปีก่อนที่อธิบายว่าทำไมฟอสซิลเหล่านี้จึงถูกพบที่นั่น

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ในสมัยก่อนบริเวณนั้นเป็นบริเวณที่เคยเป็นทะเล และมีการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก จึงทำให้น้ำทะเลแห้งไป

7. เมื่อเวลาผ่านไปอีก 100 ปีข้างหน้า นักเรียนคิดว่าแกรนด์แคนยอนจะมีสภาพเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ มีความกว้างของหุบเขาและความลึกของร่องเขาเพิ่มขึ้น เนื่องจากกระบวนการผุพังอยู่กับที่และกระบวนการกร่อนที่ยาวนานมากขึ้น

เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ
(ข้อที่ 1, 2, 5, 6 และ 7)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 4 – 5 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 3 ข้อ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน
สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ
(ข้อที่ 3 และ 4)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

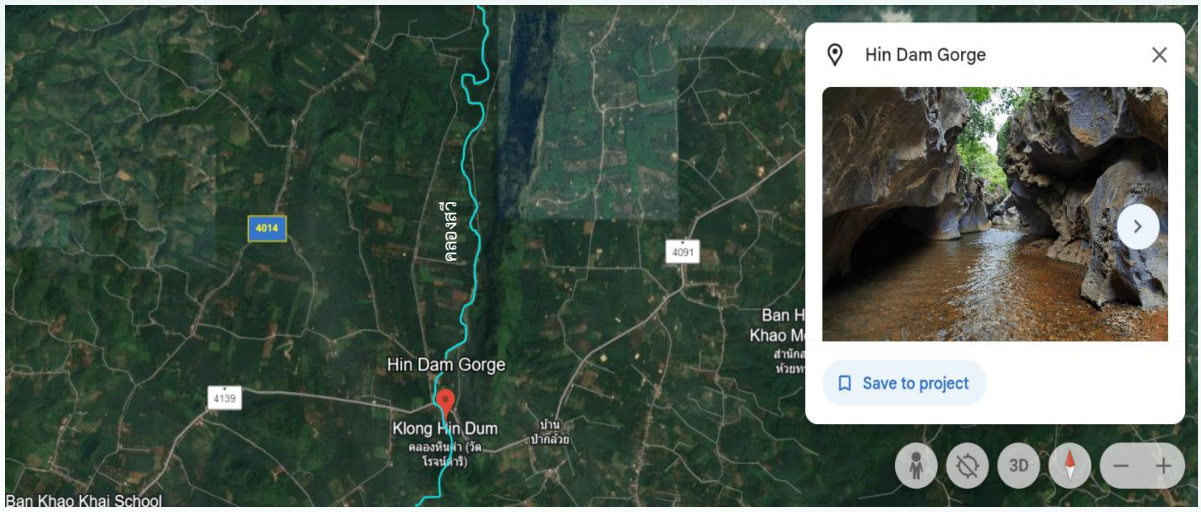
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอนเมืองไทย

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นที่ ภูมิประเทศ และทางน้ำไหล ของสถานที่ท่องเที่ยวที่เรียกว่า แกรนด์แคนยอนเมืองไทย ต่อไปนี้ และให้เหตุผลว่า “สถานที่ดังกล่าวมีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด”

1. คลองหินดำ แกรนด์แคนยอน จ.ชุมพร





ที่มาภาพ : 1) https://travel.trueid.net/detail/PErwP7nQ0PxX สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567
2) https://travel.mthai.com/region/210044.html สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

“คลองหินดำ แกรนด์แคนยอน” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด

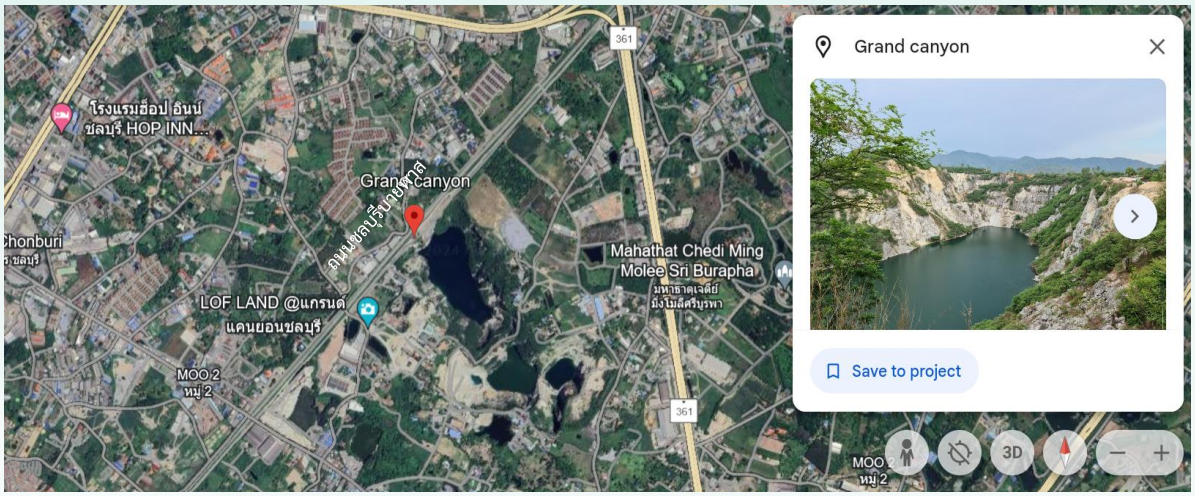
.....

.....

.....

.....

2. แกรนด์แคนยอนชลบุรี หรือ แกรนด์แคนยอนคีรี









ที่มาภาพ : 1) https://travel.mthai.com/region/207716.html สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

2) https://www.sanook.com/travel/1405549/ สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

“แกรนด์แคนยอนชลบุรี หรือแกรนด์แคนอยอนคีรี” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด

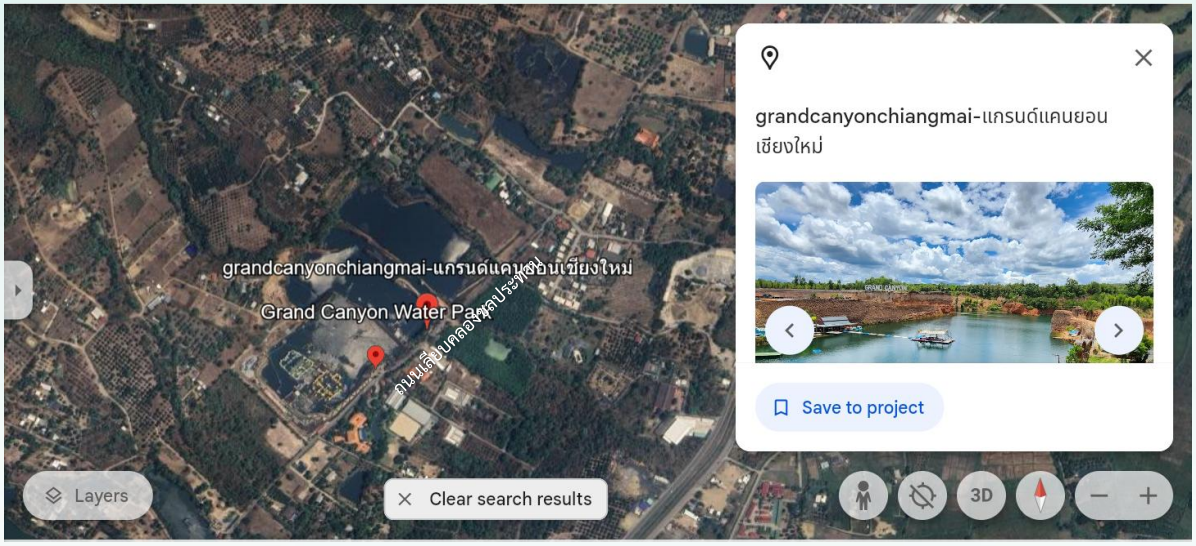
.....

.....

.....

.....

3. แกรนด์แคนยอนเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่





ที่มาภาพ : https://www.goothai.com/eat/grand-canyon-chiang-mai/ สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

“แกรนด์แคนยอนเชียงใหม่” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด

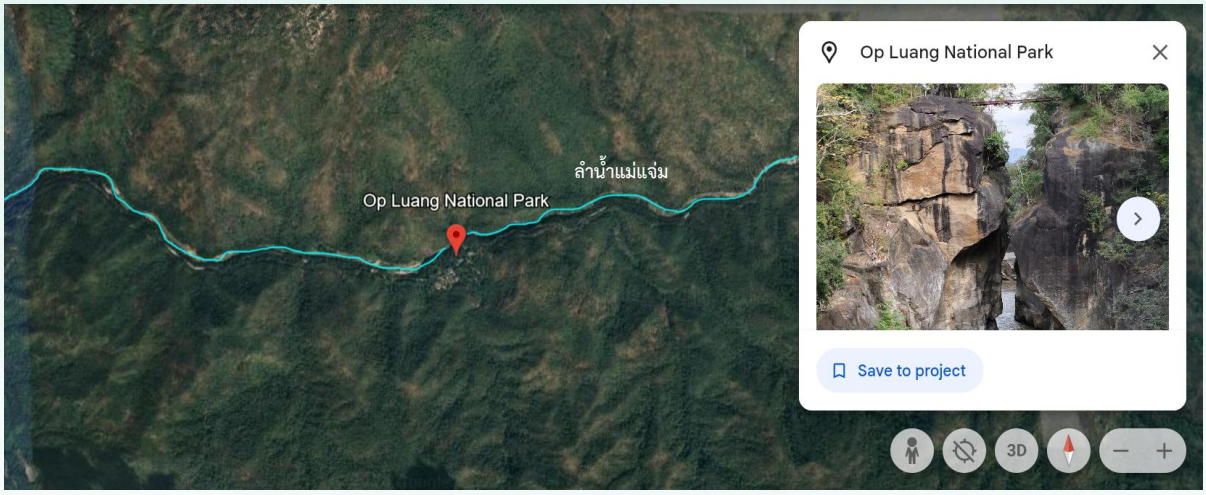
.....

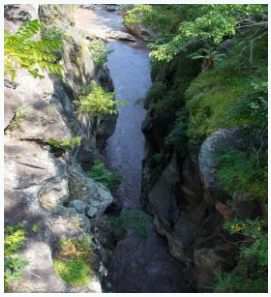
.....

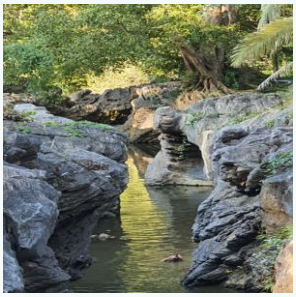
.....

.....

4. ออบหลวง จ. เชียงใหม่





ที่มาภาพ : 1) https://web.facebook.com/opluangnationalpark/photos สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

2) https://www.wongnai.com/attractions/324496cS-%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%87/photos สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

3) https://www.topchiangmai.com/trip/%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%87/ สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

“อุทยานแห่งชาติออบหลวง” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

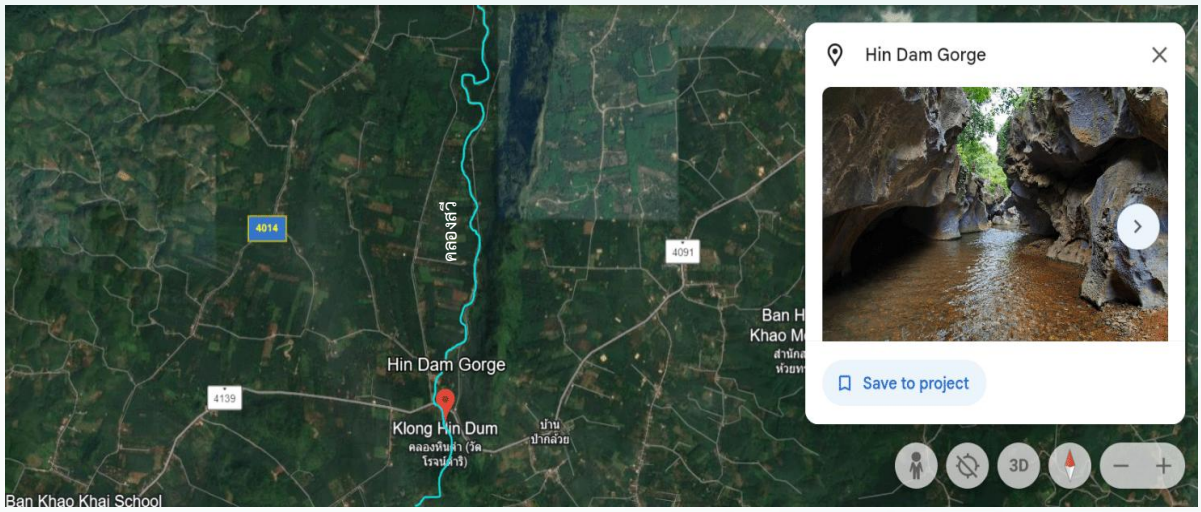
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอนเมืองไทย

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นที่ ภูมิประเทศ และทางน้ำไหล ของสถานที่ท่องเที่ยวที่เรียกว่า แกรนด์แคนยอนเมืองไทย ต่อไปนี้ และให้เหตุผลว่า “สถานที่ดังกล่าวมีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด”

1. คลองหินดำ แกรนด์แคนยอน จ.ชุมพร









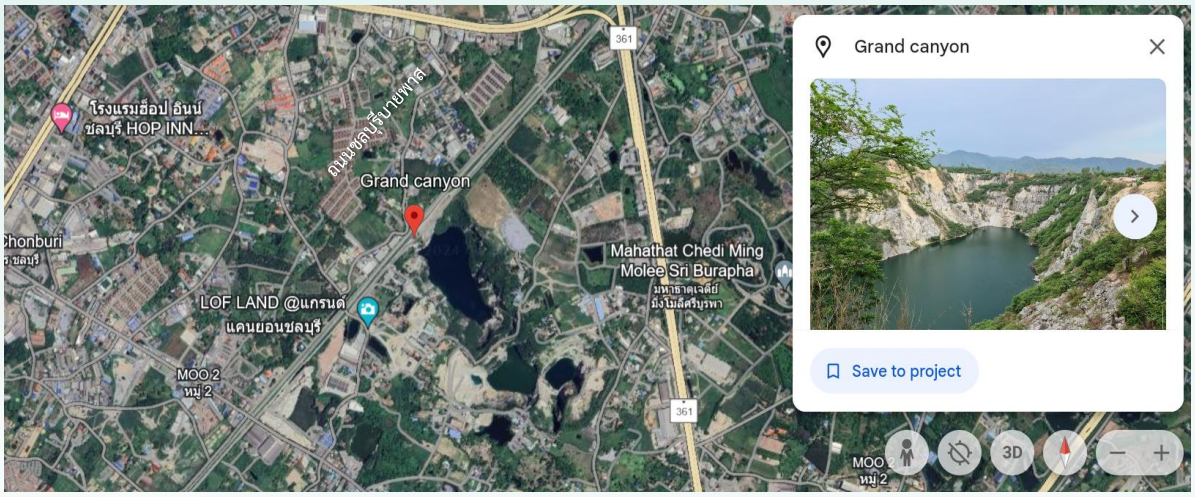
ที่มาภาพ : 1) https://travel.trueid.net/detail/PErwP7nQ0PxX สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

2) https://travel.mthai.com/region/210044.html สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

“คลองหินดำ แกรนด์แคนยอน” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด (สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ สอดคล้อง เพราะเป็นเส้นทางน้ำไหลของลำน้ำที่มีขอบทางน้ำเป็นผาหิน ซึ่งเกิดจากการกัดเซาะของแม่น้ำเป็นระยะเวลายาวนานจนกลายเป็นร่องลึก

2. แกรนด์แคนยอนชลบุรี หรือ แกรนด์แคนยอนคีรี







ที่มาภาพ : 1) https://travel.mthai.com/region/207716.html สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

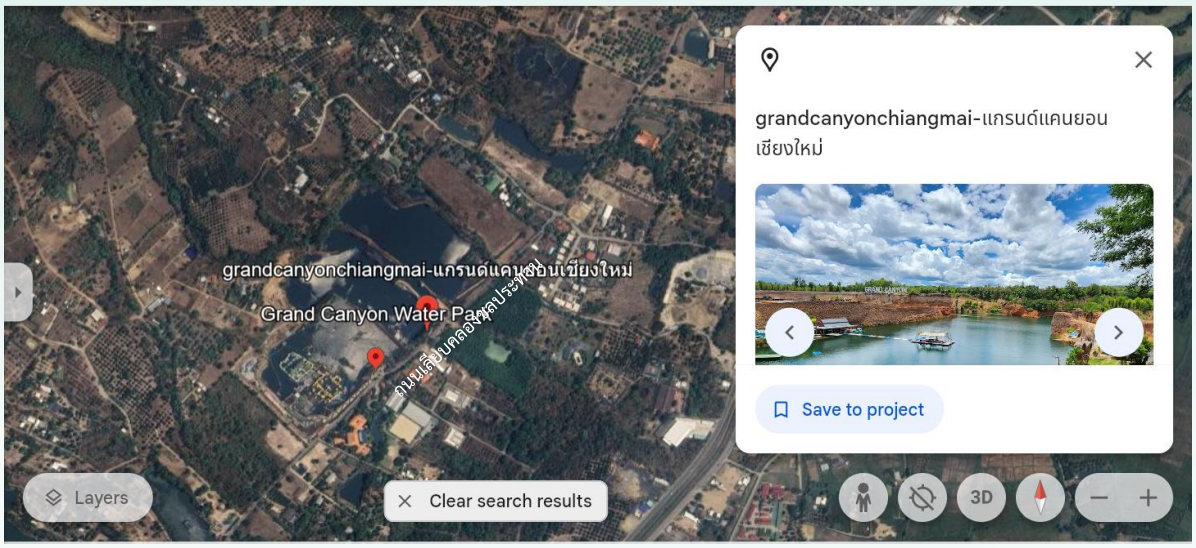
2) https://www.sanook.com/travel/1405549/ สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

“แกรนด์แคนยอนชลบุรี หรือแกรนด์แคนอยอนคีรี” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด (สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ไม่สอดคล้อง เพราะไม่พบทางไหลของน้ำ หลุมลึกดังกล่าวเป็นบ่อดินลูกรังเก่าที่ถูกขุดดินไปใช้ประโยชน์จนมีลักษณะเป็นหลุมลึก ไม่ได้เกิดจากกระแสน้ำไหลกัดเซาะหินจนเป็นร่องลึกลงทำให้เห็นเป็นหน้าผาที่สูงชันเช่นเดียวกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึก

.....

3. แกรนด์แคนยอนเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่



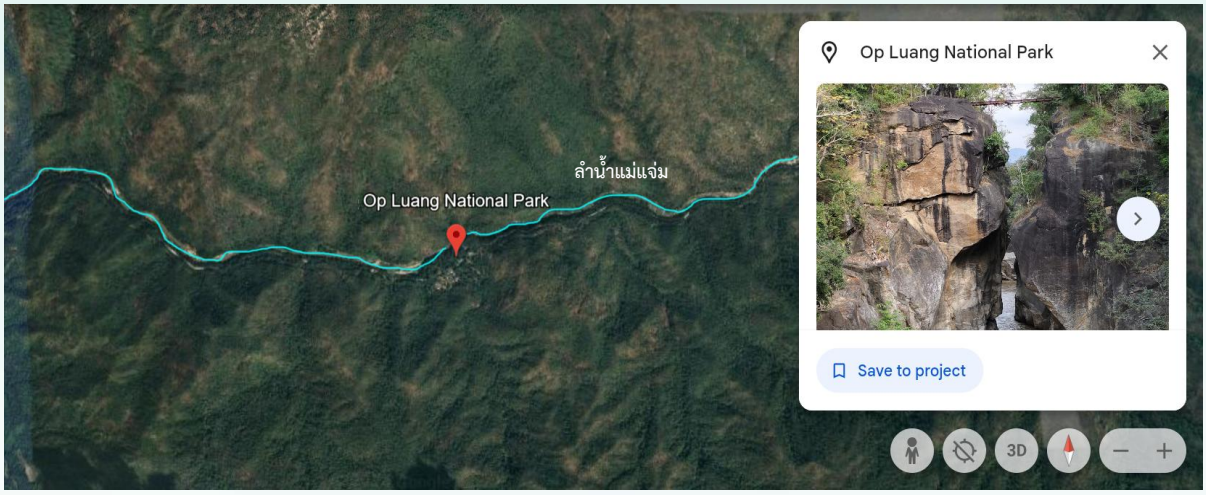


ที่มาภาพ : https://www.goothai.com/eat/grand-canyon-chiang-mai/ สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

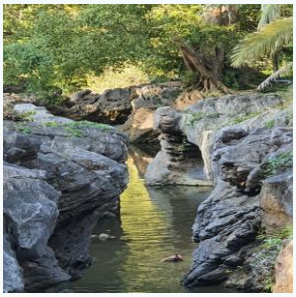
"แกรนด์แคนยอนเชียงใหม่" มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด (สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ไม่สอดคล้อง เพราะไม่พบทางไหลของน้ำ เกิดจากการขุดหน้าดินไปใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดเป็นแอ่งน้ำขนาดใหญ่ ไม่ได้เกิดจากกระแสน้ำไหลกัดเซาะหินจนเป็นร่องลึกลงทำให้เห็นเป็นหน้าผาที่สูงชัน เช่นเดียวกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึก

4. ออบหลวง จ. เชียงใหม่





ที่มาภาพ : 1) https://web.facebook.com/opluangnationalpark/photos สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

2) https://www.wongnai.com/attractions/324496cS-%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%87/photos สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

3) https://www.topchiangmai.com/trip/%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%87/ สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

"อุทยานแห่งชาติออบหลวง" มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด (สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ สอดคล้อง เพราะเป็นเส้นทางน้ำไหลของลำน้ำที่มีขอบทางน้ำเป็นผาหิน ซึ่งเกิดจากการกัดเซาะของแม่น้ำเป็นระยะเวลายาวนานจนกลายเป็นร่องลึก

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 16

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์ **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.1 ป.6/1 และ ว 3.2 ม.3/2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

อธิบายตำแหน่งของดาวเคราะห์ในวงโคจรที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์เมื่อผู้สังเกตอยู่บนโลก

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☐ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การเคลื่อนผ่าน (Transit) ของดาวเคราะห์ เป็นปรากฏการณ์ที่คนบนโลกสังเกตเห็นดาวเคราะห์เคลื่อนที่ผ่านดวงอาทิตย์ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และโลก เรียงตัวกันในแนวเส้นตรงโดยมีดาวเคราะห์ดังกล่าวอยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ ดังนั้น การเคลื่อนผ่าน จึงเกิดขึ้นได้เฉพาะกับดาวศุกร์และดาวพุธ ซึ่งอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก โดยผู้สังเกตบนโลกจะเห็นดาวเคราะห์ที่เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์เป็นดวงกลมสีดำ ขนาดเล็ก ในช่วงเวลากลางวัน ดังนั้น ในการสังเกตปรากฏการณ์นี้จึงต้องใช้กล้องโทรทรรศน์ที่มีแผ่นกรองแสงที่เหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสีดวงอาทิตย์ต่อสายตา

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) แผนภาพสุริยุปราคา ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
2) ใบกิจกรรม เรื่อง ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555 ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

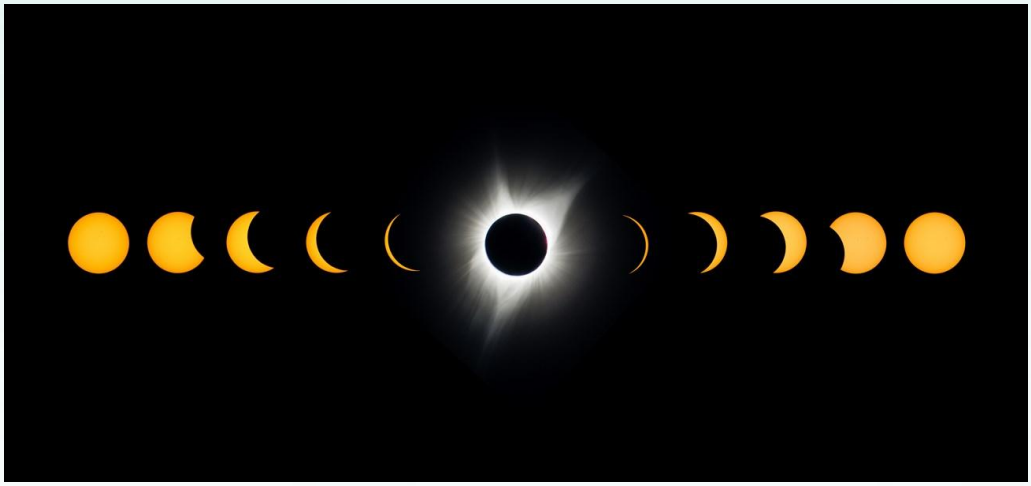
1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่กิจกรรมโดยนำเสนอภาพสุริยุปราคา และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับการเกิดสุริยุปราคา ดังนี้

- จากภาพเป็นปรากฏการณ์ใด และมีวัตถุท้องฟ้าใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นี้

แนวคำตอบ สุริยุปราคา, ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก



ภาพที่ 1 ภาพสุริยุปราคาปี 2017 ณ รัฐไวโอมิง ประเทศสหรัฐอเมริกา บันทึกโดย Jeremy White (ที่มา: https://www.nps.gov/articles/nsnsdeclipserecordings.htm)

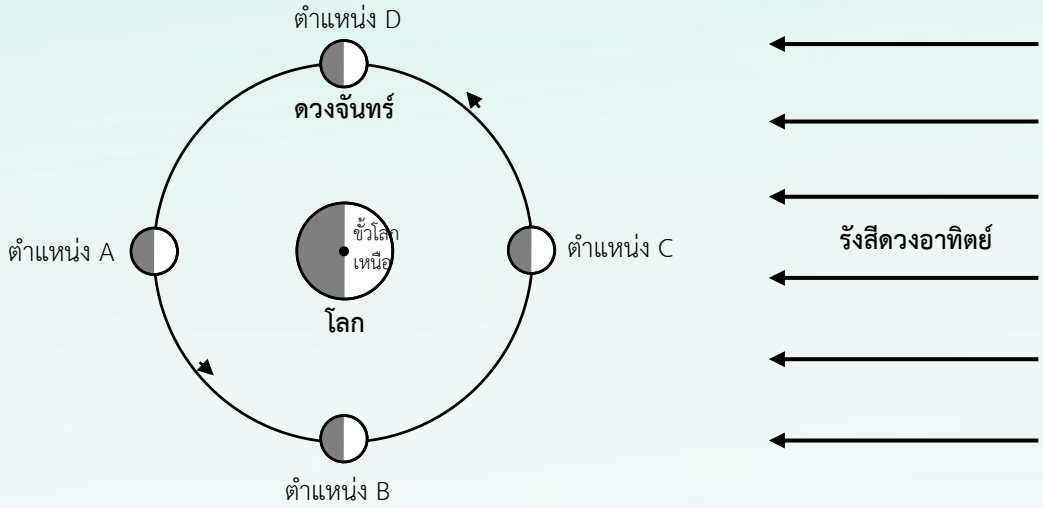
และ/หรือ



ภาพที่ 2 ภาพสุริยุปราคา บันทึกโดย Daniel Roberts (ที่มา: https://pixabay.com/photos/moon-sun-total-solar-eclipse-6881859/)

หมายเหตุ: ผู้สอนอาจเปิดวีดิทัศน์การเกิดสุริยุปราคา เพื่อให้ผู้เรียนเห็นปรากฏการณ์แบบเป็นภาพเคลื่อนไหวตามลำดับเวลาของการเกิดก็ได้ เช่น Timelapse of total solar eclipse 2017 (https://youtu.be/yuIGlDPEQVs?si=MVDluqwCDSiDkrSn)

- ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์โคจรอยู่ตำแหน่งใดในภาพต่อไปนี้

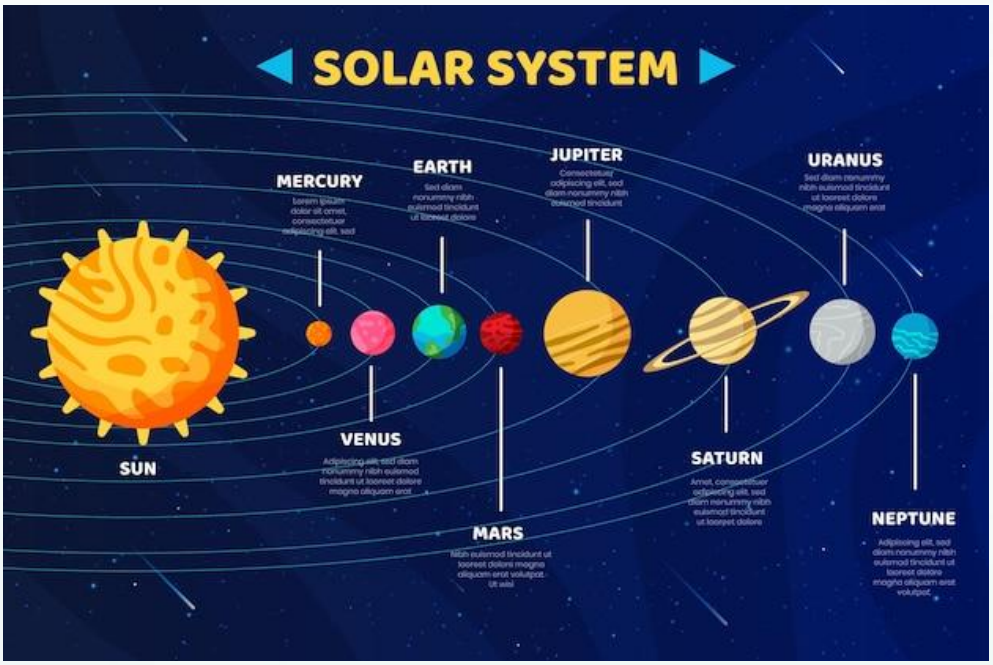


แนวคำตอบ ตำแหน่ง C

- ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ ดวงจันทร์เมื่อโคจรมาอยู่ในแนวและระนาบเดียวกันระหว่างโลกและดวงอาทิตย์จะทำให้เกิดการบังแสง คนบนโลกจึงเห็นเป็นเงา

2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า “นักเรียนคิดว่าดาวเคราะห์สามารถบังดวงอาทิตย์ได้คล้ายคลึงกับดวงจันทร์หรือไม่ และเราจะสังเกตปรากฏการณ์ดังกล่าวได้กับดาวเคราะห์ใดบ้าง และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจะเหมือนปรากฏการณ์ที่เกิดจากดวงจันทร์หรือไม่อย่างไร” โดยให้ผู้เรียนศึกษาแผนภาพแบบจำลองระบบสุริยะ



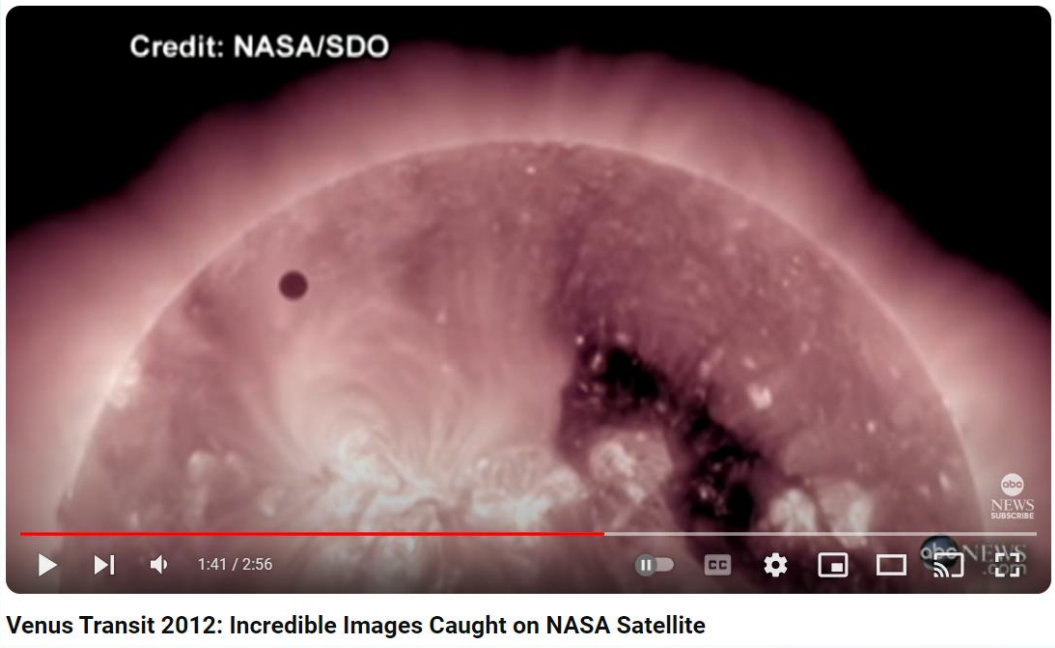
ภาพที่ 3 ระบบสุริยะ

(ที่มา: freepik.com)

แนวคำตอบ ดาวเคราะห์ที่อยู่ระหว่างดวงอาทิตย์และโลก ซึ่งมีวงโคจรแคบกว่าโลก คือ ดาวพุธ และดาวศุกร์สามารถเกิดได้ แต่เนื่องจากระยะห่างระหว่างโลกกับดาวพุธ และโลกกับดาวศุกร์ ไกลกว่าโลกกับดวงจันทร์มาก ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจึงจะแตกต่างจากปรากฏการณ์สุริยุปราคา

3) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า “นักเรียนอยากรู้ไหมว่าเราจะสังเกตปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ได้อย่างไร” โดยผู้สอนเปิดวีดิทัศน์ต่อไปนี้

https://www.youtube.com/watch?v=_7U5VbasKr4



ภาพที่ 4 ปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์

4) ผู้สอนใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้จากการดูวีดิทัศน์ ดังต่อไปนี้

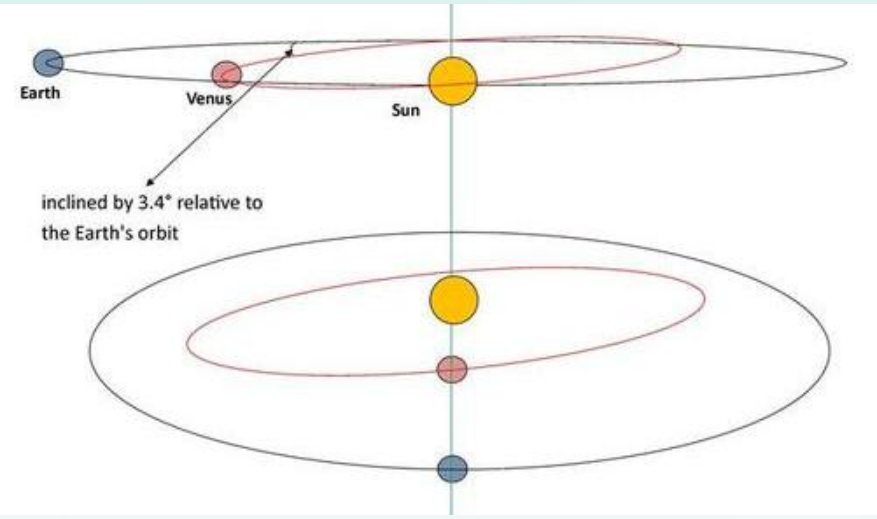
- เมื่อเกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์ สิ่งที่ผู้สังเกตบนโลกเห็นได้มีลักษณะเป็นอย่างไร

  แนวคำตอบ เมื่อดาวศุกร์โคจรมาอยู่ในตำแหน่งที่บังแนวแสงดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก ดาวศุกร์จะบังแสงแล้วทำให้ผู้สังเกตบนโลกเห็นเงาของดาวศุกร์เป็นวงกลมทึบเล็ก ๆ เคลื่อนที่ผ่านดวงอาทิตย์

- เมื่อเกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์ และผู้สังเกตที่อยู่บนโลกจะเป็นอย่างไร

  แนวคำตอบ ดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์ และโลก เรียงตัวอยู่ในแนวเส้นตรงในระนาบเดียวกัน

หมายเหตุ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามนี้ได้ ผู้สอนสามารถอธิบายเพิ่มเติมโดยใช้แผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 5 ระนาบการเคลื่อนที่ของโลกและดาวศุกร์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์

(ที่มา: https://www.sws.bom.gov.au/Educational/5/1)

5) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรม เรื่อง ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555 และให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามในใบกิจกรรม
6) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555 จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมทีละข้อ โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่มโดยอาจใช้คำถามต่อไปนี้
   - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
   - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
7) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
   - การเคลื่อนผ่าน (Transit) ของดาวเคราะห์ เป็นปรากฏการณ์ที่คนบนโลกสังเกตเห็นดาวเคราะห์เคลื่อนที่ผ่านดวงอาทิตย์ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และโลก เรียงตัวกันในแนวเส้นตรงโดยมีดาวเคราะห์ดังกล่าวอยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ ดังนั้น การเคลื่อนผ่านจึงเกิดขึ้นได้เฉพาะกับดาวศุกร์และดาวพุธ ซึ่งอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก โดยผู้สังเกตบนโลกจะเห็นดาวเคราะห์ที่เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์เป็นดวงกลมสีดำ ขนาดเล็ก ในช่วงเวลากลางวัน ดังนั้น ในการสังเกตปรากฏการณ์นี้จึงต้องใช้กล้องโทรทรรศน์ที่มีแผ่นกรองแสงที่เหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสีดวงอาทิตย์ต่อสายตา

8) ผู้สอนถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงและขยายความรู้เพิ่มเติม
“ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ดาวอังคาร จะมีโอกาสเห็นปรากฏการณ์โลกเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์หรือไม่ อย่างไร”
แนวคำตอบ มีโอกาสเห็นโลกเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ เนื่องจากมีโอกาสที่ดาวอังคาร โลก และดวงอาทิตย์จะอยู่ในแนวเส้นตรงในระนาบเดียวกัน

9) หากผู้สอนพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านของดาวเคราะห์ ผู้สอนควรนำอภิปรายและแก้ไขให้ถูกต้อง

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ผู้สอนอาจนำไปบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ (ม.3)
2) ผู้สอนอาจนำสื่อสามมิติจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้ประกอบการอธิบาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับระนาบการเคลื่อนที่ของโลกและดาวศุกร์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์มากยิ่งขึ้น
3) ผู้เรียนบางกลุ่มอาจมีปัญหาด้านการทำความเข้าใจกับข้อมูลในสถานการณ์ ผู้สอนควรติดตามการทำกิจกรรมของผู้เรียน และอธิบายเพิ่มเติมหรือให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนอย่างเหมาะสมตามกลุ่มความสามารถของผู้เรียน

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555. https://thaiastro.nectec.or.th/skyevent/article/venustransit2012
2) ปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านดวงอาทิตย์ วันที่ 6 มิ.ย. 2555. http://astro.phys.sc.chula.ac.th/Venustransit060612.html
3) Transit of Venus. https://www.sws.bom.gov.au/Educational/5/1

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
อธิบายตำแหน่งของดาวเคราะห์ในวงโคจรที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์เมื่อผู้สังเกตอยู่บนโลก	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับระบบสุริยะ ไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ

ใบกิจกรรม เรื่อง ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555

จุดประสงค์ ระบุเงื่อนไขสำคัญในการเกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์

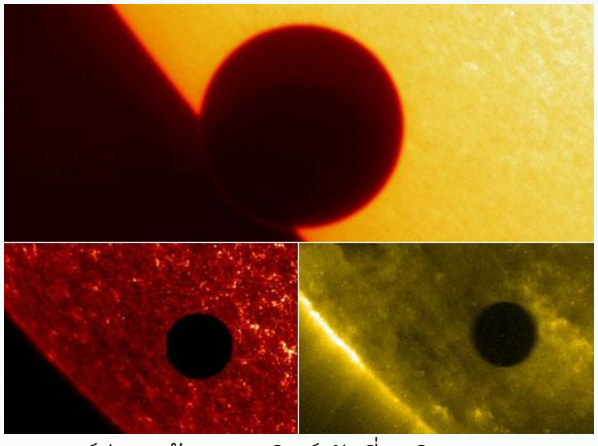
เวลาในการทำกิจกรรม 30 นาที

==========

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555

ช่วงชีวิตของคน ๆ หนึ่ง มีโอกาสสังเกตปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ได้ไม่เกิน 2 ครั้ง วันอังคารที่ 8 มิถุนายน 2547 ได้เกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ขึ้นเป็นครั้งแรกในรอบ 122 ปี เห็นได้ในประเทศไทยระหว่างเวลาประมาณ 12:13 – 18:21 น. วันพุธที่ 6 มิถุนายน 2555 ได้เกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ให้เห็นได้ในประเทศไทยอีกครั้ง และนับเป็นครั้งสุดท้ายในศตวรรษนี้ หลังจากครั้งนี้ ครั้งถัดไปจะเกิดขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2660 และ พ.ศ. 2668



ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ วันที่ 8 มิถุนายน 2547
ถ่ายจากยานเทรซ (TRACE) ขององค์การนาซา (ภาพ - NASA/LMSAL)

ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์วงใน มีวงโคจรอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก ดาวศุกร์เคลื่อนมาอยู่ในแนวระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เฉลี่ยทุก ๆ 584 วัน แต่ไม่เกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ทุกครั้ง เนื่องจากระนาบวงโคจรของดาวศุกร์ไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกับระนาบวงโคจรของโลก แต่ทำมุมเอียงประมาณ 3.4° ช่วงที่มีโอกาสเกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ได้

เมื่อเกิดการผ่านหน้า ดาวศุกร์จะปรากฏเป็นดวงกลมดำขนาดเล็กบนผิวหน้าดวงอาทิตย์ แม้จะเล็กแต่ก็ใหญ่พอที่จะสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าในยามที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้ขอบฟ้า หรือเมื่อมองผ่านแผ่นกรองแสงในเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่สูงบนท้องฟ้า

ขั้นตอนของปรากฏการณ์

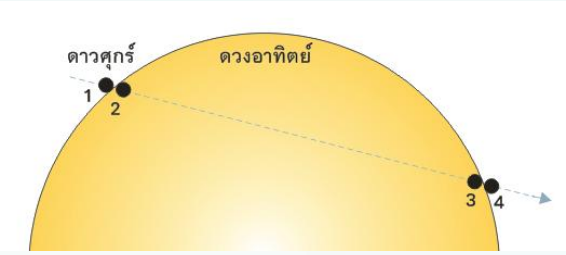
ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ มีลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ที่แบ่งได้เป็น 4 สัมผัส

- สัมผัสที่ 1 หรือเริ่มเข้า (External Ingress) เกิดขึ้นในจังหวะที่ขอบดาวศุกร์เริ่มแตะขอบดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์จะเริ่มปรากฏเป็นส่วนโค้งสีดำ เคลื่อนเข้าไปในดวงอาทิตย์

- สัมผัสที่ 2 หรือเข้าหมดทั้งดวง (Internal Ingress) เป็นจังหวะที่ดาวศุกร์ทั้งดวงเคลื่อนเข้าไปอยู่ในวงดวงอาทิตย์เป็นครั้งแรก ขอบดาวศุกร์จะสัมผัสกับขอบด้านในของดวงอาทิตย์

- สัมผัสที่ 3 หรือเริ่มออก (Internal Egress) เกิดขึ้นเมื่อขอบดาวศุกร์สัมผัสกับขอบด้านในของดวงอาทิตย์ และกำลังจะออกจากดวงอาทิตย์

- สัมผัสที่ 4 หรือออกหมดทั้งดวง (External Egress) เป็นจังหวะที่ดาวศุกร์เคลื่อนออกจากดวงอาทิตย์อย่างสมบูรณ์ ขอบดาวศุกร์สัมผัสกับขอบด้านนอกของดวงอาทิตย์ นับเป็นการสิ้นสุดปรากฏการณ์



สัมผัสต่าง ๆ ขณะเกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์

ที่มา: ดัดแปลงจากบทความของสมาคมดาราศาสตร์ไทย เรื่อง “ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555” https://thaiastro.nectec.or.th/skyevent/article/venustransit2012/ สืบค้นเมื่อ 5 เม.ย. 67

==========

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้าจะสังเกตปรากฏการณ์ดาวศุกร์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ จะสังเกตในช่วงเวลากลางวันหรือกลางคืน เพราะเหตุใด

   .....

   .....

   .....

2. ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่โลก จะมีโอกาสสังเกตปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ดวงอื่นเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์อีกหรือไม่อย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. ถ้าดาวเคราะห์ A เป็นดาวเคราะห์วงในที่มีคาบการโคจรสั้นกว่าดาวศุกร์ และมีระนาบวงโคจรอยู่ในระนาบเดียวกับระนาบวงโคจรของโลก จะมีโอกาสเกิดปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ A ได้มากหรือน้อยกว่าปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

   .....

4. การสังเกตปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์ มีข้อควรระวังอย่างไร

   .....

   .....

   .....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555

จุดประสงค์ ระบุเงื่อนไขสำคัญในการเกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์

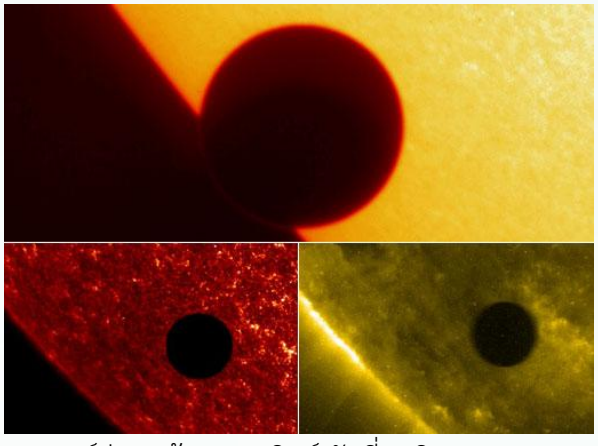
เวลาในการทำกิจกรรม 30 นาที

==========

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555

ช่วงชีวิตของคน ๆ หนึ่ง มีโอกาสสังเกตปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ได้ไม่เกิน 2 ครั้ง วันอังคารที่ 8 มิถุนายน 2547 ได้เกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ขึ้นเป็นครั้งแรกในรอบ 122 ปี เห็นได้ในประเทศไทยระหว่างเวลาประมาณ 12:13 – 18:21 น. วันพุธที่ 6 มิถุนายน 2555 ได้เกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ให้เห็นได้ในประเทศไทยอีกครั้ง และนับเป็นครั้งสุดท้ายในศตวรรษนี้ หลังจากครั้งนี้ ครั้งถัดไปจะเกิดขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2660 และ พ.ศ. 2668



ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ วันที่ 8 มิถุนายน 2547
ถ่ายจากยานเทรซ (TRACE) ขององค์การนาซา (ภาพ - NASA/LMSAL)

ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์วงใน มีวงโคจรอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก ดาวศุกร์เคลื่อนมาอยู่ในแนวระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เฉลี่ยทุก ๆ 584 วัน แต่ไม่เกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ทุกครั้ง เนื่องจากระนาบวงโคจรของดาวศุกร์ไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกับระนาบวงโคจรของโลก แต่ทำมุมเอียงประมาณ 3.4° ช่วงที่มีโอกาสเกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ได้

เมื่อเกิดการผ่านหน้า ดาวศุกร์จะปรากฏเป็นดวงกลมดำขนาดเล็กบนผิวหน้าดวงอาทิตย์ แม้จะเล็กแต่ก็ใหญ่พอที่จะสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าในยามที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้ขอบฟ้า หรือเมื่อมองผ่านแผ่นกรองแสงในเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่สูงบนท้องฟ้า

ขั้นตอนของปรากฏการณ์

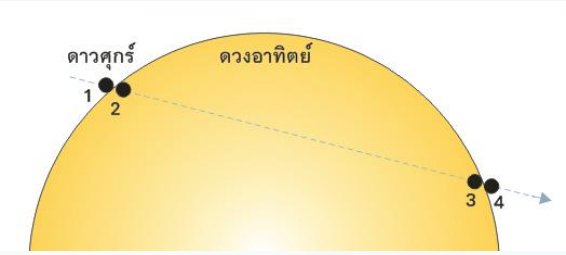
ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ มีลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ที่แบ่งได้เป็น 4 สัมผัส

- สัมผัสที่ 1 หรือเริ่มเข้า (External Ingress) เกิดขึ้นในจังหวะที่ขอบดาวศุกร์เริ่มแตะขอบดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์จะเริ่มปรากฏเป็นส่วนโค้งสีดำ เคลื่อนเข้าไปในดวงอาทิตย์

- สัมผัสที่ 2 หรือเข้าหมดทั้งดวง (Internal Ingress) เป็นจังหวะที่ดาวศุกร์ทั้งดวงเคลื่อนเข้าไปอยู่ในวงดวงอาทิตย์เป็นครั้งแรก ขอบดาวศุกร์จะสัมผัสกับขอบด้านในของดวงอาทิตย์

- สัมผัสที่ 3 หรือเริ่มออก (Internal Egress) เกิดขึ้นเมื่อขอบดาวศุกร์สัมผัสกับขอบด้านในของดวงอาทิตย์ และกำลังจะออกจากดวงอาทิตย์

- สัมผัสที่ 4 หรือออกหมดทั้งดวง (External Egress) เป็นจังหวะที่ดาวศุกร์เคลื่อนออกจากดวงอาทิตย์อย่างสมบูรณ์ ขอบดาวศุกร์สัมผัสกับขอบด้านนอกของดวงอาทิตย์ นับเป็นการสิ้นสุดปรากฏการณ์



สัมผัสต่าง ๆ ขณะเกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์

ที่มา: ดัดแปลงจากบทความของสมาคมดาราศาสตร์ไทย เรื่อง “ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555” https://thaiastro.nectec.or.th/skyevent/article/venustransit2012/ สืบค้นเมื่อ 5 เม.ย. 67

==========

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้าจะสังเกตปรากฏการณ์ดาวศุกร์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ จะสังเกตในช่วงเวลากลางวันหรือกลางคืน เพราะเหตุใด

   (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

   แนวคำตอบ ช่วงเวลากลางวัน เพราะเป็นช่วงเวลาที่สามารถพบดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์ และโลก เรียงตัวกันในแนวเส้นตรง โดยมีดาวศุกร์อยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ได้

2. ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่โลก จะมีโอกาสสังเกตปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ดวงอื่นเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์อีกหรือไม่ อย่างไร

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ มีโอกาสสังเกตปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวพุธได้ เนื่องจากดาวพุธเป็นดาวเคราะห์วงใน จึงมีโอกาสที่ดวงอาทิตย์ ดาวพุธ และโลก จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันในระนาบเดียวกันได้

3. ถ้าดาวเคราะห์ A เป็นดาวเคราะห์วงในที่มีคาบการโคจรสั้นกว่าดาวศุกร์ และมีระนาบวงโคจรอยู่ในระนาบเดียวกับระนาบวงโคจรของโลก จะมีโอกาสเกิดปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ A ได้มากหรือน้อยกว่าปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์ เพราะเหตุใด

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ การเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ A มีโอกาสเกิดได้มากกว่าการเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์ เนื่องจากดาวเคราะห์ A เป็นดาวเคราะห์วงในที่มีคาบการโคจรสั้นกว่าดาวศุกร์ และมีระนาบวงโคจรอยู่ในระนาบเดียวกับของโลก ต่างจากระนาบวงโคจรของดาวศุกร์ที่ทำมุมเอียงกับของโลก

4. การสังเกตปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์ มีข้อควรระวังอย่างไร

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ขณะดวงอาทิตย์เพิ่งขึ้นเหนือขอบฟ้า แสงอาทิตย์ยังอ่อนอยู่โดยเห็นเป็นสีแดงหรือส้ม จึงอาจสังเกตด้วยตาเปล่าได้ แต่เมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนสูงขึ้นจนแสงอาทิตย์เริ่มสว่างจ้า ห้ามสังเกตด้วยตาเปล่า ต้องใช้แผ่นกรองแสง หรือการสังเกตการณ์ทางอ้อม

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 3 – 4 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 17

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง แสงของดาว **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.1 ป.1/1, ว 3.1 ป.1/2 และ ว 3.1 ป.6/2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบทโดยใช้แบบจำลอง
2) ออกแบบและทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

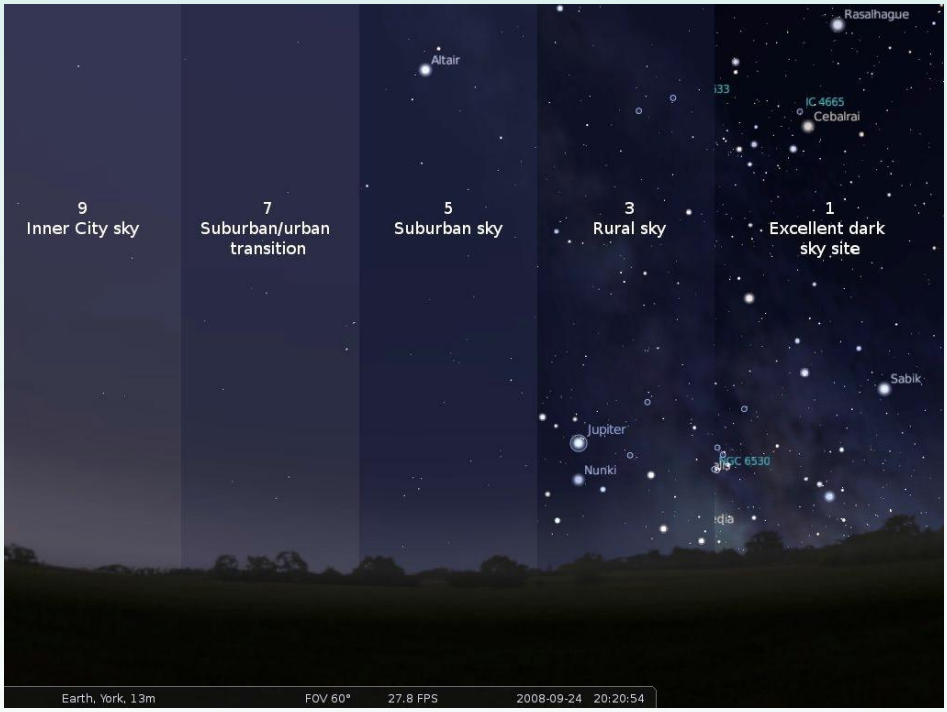
☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การมองเห็นดาวต่าง ๆ บนท้องฟ้า เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่รอบตัวเองของโลก ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาเรามองเห็นดวงดาวบนท้องฟ้าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ตำแหน่งของดวงดาวกับตำแหน่งของผู้สังเกตในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ โดยตำแหน่งของผู้สังเกต ณ เวลานั้นอาจไม่สามารถมองเห็น หรือมองเห็นดวงดาวได้ยาก ซึ่งเป็นเพราะดาวอยู่บริเวณเส้นขอบฟ้าหรือต่ำกว่า ความเข้มแสงของดวงดาว หากความเข้มแสงของดวงดาวมีน้อย จะทำให้มองเห็นดาวดวงนั้นยาก รวมถึงปัจจัยด้านสถานที่ที่ใช้ดูดาว โดยการดูดาวในเขตเมืองจะมองเห็นดาวได้ยากกว่าเขตชนบท เนื่องมาจากมลภาวะทางแสง (Light Pollution)

มลภาวะทางแสง คือ แสงที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ในเวลากลางคืนที่สว่างจ้าเกินความจำเป็น หรืออาจเกิดมาจากการออกแบบและติดตั้งหลอดไฟฟ้าหรือโคมไฟที่ไม่เหมาะสม มลภาวะทางแสงส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางดาราศาสตร์ของนักดาราศาสตร์ได้ นักดาราศาสตร์จึงต้องอาศัยเครื่องมือทางดาราศาสตร์ เช่น กล้องโทรทรรศน์ แผ่นกรองแสงในช่วงคลื่นต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็นดวงดาวที่ดีขึ้น



ภาพระดับมลภาวะทางแสง ณ สถานที่ต่างๆ

(ที่มา: https://bdi.or.th/movements/milkyway/)

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ภาพท้องฟ้าตอนกลางคืนในสถานที่เขตเมืองและเขตชนบท
2) ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
3) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรม
4) แอปพลิเคชัน Stellarium https://stellarium-web.org/ (ถ้าใช้ในการจัดกิจกรรม)

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยแสดงภาพท้องฟ้าในช่วงเวลากลางวัน (อาจใช้แอปพลิเคชัน Stellarium) และใช้คำถามดังนี้
   - นักเรียนคิดว่าในช่วงกลางวันมีดาวอยู่บนท้องฟ้าหรือไม่

     แนวคำตอบ ผู้เรียนตอบและอธิบายเหตุผลอย่างอิสระ
2) ผู้สอนแสดงภาพท้องฟ้าในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในสถานที่เดียวกัน (อาจใช้ Stellarium ดังภาพด้านล่าง) แล้วให้ผู้เรียนสังเกตความแตกต่างระหว่างการมองเห็นดาวที่อยู่บนท้องฟ้าในช่วงเวลากลางวันและเวลากลางคืน และใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเราจึงมองไม่เห็นดาวในช่วงเวลากลางวัน

  แนวคำตอบ เพราะแสงจากดวงอาทิตย์มีความสว่างมาก ทำให้มองไม่เห็นดาว



ภาพท้องฟ้าในช่วงเวลากลางวัน



ภาพท้องฟ้าในช่วงเวลากลางคืน

3) ผู้สอนแสดงภาพท้องฟ้าเมื่อมองจากตำแหน่งแตกต่างกัน คือ ในเขตเมืองและเขตชนบท แล้วให้ผู้เรียนสังเกตความแตกต่างระหว่างจำนวนดาวที่มองเห็นได้ในภาพทั้งสอง และใช้คำถามดังนี้

   - ดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าในภาพใดมีจำนวนมากกว่ากัน

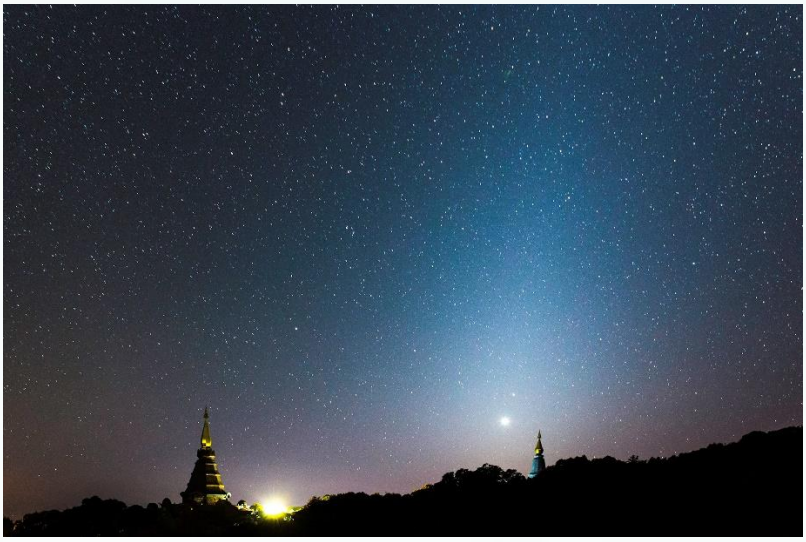
     แนวคำตอบ ภาพในเขตชนบท

   ทั้งนี้ ผู้สอนอาจแสดงภาพท้องฟ้ามากกว่า 2 ภาพ เพื่อให้ผู้เรียนได้ข้อสรุปตรงกันว่า ในเขตเมืองมีดาวปรากฏบนท้องฟ้าน้อยกว่าเขตชนบท และผู้สอนอาจกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการหาเหตุผลมาอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



ภาพท้องฟ้าช่วงเวลากลางคืนในเขตเมือง

(ที่มา: https://fotoupdate.com/photo-tips/5916.html)



ภาพท้องฟ้าช่วงเวลากลางคืนในเขตชนบท

(ที่มา: https://darksky.narit.or.th/wp-content/uploads/2021/09/31463-1-1.jpg)

4) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน และนำเข้าสู่**กิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น** จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรม **ตอนที่ 1** ซึ่งจะให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นหรือ*ข้อกล่าวอ้าง (Claim)* และ*การให้เหตุผล (Reasoning)* เพื่ออธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเด็นคำถามว่า *เพราะเหตุใดท้องฟ้าในเขตชนบทจึงมีดาวปรากฏมากกว่าเขตเมือง* ในสถานการณ์ที่กำหนดให้

5) ผู้สอนสุ่มผู้เรียน 1 – 2 กลุ่ม เพื่อนำเสนอคำตอบของ**ตอนที่ 1** จากนั้นผู้สอนใช้คำถามนำเพื่อให้อภิปรายในชั้นเรียน เช่น
   - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
   - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้หรือไม่ ควรปรับแก้อย่างไร
   - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
6) ผู้สอนสรุปคำตอบของผู้เรียน โดยอาจพบคำตอบของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเรื่องแสงรบกวนจากสิ่งแวดล้อม เช่น “**ในเขตเมืองมีแสงรบกวนมากกว่า**” หรือ “**อุทยานมีแสงจากสิ่งแวดล้อมรบกวนน้อยกว่า**” ซึ่งสามารถใช้นำเข้าสู่กิจกรรม **ตอนที่ 2** โดยชี้นำและกระตุ้นผู้เรียนให้สนใจที่จะทดลองเพื่อตรวจสอบว่า *แสงรบกวนของสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อการดูดาวจริงหรือไม่* ซึ่งเป็นการสืบเสาะหาความรู้เพื่อตรวจสอบข้อกล่าวอ้างที่ได้มีการนำเสนอมาก่อนหน้า
7) ผู้สอนชี้แจงและให้ผู้เรียนศึกษากิจกรรมตอนที่ 2 เช่น จุดประสงค์ของกิจกรรม และขั้นตอนการทำกิจกรรม จากนั้นผู้สอนใช้คำถามตรวจสอบความเข้าใจก่อนผู้เรียนทำกิจกรรม ดังนี้
   - กิจกรรมตอนที่ 2 มีจุดประสงค์เพื่ออะไร

     แนวคำตอบ ออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง
   - กิจกรรมตอนที่ 2 มีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร

     แนวคำตอบ ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ทดลองโดยสังเกตและบันทึกจำนวนดาวที่สังเกตได้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ ห้องมืดสนิท ห้องสว่างเล็กน้อย และห้องสว่างมาก จากนั้นสรุปและอภิปรายผลการทดลอง
   - นักเรียนต้องสังเกตหรือเก็บรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือ evidences ที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง)

     แนวคำตอบ จำนวนของดาวที่มองเห็นได้ชัดเจนในสภาพแวดล้อมที่มีแสงรบกวนต่างกัน
8) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรมตอนที่ 2 จากนั้นให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า *การดูดาวในเขตเมืองจะสังเกตเห็นดาวปรากฏบนท้องฟ้าได้น้อยกว่า หรือดูดาวได้ยากกว่าเขตชนบท เนื่องจากในเขตเมืองมีแสงรบกวนมากกว่า*
9) หากผู้สอนพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท ผู้สอนควรนำอภิปรายและแก้ไขให้ถูกต้อง

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ในกรณีที่ผู้เรียนยังไม่มีทักษะในเรื่องการออกแบบการทดลอง เช่น การกำหนดคำถาม การกำหนดสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการกำหนดขั้นตอนการทดลอง ผู้สอนอาจทบทวนหรือให้ความรู้ก่อนลงมือทำกิจกรรม
2) ในกรณีที่ผู้เรียนมีความชำนาญในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้สอนอาจปรับใบกิจกรรมให้ผู้เรียนระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ รวมถึงกำหนดวิธีการและขั้นตอนการทดลองด้วยตนเอง
3) ในการจัดกิจกรรมการทดลอง หากมีข้อจำกัดในการจัดเตรียมห้องให้มีสภาพมืดสนิท ผู้สอนอาจจัดพื้นที่ทดลองที่มุมใดมุมหนึ่งของห้องโดยใช้ฉากกั้นหรือผ้าคลุม หรืออาจดัดแปลงลังกระดาษทำเป็นกล่องมืดสำหรับใช้ทดลอง หรืออาจจัดในลักษณะอื่นตามความเหมาะสมและอุปกรณ์ที่มี
4) ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมที่ 20 เรื่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์ (อยู่ในภาคผนวก ก) ให้เป็นกิจกรรมเพิ่มเติมต่อจากกิจกรรมนี้ เนื่องจากทั้งสองกิจกรรมมีความสอดคล้องกันในเรื่องเกี่ยวกับการดูดาว

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) Light Pollution Map. https://www.lightpollutionmap.info
2) ระดับมลภาวะทางแสง (Bortle Scale) ณ สถานที่ต่างๆ. https://bdi.or.th/movements/milkyway
3) สสวท. สื่อการเรียนรู้ Project 14 กิจกรรมที่ 1.1 มองเห็นดาวอะไรบ้างบนท้องฟ้า. https://proj14.ipst.ac.th/p1/p1-sci-book2/sci-p1b2-012/
3) สสวท. สื่อการเรียนรู้ Project 14 กิจกรรมที่ 1.2 กลางวันดาวหายไปไหน. https://proj14.ipst.ac.th/p1/p1-sci-book2/sci-p1b2-013/
4) หนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 หน่วยที่ 4 โลกและท้องฟ้าของเรา บทที่ 2 ท้องฟ้าและดาว. สสวท.

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบทโดยใช้แบบจำลอง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสภาวะทางแสง/แสงรบกวนไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) ออกแบบและทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น	- สามารถออกแบบและประเมินการทดลองโดยมีการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง บันทึกข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อใช้ศึกษาเกี่ยวกับผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น

ตอนที่ 1

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้ และตอบคำถาม

นักท่องเที่ยวคนหนึ่งเล่าว่า **“ตอนที่ผมกางเต็นท์นอนในอุทยานแห่งชาติ ท้องฟ้าสวยมาก ๆ ผมมองเห็นดาวบนท้องฟ้าเต็มไปหมด แตกต่างจากท้องฟ้าในเมืองที่แทบมองไม่เห็นดาวเลย”**

นักเรียนคิดว่า เหตุใดจำนวนดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าเมื่อมองจากอุทยานแห่งชาติจึงมีจำนวนมากและแตกต่างจากการมองในเมือง

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น

ตอนที่ 1

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้ และตอบคำถาม

นักท่องเที่ยวคนหนึ่งเล่าว่า **“ตอนที่ผมกางเต็นท์นอนในอุทยานแห่งชาติ ท้องฟ้าสวยมาก ๆ ผมมองเห็นดาวบนท้องฟ้าเต็มไปหมด แตกต่างจากท้องฟ้าในเมืองที่แทบมองไม่เห็นดาวเลย”**

นักเรียนคิดว่า เหตุใดจำนวนดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าเมื่อมองจากอุทยานแห่งชาติจึงมีจำนวนมากและแตกต่างจากการมองในเมือง

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ เพราะในเมืองมีแสงสว่างจากไฟบนถนนและจากบ้านเรือนค่อนข้างมาก ทำให้มองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้ไม่มากนัก แตกต่างกับอุทยานหรือชนบท ที่อาจไม่มีแสงไฟจากบ้านเรือนหรือชุมชน จึงไม่ค่อยมีแสงรบกวนในการมองดาว ทำให้มองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้มากกว่าในเมือง

.....

.....

ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น

ตอนที่ 2

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทดลอง ออกแบบการทดลอง ลงมือทดลอง และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

จุดประสงค์ของกิจกรรม

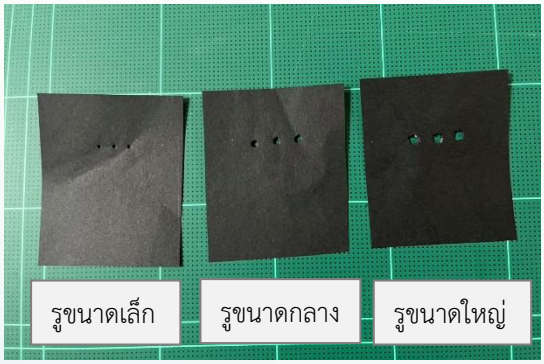
ออกแบบการทดลอง และทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง

วัสดุและอุปกรณ์

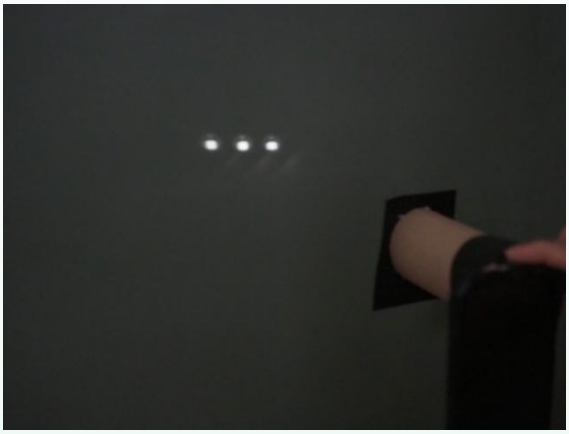
1) แหล่งกำเนิดแสง เช่น แสงจากโทรศัพท์มือถือ ไฟฉาย
2) กระดาษแข็งสีดำ
3) แกนของกระดาษชำระ
4) อุปกรณ์สำหรับเจาะรู
5) เทปกาว

ขั้นตอนการทดลอง

1) เจาะรูบนกระดาษโดยให้มีรูขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ สำหรับให้แสงผ่าน
2) ติดแกนของกระดาษชำระเข้ากับโทรศัพท์มือถือโดยให้แสงจากไฟฉายของโทรศัพท์มือถือส่องผ่านแกนของกระดาษชำระ
3) ติดกระดาษที่เจาะรู เข้ากับอีกด้านของแกนของกระดาษชำระ
4) จัดเตรียมสภาพแวดล้อมของห้องโดยให้มีสภาพแวดล้อมความสว่างภายในห้องแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ห้องมืดสนิท ห้องสว่างเล็กน้อย และห้องสว่างมาก
5) สังเกตจุดแสงบนฉากซึ่งเป็นตัวแทนของดาว และบันทึกจำนวนจุดแสงที่สังเกตได้อย่างชัดเจนในแต่ละสภาพแวดล้อม



กระดาษแข็งสีดำที่มีการเจาะรู



การจำลองการปรากฏของดาว
ในสภาพแวดล้อมสว่างเล็กน้อย

สมมติฐานของการทดลอง

.....

.....

ตัวแปรของการทดลอง

ตัวแปรต้น : .....

ตัวแปรตาม : .....

ตัวแปรควบคุม (อย่างน้อย 2 ตัวแปร) : .....

.....

ตารางบันทึกผลการสังเกต

จำนวนรูที่เจาะบนกระดาษ : รูขนาดเล็ก ..... รูขนาดกลาง ..... รูขนาดใหญ่ .....

สภาพแวดล้อม	จำนวนจุดแสงที่สังเกตได้ (จุด)		
	รูขนาดเล็ก	รูขนาดกลาง	รูขนาดใหญ่
ห้องมืดสนิท			
ห้องสว่างเล็กน้อย			
ห้องสว่างมาก			

คำถามท้ายกิจกรรม

1) จากแบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง จุดแสงที่ปรากฏบนฉากเป็นตัวแทนของสิ่งใด และสภาพแวดล้อมที่ห้องมีความสว่างมากเป็นตัวแทนของพื้นที่ใด

   จุดแสง เป็นตัวแทนของ .....

   สภาพแวดล้อมที่ห้องสว่างมาก เป็นตัวแทนของพื้นที่.....

2) เมื่อความสว่างของสภาพแวดล้อมมากขึ้น จำนวนจุดแสงที่สังเกตได้ชัดเจนมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

   .....

   .....

   .....

3) นักเรียนคิดว่าการทดลองข้างต้นสามารถตรวจสอบและศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบทได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

☐ ได้ ☐ ไม่ได้

เพราะ.....

.....

.....

.....

4) สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

.....

.....

5) จากความรู้ที่ได้จากกิจกรรมนี้ นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดในเขตเมืองจึงมองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้ยากกว่าเขตชนบท

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
การตอบคำถามเกี่ยวกับการทดลอง	
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 3 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
การตอบคำถามท้ายการทดลอง	
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 – 5 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น

ตอนที่ 2

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทดลอง ออกแบบการทดลอง ลงมือทดลอง และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

จุดประสงค์ของกิจกรรม

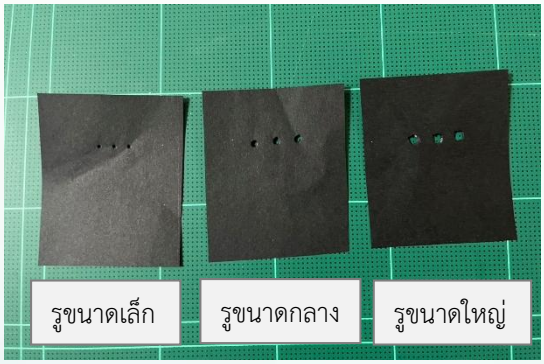
ออกแบบการทดลอง และทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง

วัสดุและอุปกรณ์

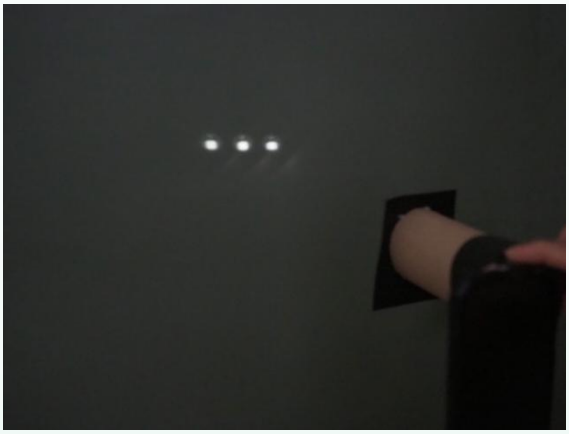
1) แหล่งกำเนิดแสง เช่น แสงจากโทรศัพท์มือถือ ไฟฉาย
2) กระดาษแข็งสีดำ
3) แกนของกระดาษชำระ
4) อุปกรณ์สำหรับเจาะรู
5) เทปกาว

ขั้นตอนการทดลอง

1) เจาะรูบนกระดาษโดยให้มีรูขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ สำหรับให้แสงผ่าน
2) ติดแกนของกระดาษชำระเข้ากับโทรศัพท์มือถือโดยให้แสงจากไฟฉายของโทรศัพท์มือถือส่องผ่านแกนของกระดาษชำระ
3) ติดกระดาษที่เจาะรู เข้ากับอีกด้านของแกนของกระดาษชำระ
4) จัดเตรียมสภาพแวดล้อมของห้องโดยให้มีสภาพแวดล้อมความสว่างภายในห้องแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ห้องมืดสนิท ห้องสว่างเล็กน้อย และห้องสว่างมาก
5) สังเกตจุดแสงบนฉากซึ่งเป็นตัวแทนของดาว และบันทึกจำนวนจุดแสงที่สังเกตได้อย่างชัดเจนในแต่ละสภาพแวดล้อม



กระดาษแข็งสีดำที่มีการเจาะรู



การจำลองการปรากฏของดาวในสภาพแวดล้อมสว่างเล็กน้อย

สมมติฐานของการทดลอง (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

สถานที่ที่มีแสงรบกวนจากสิ่งแวดล้อมมากจะเห็นดาวปรากฏบนท้องฟ้าน้อยกว่า สถานที่ที่มีแสงรบกวนน้อย

ตัวแปรของการทดลอง (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ตัวแปรต้น : ความสว่างของสภาพแวดล้อม

ตัวแปรตาม : จำนวนจุดแสงที่สังเกตได้ / จำนวนดาวที่สังเกตได้

ตัวแปรควบคุม (อย่างน้อย 2 ตัวแปร) : จำนวนรูที่เจาะบนกระดาษ, ขนาดของรูที่เจาะบนกระดาษ, ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับฉาก, ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับกระดาษที่เจาะรู, สถานที่ทำการทดลอง

ตารางบันทึกผลการสังเกต (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

จำนวนรูที่เจาะบนกระดาษ : รูขนาดเล็ก 3 รูขนาดกลาง 3 รูขนาดใหญ่ 3

ความสว่างของสภาพแวดล้อม	จำนวนจุดแสงที่สังเกตได้ชัดเจนบนฉาก (จุด)		
	รูขนาดเล็ก	รูขนาดกลาง	รูขนาดใหญ่
มืดสนิท	3	3	3
สว่างเล็กน้อย	0	3	3
สว่างมาก	0	0	3

ผลในตารางเป็นเพียงตัวอย่าง

คำถามท้ายกิจกรรม

1) จากแบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง จุดแสงที่ปรากฏบนฉากเป็นตัวแทนของสิ่งใด และสภาพแวดล้อมที่ห้องมีความสว่างมากเป็นตัวแทนของพื้นที่ใด (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

จุดแสง เป็นตัวแทนของ ดาวบนท้องฟ้า

สภาพแวดล้อมที่ห้องสว่างมาก เป็นตัวแทนของพื้นที่ เขตเมือง

2) เมื่อความสว่างของสภาพแวดล้อมมากขึ้น จุดแสงที่สังเกตได้ชัดเจนมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

เปลี่ยนแปลง โดยเมื่อความสว่างมากขึ้น จำนวนจุดแสงที่เกิดจากรูขนาดเล็กและรูขนาดกลางที่สังเกตได้ชัดเจนมีจำนวนลดลง ส่วนจำนวนจุดแสงที่เกิดจากรูขนาดใหญ่มีจำนวนไม่เปลี่ยนแปลง แต่สังเกตได้ยากขึ้น

3) นักเรียนคิดว่าการทดลองข้างต้นสามารถตรวจสอบและศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบทได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ และออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

☑ ได้ ☐ ไม่ได้

เพราะ การทดลองใช้แบบจำลองที่มีจุดแสงแทนดาว และมีการเปลี่ยนความสว่างของสภาพแวดล้อม เหมือนเป็นการทำให้มีแสงรบกวนจากสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน คือ แสงสว่างมากแทนสถานที่ในเขตเมือง และมืดสนิทแทนสถานที่ในเขตชนบท **หรือ**

☐ ได้ ☑ ไม่ได้

เพราะ ปัจจัยสภาพแวดล้อมจริงที่ส่งผลต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าอาจมีมากกว่าเรื่องแสงรบกวน เช่น เขตเมืองอาจมีเมฆ หมอก หรือควันมากกว่าเขตชนบท ทำให้บดบังการมองเห็นดวงดาว รวมถึงเขตเมืองมีตึกสูงที่อาจบดบังการมองเห็นดาว ดังนั้น การทดลองที่ดีที่สุดคือ ควรออกแบบการทดลองโดยใช้สถานที่จริงทั้งในเขตเมืองและเขตชนบท แล้วควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างไรให้ใกล้เคียงกัน

4) สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ความสว่างของสภาพแวดล้อมมีผลต่อจำนวนจุดแสงที่สังเกตได้ชัดเจนบนฉาก โดยผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

5) จากความรู้ที่ได้จากกิจกรรมนี้ นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดในเขตเมืองจึงมองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้ยากกว่าเขตชนบท (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

เพราะว่าในเขตเมืองมีแสงรบกวนมาก ทำให้มองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้ยากกว่าเขตชนบท

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
การตอบคำถามเกี่ยวกับการทดลอง	
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 3 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
การตอบคำถามท้ายการทดลอง	
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 – 5 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 18

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง กลางวัน **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.1 ม.3/2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดกลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาล
2) ใช้แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล เพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวัน กลางคืน ของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การเกิดกลางวันกลางคืน เกิดจากการหมุนรอบตัวเองหรือการหมุนรอบแกนหมุนของโลก ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปรากฏเหนือขอบฟ้าของพื้นที่นั้น ๆ คือ เวลากลางวัน และเมื่อดวงอาทิตย์ตกลับขอบฟ้าจะเป็นเวลากลางคืน

การที่แกนหมุนของโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา กับแกนตั้งฉากของระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือน ตำแหน่งการตกตั้งฉากของรังสีดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ระหว่างละติจูด 23.5 °N ถึง 23.5 °S ส่งผลให้แนวทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันเปลี่ยนไป นอกจากนี้ ยังทำให้ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้ายาวนานไม่เท่ากันในแต่ละวัน และยังแตกต่างกันไปตามเขตละติจูด

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
2) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรม ได้แก่
   - ลูกโลกจำลอง (สำหรับใช้สาธิต) 1 ลูก
   - เลเซอร์พอยเตอร์ 1 อัน
   - ลูกโฟมกลม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

- แถบสติกเกอร์สี 3 สี ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- ปากกาเคมี 3 สี ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- เชือก ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- กรรไกร ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- กระดาษแข็ง ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- วงเวียน ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- ไม้เสียบลูกชิ้น ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

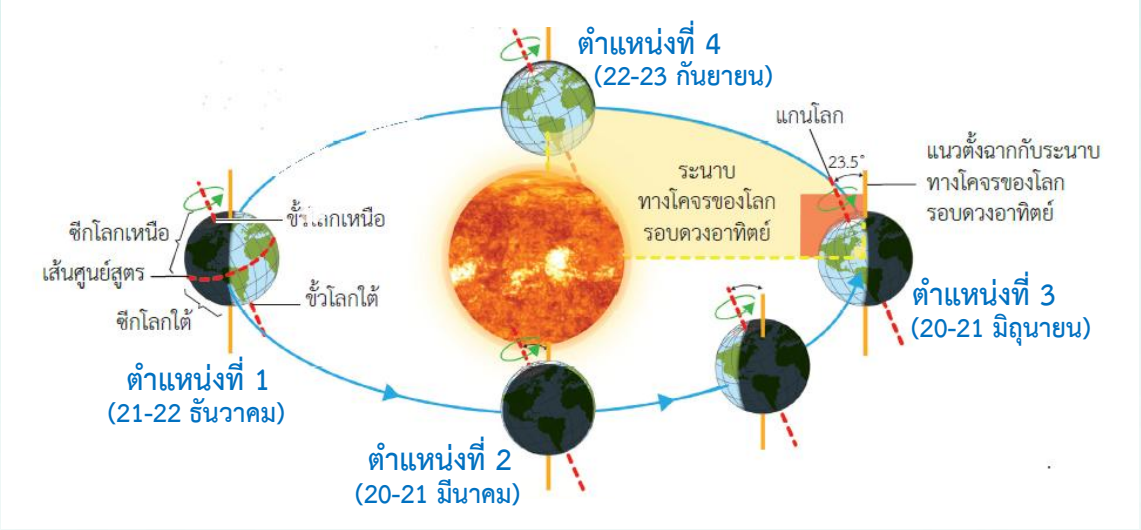
7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนและทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเกิดกลางวันกลางคืน เช่น
   - เวลา 1 วันตามความเข้าใจของนักเรียนมีความหมายว่าอย่างไร
   - ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้าในพื้นที่นั้นเรียกว่าช่วงเวลาใด
   - ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ตกลับขอบฟ้าไปในพื้นที่นั้นเรียกว่าช่วงเวลาใด

   หมายเหตุ : ผู้สอนสามารถเลือกคำถามกระตุ้นผู้เรียนได้ โดยพิจารณาจากแนวคำตอบของผู้เรียน เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน หรืออาจใช้การเปิดวีดิทัศน์ “กลางวันกลางคืน ฤดู และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า” https://www.youtube.com/watch?v=NW1GAmWcfLE เพื่อตั้งคำถามและทบทวนความรู้ของผู้เรียนก็ได้
2) ผู้สอนใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าช่วงเวลากลางวัน ของแต่ละฤดูกาล มีระยะเวลายาวนานเท่ากันหรือไม่ และทราบได้อย่างไร”

   แนวคำตอบ ผู้เรียนอาจมีแนวคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เรียนควรตอบว่า ไม่เท่ากัน โดยทราบได้จากเวลาที่ดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่เหนือขอบฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละฤดู

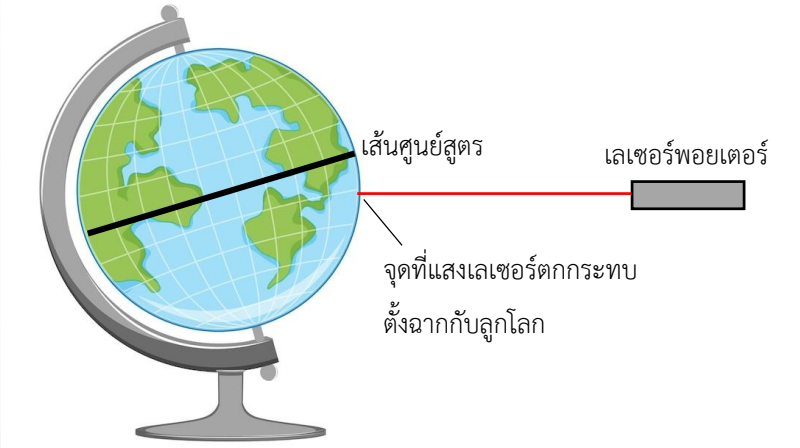
   หมายเหตุ : ผู้สอนสามารถใช้คำถามอื่นร่วมได้โดยพิจารณาจากแนวคำตอบของผู้เรียน ทั้งนี้ ผู้เรียนควรมีความรู้เดิมในเรื่องการเกิดฤดูกาลมาแล้ว ซึ่งจะได้เรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3) ผู้สอนสาธิตผลที่เกิดจากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และผลจากการเอียงของแกนหมุนที่กระทำกับแนวตั้งฉากกับระนาบทางโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ โดยใช้ลูกโลกจำลองและเลเซอร์พอยเตอร์ (หรืออาจใช้ไม้ยาว ๆ) และภาพตำแหน่งของโลกที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ เพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับการเกิดฤดู



ภาพที่ 1 ตำแหน่งสมมติบนโลกและตำแหน่งของโลกในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์

4) ผู้สอนแจกวัสดุและอุปกรณ์ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเพื่อใช้ในการทำกิจกรรมดังที่ระบุในหัวข้อ 5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ หรือใบกิจกรรม

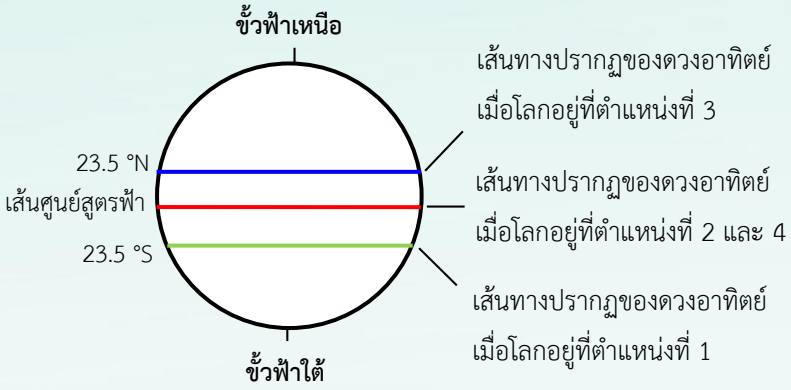
5) ผู้สอนนำเข้าสู่**กิจกรรม ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน ตอนที่ 1** แล้วสาธิตการจำลองเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ โดยฉายแสงเลเซอร์ที่ลูกโลกจำลองขนาดใหญ่ เริ่มจากขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่งที่ 1 ในภาพที่ 1 ซึ่งแกนโลกเอียงออกจากดวงอาทิตย์ โดยให้แสงเลเซอร์ตกกระทบตั้งฉากกับผิวโลก ดังภาพ ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตตำแหน่งที่แสงเลเซอร์ตกกระทบตั้งฉากกับลูกโลก แล้วหมุนลูกโลกเพื่อให้ผู้เรียนสังเกตเส้นทางปรากฏของแสงเลเซอร์ที่พาดผ่านลูกโลก ซึ่งเปรียบได้กับเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าที่พาดผ่านลูกโลกที่ละติจูด 23.5 °S



ภาพที่ 2 การฉายแสงเลเซอร์ตกกระทบลูกโลก ขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่งที่ 1 (ภาพจาก freepik.com)

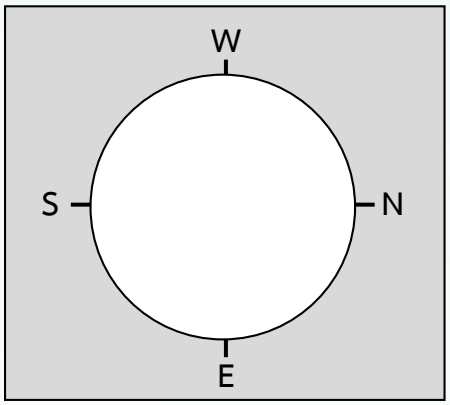
6) ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้ปากกาเคมีหรือแถบสติกเกอร์สี คาดตามแนวเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ที่ละติจูด 23.5 °S บนลูกโฟมกลมของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนจำลองแนวการขึ้นตกหรือเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่โลกโคจรอยู่ ณ ตำแหน่งที่ 1 ในภาพที่ 1

7) ทำเช่นเดียวกันกับกรณีที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่งที่ 2 3 และ 4 ซึ่งจะได้เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า 3 เส้นทาง ดังภาพ



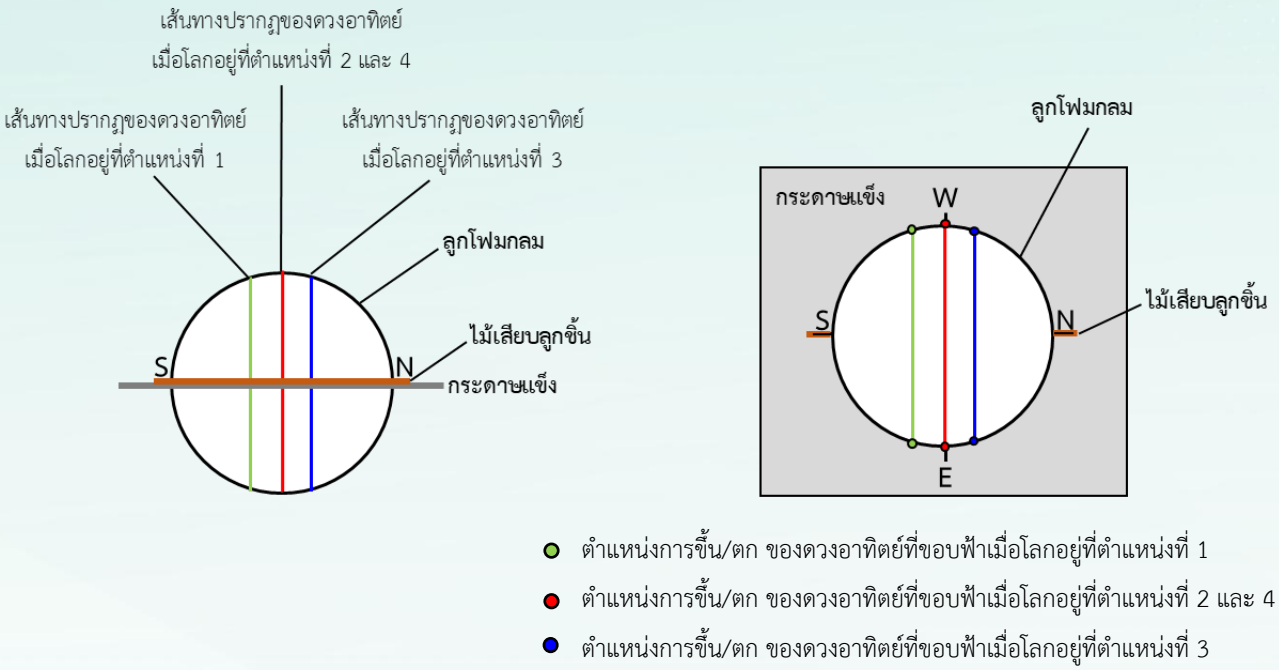
ภาพที่ 3 ตำแหน่งเส้นทางการปรากฏของดวงอาทิตย์

8) ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างระนาบขอบฟ้า ตัดกระดาษแข็งเป็นช่องวงกลมให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกโฟมกลม และกำหนดทิศของระนาบขอบฟ้าดังภาพ



ภาพที่ 4 ระนาบขอบฟ้าที่ทำจากกระดาษแข็ง

9) ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้ไม้เสียบลูกชิ้นเสียบที่กึ่งกลางของลูกโฟมกลมตามแนวขั้วฟ้าเหนือ-ขั้วฟ้าใต้ เพื่อเป็นแกนหมุนของท้องฟ้า แล้วนำลูกโฟมกลมวางในระนาบขอบฟ้าที่ตัดไว้โดยให้ขั้วฟ้าเหนือตรงกับทิศเหนือ ขั้วฟ้าใต้ตรงกับทิศใต้ เส้นศูนย์สูตรท้องฟ้าตรงกับทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ดังภาพ



ภาพที่ 5 การวางลูกโฟมกลมในระนาบขอบฟ้า

10) ผู้สอนให้ผู้เรียนหมุนลูกโฟมกลม พร้อมทั้งอธิบายให้ผู้เรียนทราบว่า เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแบบจำลองที่สังเกตอยู่นี้เป็นกรณีสำหรับผู้สังเกตที่อยู่ที่ละติจูด 0 องศา หรือเส้นศูนย์สูตร และชี้นำให้ผู้เรียนสังเกตเห็นว่า จุดทั้งสามเคลื่อนขึ้นและตกพร้อม ๆ กัน ซึ่งหมายความว่า ในแต่ละฤดู (ในแต่ละเส้นสี) ความยาวนานของเวลากลางวันสำหรับคนที่อาศัยอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะแตกต่างกันไม่มาก

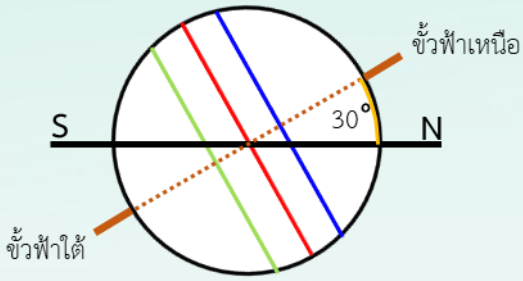
11) ผู้สอนกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนอยากรู้ว่า ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูดอื่น ๆ ผลจะเป็นอย่างไร ช่วงเวลากลางวัน กลางคืนจะเท่ากันหรือไม่ แล้วนำเข้าสู่**กิจกรรม ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน ตอนที่ 2** โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ให้ศึกษาความยาวนานของกลางวันกลางคืน ของผู้สังเกตที่อยู่ตำแหน่งละติจูดแตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 15 °N และ 15 °S

กลุ่มที่ 2 30 °N และ 30 °S

กลุ่มที่ 3 60 °N และ 60 °S

12) ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้ไม้เสียบลูกชิ้นเสียบที่กึ่งกลางของลูกโฟมกลมตามแนวขั้วฟ้าเหนือ-ขั้วฟ้าใต้ เพื่อเป็นแกนหมุนของท้องฟ้า แล้ววางลูกโฟมกลมในระนาบขอบฟ้า ในกรณีต้องการจำลองเป็นผู้สังเกตในละติจูดทางซีกโลกเหนือ ให้จัดลูกโฟมกลมให้ขั้วฟ้าเหนืออยู่สูงจากระนาบขอบฟ้าเป็นมุมเท่ากับละติจูดของผู้สังเกต เช่น ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 30 °N ให้ขั้วฟ้าเหนือสูงขึ้นจากระนาบขอบฟ้าทางทิศเหนือทำมุม 30° และให้เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์เมื่อโลกอยู่ที่ตำแหน่งที่ 2 และ 4 บนลูกโฟมกลมตรงกับทิศตะวันออกของระนาบขอบฟ้า ดังภาพ



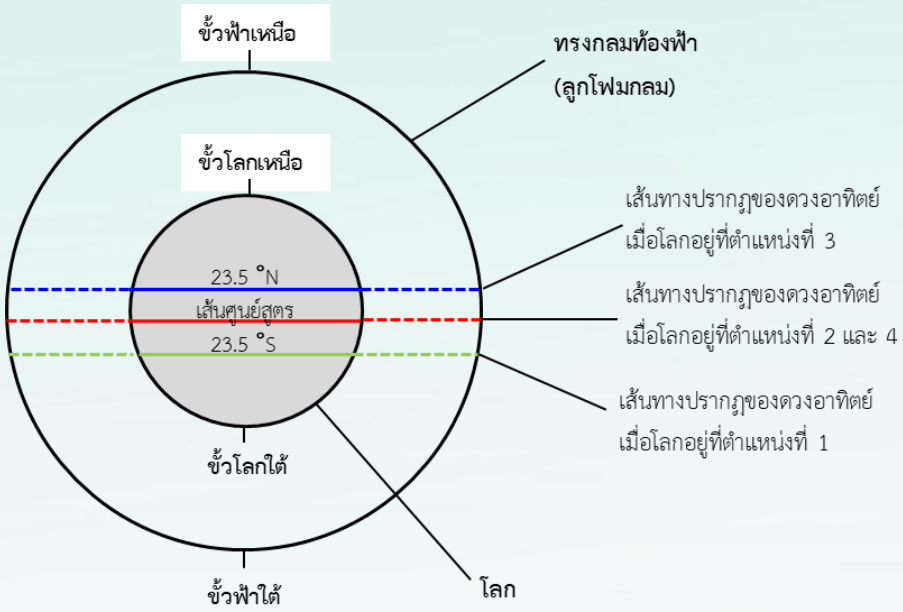
มุมมองจากด้านข้าง

ภาพที่ 6 แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 30 °N

13) ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตเส้นสีแต่ละเส้นซึ่งจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในแต่ละฤดู ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร และให้ผู้เรียนใช้เชือกวัดความยาวของเส้นสีที่อยู่เหนือระนาบขอบฟ้า เพื่อเทียบเป็นเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือจากขอบฟ้าของผู้สังเกต แล้วให้ผู้เรียนบันทึกผลลงในใบกิจกรรม
14) ผู้สอนให้แต่ละผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลที่สังเกตได้ จากนั้นอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “ในแต่ละตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต ความยาวนานของกลางวันและกลางคืนในแต่ละฤดูมีความแตกต่างกัน” และ “ในแต่ละฤดูหรือแต่ละตำแหน่งของโลกในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ ความยาวนานของกลางวันและกลางคืนขึ้นอยู่กับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต”

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) แนะนำให้ผู้สอนจัดกิจกรรมนี้ให้กับผู้เรียนภายหลังจากที่ผู้เรียนได้ผ่านการเรียนในเนื้อหาเรื่อง การเกิดฤดูของโลก (ม.3) มาแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาของกิจกรรมนี้ได้ง่ายขึ้น
2) ผู้สอนอาจนำไปบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ (ม.3)
3) ผู้สอนควรกำหนดให้ผู้เรียนจัดตำแหน่งการฉายแสงเลเซอร์ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ข้อ 5. โดยเริ่มจากตำแหน่งที่ 1 และรักษาระดับความสูงของเลเซอร์พอยเตอร์ให้คงที่ตลอดการทดลอง
4) ผู้สอนอาจพิจารณาเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็น 2 ชั่วโมง โดยในชั่วโมงแรก จัดให้ครอบคลุมกิจกรรมตอนที่ 1 และในชั่วโมงที่ 2 จัดให้ครอบคลุมกิจกรรมตอนที่ 2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน
5) ผู้เรียนบางกลุ่มอาจมีปัญหาด้านการทำความเข้าใจกับข้อมูลในสถานการณ์ ผู้สอนควรติดตามการทำกิจกรรมของผู้เรียน และอธิบายเพิ่มเติมหรือให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนอย่างเหมาะสมตามกลุ่มความสามารถของผู้เรียน
6) ผู้สอนควรอธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างลูกโฟมกลม (ทรงกลมท้องฟ้า) กับโลก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์เมื่อผู้สังเกตอยู่บนโลก ดังภาพ



7) ผู้สอนอาจปรับใช้โปรแกรม Stellarium ในการทำกิจกรรม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
8) ผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมได้ตามความเหมาะสม

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) ฤดูของโลก (Project 14 สสวท.). https://www.youtube.com/watch?v=oRmj3hBfZbg
2) การเปลี่ยนตำแหน่งและเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า (Project 14 สสวท.). https://www.youtube.com/watch?v=KmOtCwuIYow
3) ปรากฏการณ์ที่เกิดจากโลกหมุนรอบตัวเอง – กลางวันและกลางคืน. https://www.youtube.com/watch?v=yEq5UKdZHwU
4) กลางวันกลางคืนเกิดขึ้นได้อย่างไร. https://www.youtube.com/watch?v=XpCHn-G6ChY
5) กลางวันกลางคืน ฤดู และ การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า. https://www.youtube.com/watch?v=NW1GAmWcfLE

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดช่วงเวลากลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาลได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การปฏิบัติและการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- คำถามในชั้นเรียน - ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน	- สามารถสร้างแบบจำลองและใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดกลางวันกลางคืนได้ โดยปฏิบัติและเขียนภาพแบบจำลองได้ถูกต้อง และตอบคำถามท้ายกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ
2) ใช้แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล เพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืนของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การปฏิบัติและการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- คำถามในชั้นเรียน - ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน	- สามารถสร้างแบบจำลอง เขียนแบบจำลอง และใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืนของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้ โดยปฏิบัติ บันทึกผล และสรุปผลการสังเกต ได้ถูกต้อง และตอบคำถามท้ายกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ

ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนด สร้างแบบจำลองการเกิดกลางวันกลางคืน และตอบคำถาม

บทนำ

การเกิดกลางวันกลางคืนเกิดจากการหมุนรอบตัวเองหรือการหมุนรอบแกนหมุนของโลก ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปรากฏเหนือขอบฟ้าของพื้นที่นั้น ๆ คือ เวลากลางวัน และเมื่อดวงอาทิตย์ตกลับขอบฟ้าจะเป็นเวลากลางคืน การที่แกนหมุนของโลกเอียงทำมุม 23.5° กับแกนตั้งฉากของระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือน ตำแหน่งการตกตั้งฉากของรังสีดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ระหว่างละติจูด 23.5 °N ถึง 23.5 °S ส่งผลให้แนวทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันเปลี่ยนไป

วัตถุประสงค์

1. ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดกลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาล
2. ใช้แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล เพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืน ของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้

วัสดุและอุปกรณ์

				
1.ลูกโลกจำลอง	2. เลเซอร์พอยเตอร์	3. ลูกโฟมกลม	4. แถบสติกเกอร์สี	5. ปากกาเคมี
				
6. เชือก	7. กรรไกร	8. กระดาษแข็ง	9. วงเวียน	10. ไม้เสียบลูกชิ้น

วิธีดำเนินการ ตอนที่ 1

1. นักเรียนตัวแทนกลุ่มมารับวัสดุและอุปกรณ์จากครู
2. นักเรียนชมการสาธิตของครูเกี่ยวกับผลที่เกิดจากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และผลจากการเอียงของแกนหมุนที่กระทำกับแนวตั้งฉากกับระนาบทางโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ สังเกตและอภิปรายร่วมกัน
3. นักเรียนสร้างแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ตามครูสาธิต จำนวน 3 เส้น บนลูกโฟมกลม ด้วยการติดสติกเกอร์สีหรือเขียนด้วยปากกาเคมี จากนั้นวาดภาพแบบจำลองในใบกิจกรรม
4. นักเรียนตัดกระดาษแข็งเพื่อสร้างระนาบขอบฟ้า โดยตัดเป็นช่องวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับของลูกโฟมกลม เพื่อให้ลูกโฟมกลมสามารถหมุนได้ และกำหนดทิศของระนาบขอบฟ้าตามตัวอย่างของครู

5. นักเรียนใช้ไม้เสียบลูกชิ้นเสียบที่กึ่งกลางของลูกโฟมกลมตามแนวขั้วฟ้าเหนือ-ขั้วฟ้าใต้ เพื่อเป็นแกนหมุนของท้องฟ้า แล้ววางลงในระนาบขอบฟ้าที่สร้างขึ้นโดยให้ขั้วฟ้าเหนือตรงกับทิศเหนือ ขั้วฟ้าใต้ตรงกับทิศใต้ และเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้าตรงกับทิศตะวันออกและทิศตะวันตก
6. นักเรียนสังเกตแนวการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในแบบจำลอง ตอบคำถามของครูและอภิปรายร่วมกัน

วิธีดำเนินการ ตอนที่ 2

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้จำลองและศึกษาเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ของผู้สังเกตที่อยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน คือ 15°N, 30°N, 60°N, 15°S, 30°S และ 60°S
8. จัดลูกโฟมกลมและระนาบขอบฟ้าเพื่อจำลองสถานการณ์ สังเกตและวาดภาพแบบจำลองลงในใบกิจกรรม จากนั้นใช้เชือกวัดความยาวของเส้นสีที่แสดงเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ ซึ่งความยาวของเส้นสีใช้เปรียบเทียบความยาวนานของกลางวันกลางคืน บันทึกผลในใบกิจกรรม
9. สรุปผลการสังเกต นำเสนอผลการทำกิจกรรม อภิปรายและสรุปกิจกรรมร่วมกัน

บันทึกแบบจำลอง

1. ให้นักเรียนวาดแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สังเกตที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร พร้อมทั้งเขียนอธิบายเส้นทางทั้งสามเส้น

2. ให้นักเรียนวาดแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สังเกตที่อยู่ที่ละติจูดที่ได้รับมอบหมาย

ละติจูดของผู้สังเกต คือ .....

ตารางบันทึกผลการสังเกตความยาวนานของกลางวัน

ละติจูดของผู้สังเกต	ความยาวเชือก (เซนติเมตร)					
	เส้นที่ 1 (สี.....)		เส้นที่ 2 (สี.....)		เส้นที่ 3 (สี.....)	
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน

สรุปผลการสังเกต

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมินการบันทึกผลการทำกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
วาดแบบจำลอง บันทึกผล และสรุปผลการสังเกตได้ถูกต้อง	ผ่าน
วาดแบบจำลอง บันทึกผล และสรุปผลการสังเกตได้ถูกต้องบางส่วน	ควรปรับปรุง

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากแบบจำลองในวันใดที่ช่วงเวลากลางวันของผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือ และซีกโลกใต้มีความยาวนานเท่ากัน ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. แบบจำลองในวันใดที่ช่วงเวลากลางวันของผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือ มีช่วงเวลากลางวันยาวนานกว่าผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกใต้ และทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. แบบจำลองในช่วงวันใด ที่ช่วงเวลากลางวันของผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือ มีช่วงเวลากลางวันสั้นกว่าผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกใต้ และทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. นักสำรวจกลุ่มหนึ่งกำลังหาช่วงเวลาในการทำงาน ที่เมืองเฮลซิงกิ ประเทศฟินแลนด์ (60.17°N) เพื่อสำรวจทรัพยากรทางธรรมชาติ ซึ่งต้องการสำรวจในช่วงเวลาที่มีช่วงเวลากลางวันยาวนานกว่ากลางคืน และต้องใช้เวลาในการสำรวจสามเดือน จึงได้หารือกันว่าจะทำการสำรวจในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

4.1) นักเรียนคิดว่าช่วงเวลาดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่ และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

4.2) นักเรียนคิดว่าช่วงเวลาใดเหมาะสมที่จะทำการสำรวจ

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมินการตอบคำถามท้ายกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 3 – 5 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนด สร้างแบบจำลองการเกิดกลางวันกลางคืน และตอบคำถาม

บทนำ

การเกิดกลางวันกลางคืนเกิดจากการหมุนรอบตัวเองหรือการหมุนรอบแกนหมุนของโลก ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปรากฏเหนือขอบฟ้าของพื้นที่นั้น ๆ คือ เวลากลางวัน และเมื่อดวงอาทิตย์ตกลับขอบฟ้าจะเป็นเวลากลางคืน การที่แกนหมุนของโลกเอียงทำมุม 23.5° กับแกนตั้งฉากของระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือน ตำแหน่งการตกตั้งฉากของรังสีดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ระหว่างละติจูด 23.5 °N ถึง 23.5 °S ส่งผลให้แนวทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันเปลี่ยนไป

วัตถุประสงค์

1. ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดกลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาล
2. ใช้แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล เพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืน ของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้

วัสดุและอุปกรณ์

				
1.ลูกโลกจำลอง	2. เลเซอร์พอยเตอร์	3. ลูกโฟมกลม	4. แถบสติกเกอร์สี	5. ปากกาเคมี
				
6. เชือก	7. กรรไกร	8. กระดาษแข็ง	9. วงเวียน	10. ไม้เสียบลูกชิ้น

วิธีดำเนินการ ตอนที่ 1

1. นักเรียนตัวแทนกลุ่มมารับวัสดุและอุปกรณ์จากครู
2. นักเรียนชมการสาธิตของครูเกี่ยวกับผลที่เกิดจากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และผลจากการเอียงของแกนหมุนที่กระทำกับแนวตั้งฉากกับระนาบทางโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ สังเกตและอภิปรายร่วมกัน
3. นักเรียนสร้างแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ตามครูสาธิต จำนวน 3 เส้น บนลูกโฟมกลม ด้วยการติดสติกเกอร์สีหรือเขียนด้วยปากกาเคมี จากนั้นวาดภาพแบบจำลองในใบกิจกรรม
4. นักเรียนตัดกระดาษแข็งเพื่อสร้างระนาบขอบฟ้า โดยตัดเป็นช่องวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับของลูกโฟมกลมเพื่อให้ลูกโฟมกลมสามารถหมุนได้ และกำหนดทิศของระนาบขอบฟ้าตามตัวอย่างของครู

5. นักเรียนใช้ไม้เสียบลูกชิ้นเสียบที่กึ่งกลางของลูกโฟมกลมตามแนวขั้วฟ้าเหนือ-ขั้วฟ้าใต้ เพื่อเป็นแกนหมุนของท้องฟ้า แล้ววางลงในระนาบขอบฟ้าที่สร้างขึ้นโดยให้ขั้วฟ้าเหนือตรงกับทิศเหนือ ขั้วฟ้าใต้ตรงกับทิศใต้ และเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้าตรงกับทิศตะวันออกและทิศตะวันตก
6. นักเรียนสังเกตแนวการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในแบบจำลอง ตอบคำถามของครูและอภิปรายร่วมกัน

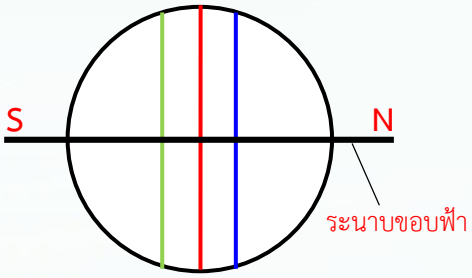
วิธีดำเนินการ ตอนที่ 2

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้จำลองและศึกษาเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ของผู้สังเกตที่อยู่ที่ละติจูดแตกต่างกัน คือ 15°N, 30°N, 60°N, 15°S, 30°S และ 60°S
8. จัดลูกโฟมกลมและระนาบขอบฟ้าเพื่อจำลองสถานการณ์ สังเกตและวาดภาพแบบจำลองลงในใบกิจกรรม จากนั้นใช้เชือกวัดความยาวของเส้นสีที่แสดงเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ ซึ่งความยาวของเส้นสีใช้เปรียบเทียบความยาวนานองกลางวันกลางคืน บันทึกผลในใบกิจกรรม
9. สรุปผลการสังเกต นำเสนอผลการทำกิจกรรม อภิปรายและสรุปกิจกรรมร่วมกัน

บันทึกแบบจำลอง

1. ให้นักเรียนวาดแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สังเกตที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร พร้อมทั้งเขียนอธิบายเส้นทางทั้งสามเส้น

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ และ ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)



มุมมองจากด้านข้าง

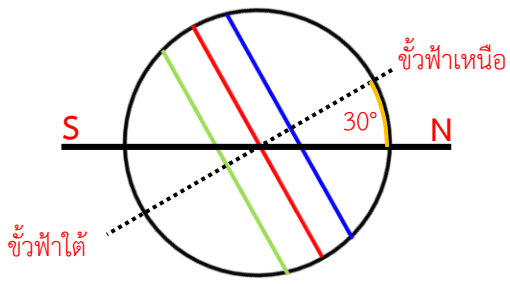
เส้นที่ ..... (สี.....) แทน เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์เมื่อโลกอยู่ที่ตำแหน่งที่.....

เส้นที่ ..... (สี.....) แทน เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์เมื่อโลกอยู่ที่ตำแหน่งที่.....

เส้นที่ ..... (สี.....) แทน เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์เมื่อโลกอยู่ที่ตำแหน่งที่.....

2. ให้นักเรียนวาดแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สังเกตที่อยู่ที่ละติจูดที่ได้รับมอบหมาย

ละติจูดของผู้สังเกต คือ .....(ตัวอย่าง) 30 °N.....



(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ และ ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ตารางบันทึกผลการสังเกตความยาวนานของกลางวัน (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ละติจูดของผู้สังเกต	ความยาวเชือก (เซนติเมตร)					
	เส้นที่ 1 (สี.....)		เส้นที่ 2 (สี.....)		เส้นที่ 3 (สี.....)	
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน

สรุปผลการสังเกต (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ความยาวนานของกลางวันและกลางคืนในแต่ละฤดูกาล ขึ้นอยู่กับตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต เช่น ในวันที่ 20-21 ธ.ค. เมื่อสังเกตเส้นที่ ..... หรือเส้นสี..... พบว่า ผู้สังเกตที่ละติจูด 30 °N มีช่วงเวลากลางวันสั้นกว่าผู้สังเกตที่ละติจูด 30 °S

(ควรให้ผู้เรียนเขียนสรุปให้ครบทั้ง 3 วัน หรือ 3 เส้น โดยใช้แนวทางการเขียนข้างต้น)

เกณฑ์การประเมินการบันทึกผลการทำกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
วาดแบบจำลอง บันทึกผล และสรุปผลการสังเกตได้ถูกต้อง	ผ่าน
วาดแบบจำลอง บันทึกผล และสรุปผลการสังเกตได้ถูกต้องบางส่วน	ควรปรับปรุง

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากแบบจำลองในวันใดที่ช่วงเวลากลางวันของผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือ และซีกโลกใต้มีความยาวนานเท่ากัน ทราบได้อย่างไร (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ช่วงวันที่ 20-21 มีนาคม (Vernal Equinox) และช่วงวันที่ 22-23 กันยายน เป็นวันศารทวิษุวัต (Autumnal Equinox) ทราบได้จากการวัดความยาวของเส้นเชือกเส้นที่..... หรือเส้นสี ..... ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์ขึ้นตรงทิศตะวันออกและตกตรงทิศตะวันตกพอดี

2. แบบจำลองในวันใดที่ช่วงเวลากลางวันของผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือ มีช่วงเวลากลางวันยาวนานกว่าผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกใต้ และทราบได้อย่างไร (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ วันที่ 20-21 มิถุนายน เป็นวันครีษมายัน (Summer Solstice) ทราบได้จากการวัดความยาวของเส้นเชือกเส้นที่ ..... หรือเส้นสี ..... ซึ่งเป็นวันที่ซีกโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้เรามองเห็นดวงอาทิตย์อยู่ค่อนไปทางทิศเหนือ ซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน

3. แบบจำลองในช่วงวันใด ที่ช่วงเวลากลางวันของผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือ มีช่วงเวลากลางวันสั้นกว่าผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกใต้ และทราบได้อย่างไร (**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ช่วงวันที่ 20-21 ธันวาคม เนื่องจากเป็นวันเหมายัน (Winter Solstice) ทราบได้จากการวัดความยาวของเส้นเชือกเส้นที่ ..... หรือเส้นสี ..... ซึ่งเป็นวันที่ซีกโลกใต้เข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้เรามองเห็นดวงอาทิตย์อยู่ค่อนไปทางทิศใต้ ซีกโลกเหนือเป็นฤดูหนาว

4. นักสำรวจกลุ่มหนึ่งกำลังหาช่วงเวลาในการทำงาน ที่เมืองเฮลซิงกิ ประเทศฟินแลนด์ (60.17°N) เพื่อสำรวจทรัพยากรทางธรรมชาติ ซึ่งต้องการสำรวจในช่วงเวลาที่มีช่วงเวลากลางวันยาวนานกว่ากลางคืน และต้องใช้เวลาในการสำรวจสามเดือน จึงได้หารือกันว่าจะทำการสำรวจในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

4.1) นักเรียนคิดว่าช่วงเวลาดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่ ในการทำงาน และเพราะเหตุใด (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ไม่เหมาะสม เนื่องจากประเทศฟินแลนด์ อยู่ในทวีปยุโรป โดยช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ เป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ตั้งฉากทางซีกโลกใต้ทำให้ช่วงเวลากลางวันสั้นกว่ากลางคืน จึงไม่เหมาะที่จะทำงาน ควรเลือกในช่วงเวลาอื่น

4.2) นักเรียนคิดว่าช่วงเวลาใดเหมาะสมที่จะทำการสำรวจ (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เดือนพฤษภาคม – เดือนกรกฎาคม หรือ เดือนเมษายน – เดือนมิถุนายน (คำตอบควรครอบคลุมเดือนมิถุนายน)

เกณฑ์การประเมินการตอบคำถามท้ายกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 3 – 5 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม (กิจกรรมที่ 19 – 20)

กิจกรรมที่ 19

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.2 ม.2/5

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับฝนกรดได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☐ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ในธรรมชาติ เมื่อน้ำฝนรวมตัวกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในอากาศจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ สามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับหินบางประเภทได้ เช่น หินปูน หินอ่อน ทำให้เกิดการกร่อนของหินที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ แต่จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่มีการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่อง อันมีสาเหตุสำคัญมาจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากเครื่องยนต์ การปล่อยควันพิษและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือกระบวนการตามธรรมชาติบางอย่าง เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สซัลเฟอร์-ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ในบริเวณดังกล่าวเป็นปริมาณมาก เมื่อรวมตัวกับน้ำฝน จะทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่ ที่เรียกว่า ฝนกรด เมื่อฝนกรดตกลงมายังพื้นโลกจะส่งผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้สิ่งก่อสร้างผุกร่อนเร็วกว่าปกติ สร้างความระคายเคืองต่อผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ทำให้แหล่งน้ำมีความเป็นกรดสูงขึ้นไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ทำให้ธาตุอาหารในดินของพืชลดลง

การลดผลกระทบจากฝนกรดทำได้โดยการควบคุมการเกิดสารประกอบของซัลเฟอร์และไนโตรเจน เช่น การเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำจัดมลพิษก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

ใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 – 7 คน จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์การทดลองในใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบการทดลองและตอบคำถามในใบกิจกรรม
2) ก่อนที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ประกอบด้วย การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การระบุขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง
3) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตอบคำถามในใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน โดยผู้สอนคอยซักถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างเหมาะสม โดยใช้คำถาม เช่น
   - สิ่งที่ต้องการศึกษาคืออะไร
   - มีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งที่สนใจศึกษา เพราะอะไร
   - มีวิธีจัดกระทำและควบคุมปัจจัยต่าง ๆ อย่างไรได้บ้าง
   - มีวิธีการวัด/สังเกตสิ่งที่ต้องการศึกษาได้อย่างไร
4) ผู้สอนให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบการทดลองของกลุ่มตนเอง โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบการทดลอง ในการนำเสนอของแต่ละกลุ่มผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เช่น
   - คำถามสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่
   - สมมติฐานสอดคล้องกับคำถามหรือไม่
   - ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมเหมาะสมหรือไม่
   - ขั้นตอนการทดลองดังกล่าวมีความจำเป็นต้องทำหรือไม่/สามารถตัดออกได้หรือไม่
   - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) แนะนำให้ผู้สอนจัดกิจกรรมนี้ให้กับผู้เรียนต่อเนื่องจากกิจกรรมที่ 14 เรื่องฝนกรด เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอสำหรับนำมาใช้ในการออกแบบการทดลองในกิจกรรมนี้
2) ผู้สอนอาจนำไปบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีรอบตัว (ม.3) หรือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก (ม.2) หรือ การเกิดหินงอก หินย้อย (ม.2)
3) หากมีเวลาเพียงพอ ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน โดยสามารถประยุกต์ใช้วัสดุอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม
4) ผู้เรียนบางกลุ่มอาจมีปัญหาด้านการออกแบบการทดลอง ผู้สอนควรติดตามการทำกิจกรรมของผู้เรียน และอธิบายเพิ่มเติมหรือให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนอย่างเหมาะสมตามกลุ่มความสามารถของผู้เรียน

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม -

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับฝนกรดได้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน	- สามารถออกแบบและประเมินการทดลองโดยมีการระบุคำถาม สมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับฝนกรดได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1 – 5 ได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การทดลอง และให้ระบุคำถามและออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน จำลองได้โดยใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู (น้ำส้มสายชูและฝนกรดมีความเป็นกรดใกล้เคียงกัน) เมื่อใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชูจะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน ในวันรุ่งขึ้นชั่งมวลของหินอ่อนแห้งก่อนและหลังการทดลองเปรียบเทียบกัน

ทำการทดลองโดยใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ มวล 2.0 กรัม ลงในน้ำส้มสายชู แล้วทำตามวิธีการข้างต้น ทำการทดลองข้างต้น แต่ใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ มวล 2.0 กรัม ลงในน้ำบริสุทธิ์ (น้ำกลั่น)

1. คำถามของการทดลอง

.....

.....

2. สมมติฐานของการทดลอง

.....

.....

3. ตัวแปรต้น

.....

.....

4. ตัวแปรตาม

.....

.....

5. ตัวแปรควบคุม (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

.....

.....

.....

.....

6. ขั้นตอนการทดลองใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ ลงในน้ำบริสุทธิ์ (น้ำกลั่น) และตั้งทิ้งไว้ จงอธิบายเหตุผลว่า ทำไมจึงทำการทดลองขั้นตอนนี้ด้วย

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบข้อที่ 1 – 6 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกข้อ หรือไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การทดลอง และให้ระบุคำถามและออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน จำลองได้โดยใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู (น้ำส้มสายชูและฝนกรดมีความเป็นกรดใกล้เคียงกัน) เมื่อใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชูจะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน ในวันรุ่งขึ้นชั่งมวลของหินอ่อนแห้งก่อนและหลังการทดลองเปรียบเทียบกัน

ทำการทดลองโดยใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ มวล 2.0 กรัม ลงในน้ำส้มสายชู แล้วทำตามวิธีการข้างต้น ทำการทดลองข้างต้น แต่ใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ มวล 2.0 กรัม ลงในน้ำบริสุทธิ์ (น้ำกลั่น)

1. คำถามของการทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ กรดมีผลต่อการกร่อนของหินอ่อนใช่หรือไม่/ ชนิดของของเหลวมีผลต่อการกร่อนของหินปูนใช่หรือไม่

2. สมมติฐานของการทดลอง

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ถ้ากรดมีผลต่อการกร่อนของหินอ่อน ดังนั้น หินอ่อนที่แช่ในของเหลวที่มีความเป็นกรด (น้ำส้มสายชู) จะเปลี่ยนแปลงมวลมากกว่าหินอ่อนที่แช่ในน้ำบริสุทธิ์ (น้ำกลั่น)

3. ตัวแปรต้น

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ความเป็นกรดของของเหลวที่แช่หินอ่อน (ค่า pH ของของเหลวที่แช่หินอ่อน)/ ชนิดของของเหลว/ น้ำส้มสายชูและน้ำกลั่น

4. ตัวแปรตาม

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ การเปลี่ยนแปลงมวลของหินอ่อน

5. ตัวแปรควบคุม (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ - ระยะเวลาที่แช่

- อุณหภูมิที่แช่
- มวลเริ่มต้นของหินอ่อน
- ปริมาตรของของเหลว
- ขนาด รูปทรงภาชนะที่แช่

6. ขั้นตอนการทดลองใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ ลงในน้ำบริสุทธิ์ (น้ำกลั่น) และตั้งทิ้งไว้ จงอธิบายเหตุผลว่า ทำไมจึงทำการทดลองขั้นตอนนี้ด้วย

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ - เพื่อแสดงให้เห็นว่ากรด (น้ำส้มสายชู) เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเกิดปฏิกิริยา

- เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำฝนต้องมีความเป็นกรดเช่นเดียวกับฝนกรด จึงจะทำให้เกิดปฏิกิริยานี้
- เพื่อตรวจสอบว่ามีสาเหตุอื่นที่ทำให้เกิดรูพรุนบนเศษหินอ่อนหรือไม่
- เพื่อแสดงว่าเศษหินอ่อนไม่ใช่จะทำปฏิกิริยากับของเหลวใดก็ได้

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบข้อที่ 1 – 6 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1 – 5 ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกข้อ หรือไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 20

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ **ระดับ** มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์ **เวลาเรียน** 1 ชั่วโมง

****

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.3 ม.3/17 และ ว 3.1 ม.3/4

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1) ออกแบบการทดลองและทดลองโดยใช้โปรแกรมการจำลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน
2) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงกับการรับแสงจากวัตถุท้องฟ้า

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

☑ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

☑ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

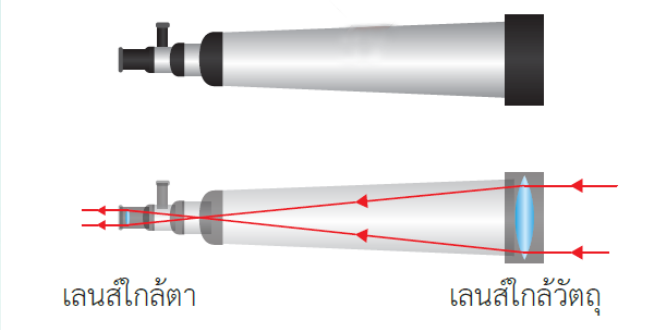
☐ การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

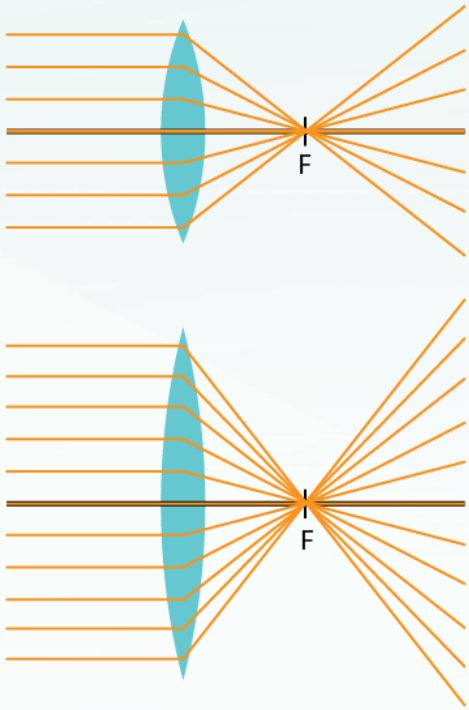
กล้องโทรทรรศน์ เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการศึกษาทางดาราศาสตร์ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยขยายขอบเขตการมองเห็นด้วยสายตาของมนุษย์ให้สามารถสังเกตวัตถุท้องฟ้าที่อยู่ไกลจากโลก ซึ่งแสงจากวัตถุที่เดินทางผ่านอวกาศมาถึงผู้สังเกตมีปริมาณน้อย ทำให้เห็นดาวบางดวงริบหรี่ แต่กล้องโทรทรรศน์ช่วยรวมแสงและแยกภาพของดาวที่อยู่ใกล้กันให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง เป็นประเภทหนึ่งของกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สังเกตแสงที่ตามองเห็น มีหลักการทำงาน คือ ใช้หลักการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน 2 ชุด ดังภาพที่ 1 เมื่อแสงผ่านเลนส์ใกล้วัตถุจะเกิดการหักเหไปรวมกัน ทำให้เกิดภาพจริงที่จุดโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ ภาพนี้จะเป็นวัตถุของเลนส์ใกล้ตา ทำให้เกิดภาพเสมือนขนาดขยาย

กล้องโทรทรรศน์ที่มีเลนส์ที่เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่กว่า จะใช้สังเกตดาวที่มีความสว่างน้อยได้ดี เนื่องจากเลนส์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะรับแสงได้มาก จึงเกิดการหักเหของแสงผ่านเลนส์มาก ทำให้สามารถมองเห็นดาวที่มีความสว่างน้อยหรือดาวที่อยู่ไกลได้ดี



ภาพที่ 1 หลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง



ภาพที่ 2 แนวรังสีของแสงที่หักเหผ่านเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสเท่ากัน แต่เส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ภาพกล้องโทรทรรศน์ชนิดต่าง ๆ
2) ภาพแสดงหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง
3) โปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์นูน https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html
4) ใบกิจกรรม เรื่อง “ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับและรวมแสงของเลนส์อย่างไร” ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
5) คอมพิวเตอร์ หรือ แท็บเล็ต ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 เครื่อง

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล
2) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน
3) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
4) ศึกษาวิธีใช้งานโปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์ จากใบความรู้สำหรับผู้สอน เรื่อง การใช้โปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้สอนแสดงรูปกล้องโทรทรรศน์ชนิดต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจหรือทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาทางอวกาศ (ซึ่งผู้เรียนได้เรียนในเนื้อหาเทคโนโลยีอวกาศ ชั้น ม.3) เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน
2) ผู้สอนทบทวนหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศ์แบบหักเหแสงให้กับผู้เรียน
3) ผู้สอนแสดงภาพกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงขนาดใหญ่และขนาดเล็กให้ผู้เรียนสังเกต แล้วใช้คำถามดังนี้
   - นักเรียนคิดว่ากล้องโทรทรรศน์ทั้งสองภาพนี้ มีความแตกต่างกันอย่างไร

     แนวคำตอบ ผู้เรียนตอบได้ตามความคิดของตัวเอง คำตอบที่ควรมี คือ ขนาดของเลนส์หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน
   - นักเรียนคิดว่า กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงที่มีการใช้เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะทำให้สามารถมองเห็นดวงดาวที่มีแสงสว่างน้อยหรืออยู่ไกลได้ดีกว่าการใช้เลนส์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก เพราะอะไร

     แนวคำตอบ ผู้เรียนตอบได้ตามความคิดของตัวเอง ซึ่งเป็นการให้ผู้เรียนเสนอ*ข้อกล่าวอ้าง (Claim)* และแสดง*การให้เหตุผล (Reasoning)* ประกอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง
4) ผู้สอนชี้นำให้ผู้เรียนสนใจคำตอบ (ข้อกล่าวอ้าง) ที่ว่า *“กล้องที่มีเลนส์ขนาดใหญ่ใช้ดูดาวที่สว่างน้อยหรืออยู่ไกลได้ดีกว่า เพราะว่าเลนส์ขนาดใหญ่จะรับและรวมแสงได้ดีกว่า”* (ในกรณีที่คำตอบของผู้เรียนยังไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว ผู้สอนควรมีการบอกใบ้หรือชี้นำ) จากนั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะตรวจสอบว่า*ข้อกล่าวอ้างดังกล่าวเป็นจริงหรือไม่* เพื่อเชื่อมโยงสู่**กิจกรรม “ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับแสงอย่างไร”**
5) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 – 4 คน แล้วให้ผู้เรียนศึกษาใบกิจกรรม เช่น จุดประสงค์ของกิจกรรม และขั้นตอนการทำกิจกรรม จากนั้นผู้สอนใช้คำถามตรวจสอบความเข้าใจก่อนผู้เรียนทำกิจกรรม ดังนี้
   - กิจกรรมตอนที่ 2 มีจุดประสงค์เพื่ออะไร

     แนวคำตอบ ออกแบบการทดลองและทดลองโดยใช้โปรแกรมการจำลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน

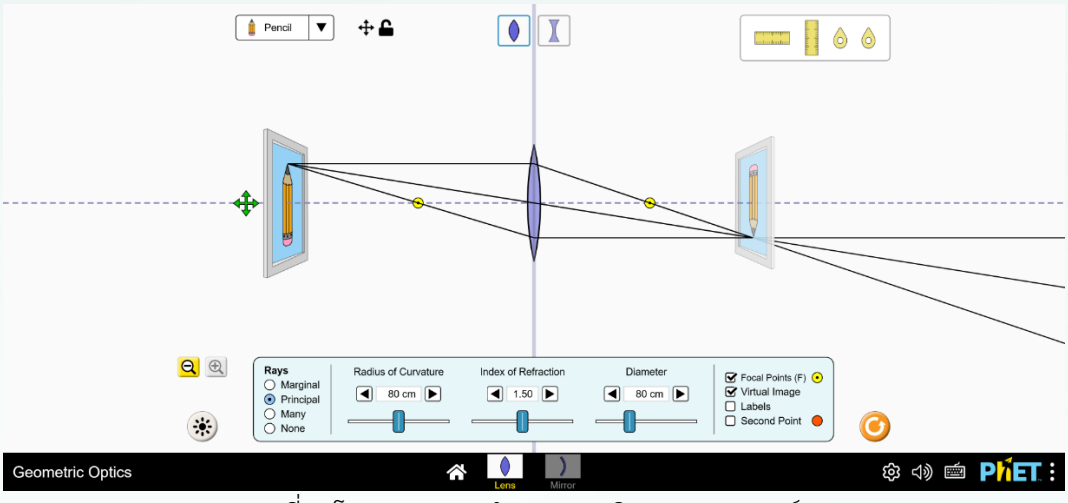
- กิจกรรมตอนที่ 2 มีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร

  แนวคำตอบ พิจารณาสมมติฐานที่กำหนดให้ ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ทดลองโดยสังเกตและบันทึกผลที่เกิดขึ้นในโปรแกรมการจำลอง จากนั้นสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

- นักเรียนต้องสังเกตหรือเก็บรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (*หลักฐานเชิงประจักษ์* หรือ *evidences* ที่ใช้สนับสนุน*ข้อกล่าวอ้าง*)

  แนวคำตอบ ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนเมื่อมีการเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์

6) ผู้สอนสาธิตการใช้โปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์นูน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์นูน

ให้ผู้เรียนทดลองใช้โปรแกรมดังกล่าว โดยผู้เรียนควรทำสิ่งต่อไปนี้ได้

- การปรับค่าของแต่ละตัวแปร ซึ่งมี 3 ตัวแปร ได้แก่ รัศมีความโค้งของเลนส์ (Radius of Curvature), ดัชนีหักเหของแสงในเลนส์ (Index of Refraction)* และ**เส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ (Diameter)**

  * หมายเหตุ: ในกรณีที่ผู้เรียนไม่รู้จักค่าดัชนีหักเหของแสง ผู้สอนอาจอธิบายโดยใช้ข้อมูลต่อไปนี้

ดัชนีหักเหของแสง (index of refraction)

ดัชนีหักเหของแสงเป็นปริมาณที่บอกถึงอัตราเร็วของแสงในอากาศเทียบกับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางหนึ่ง ๆ โดยถ้าดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางนั้นมีค่ามาก แสดงว่าอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้นจะมีค่าน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางนั้นมีค่าน้อย อัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้นจะมีค่ามาก เช่น

ตัวกลาง	ดัชนีหักเห	ความหมาย
น้ำ	1.33	อัตราเร็วแสงในอากาศเป็น 1.33 เท่าของอัตราเร็วแสงในน้ำ
แก้ว	1.52	อัตราเร็วแสงในอากาศเป็น 1.52 เท่าของอัตราเร็วแสงในแก้ว
เพชร	2.2	อัตราเร็วแสงในอากาศเป็น 2.2 เท่าของอัตราเร็วแสงในเพชร

(ที่มา: คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น ม.3 เล่ม 1 หน้า 175)

- การปรับตำแหน่งของวัตถุโดยใช้การลากและวาง
- การปรับการแสดงรังสีของแสง (Rays) และการปรับการแสดงผลต่าง ๆ ในหน้าจอ

7) ผู้สอนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตามใบกิจกรรม โดยผู้สอนเดินสังเกตการทำกิจกรรมของผู้เรียนและอาจให้ความช่วยเหลือตามความเหมาะสม
8) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากนั้นให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า *กล้องโทรทรรศน์ที่มีเลนส์ที่เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่กว่า จะสามารถใช้สังเกตดาวที่มีความสว่างน้อยได้ดีกว่า เนื่องจากเลนส์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ เลนส์จะรับแสงได้มาก จึงเกิดการหักเหของแสงผ่านเลนส์มาก ทำให้สามารถมองเห็นดาวที่มีสว่างน้อยหรือดาวที่อยู่ไกลได้ดี*
9) หากผู้สอนพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกล้องโทรทรรศน์และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ที่มีผลต่อการรับและรวมแสงของเลนส์ ผู้สอนควรนำอภิปรายและแก้ไขให้ถูกต้อง

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

1) ในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และอินเทอร์เน็ต สำหรับให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้เพื่อศึกษาโปรแกรมจำลองการเกิดภาพจากเลนส์นูน ผู้สอนสามารถสาธิตการใช้งานเพื่ออภิปรายร่วมกันทั้งห้องเรียน หรือ แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มตามจำนวนอุปกรณ์ที่มีอยู่ได้
2) ในกรณีที่ผู้เรียนยังไม่มีทักษะในเรื่องการออกแบบการทดลอง เช่น การกำหนดคำถาม การกำหนดสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการกำหนดขั้นตอนการทดลอง ผู้สอนอาจทบทวนหรือให้ความรู้ก่อนลงมือทำกิจกรรม
3) ในกรณีที่ผู้เรียนมีความชำนาญในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้สอนอาจปรับใบกิจกรรมให้ผู้เรียนกำหนดคำถามการทดลอง สมมติฐาน รวมถึงตัวแปรของการทดลองด้วยตนเอง

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) หนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 หน่วยที่ 3 คลื่นและแสง บทที่ 2 แสง. สสวท.
2) หนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 หน่วยที่ 4 ระบบสุริยะของเรา บทที่ 1 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ. สสวท.

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ออกแบบการทดลองและทดลองโดยใช้โปรแกรมการจำลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าน	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับแสงของเลนส์อย่างไร	- สามารถออกแบบและทดลอง โดยมีการระบุสมมติฐานการทดลอง ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง สังเกตและบันทึกข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อ

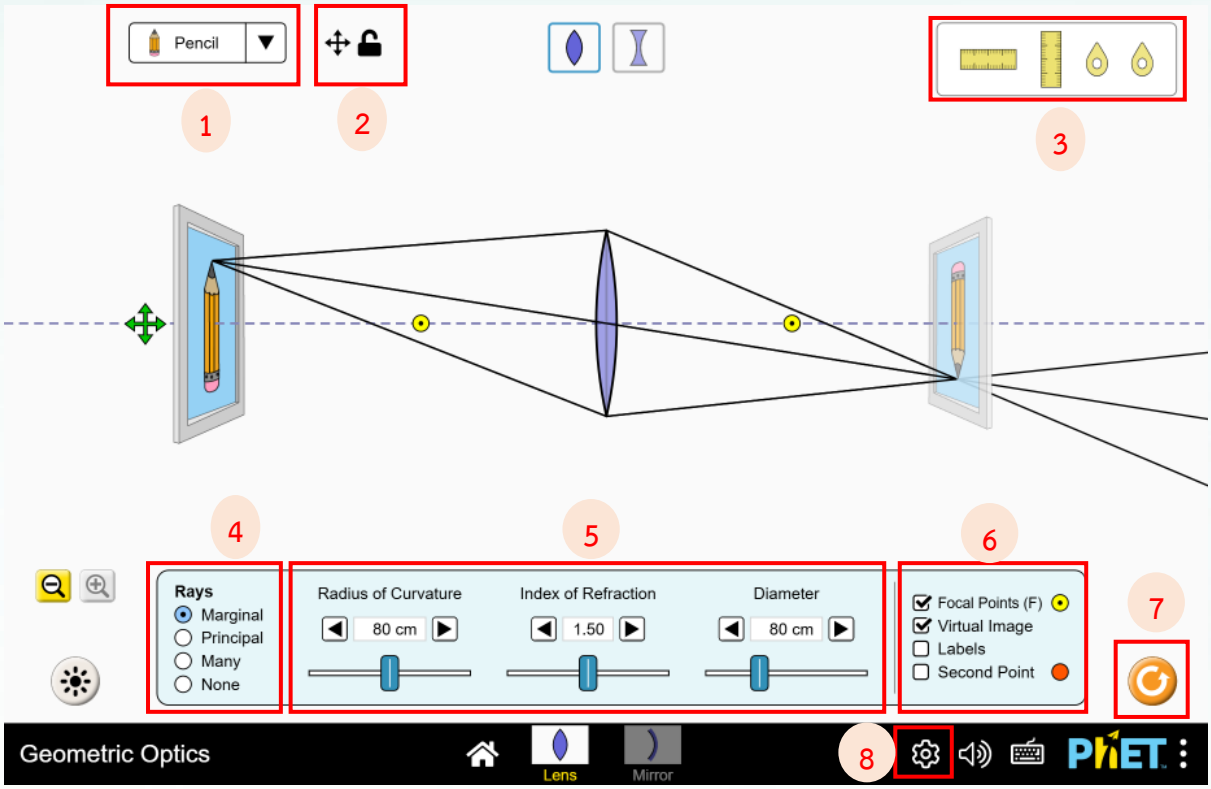
จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน			ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูนได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง
2) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงกับการรับแสงจากวัตถุท้องฟ้า	- พิจารณาการตอบคำถามในชั้นเรียน - พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- คำถามในชั้นเรียน - ใบกิจกรรม เรื่อง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับแสงของเลนส์อย่างไร	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน ที่ได้จากกิจกรรมการทดลองไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง

ใบความรู้สำหรับผู้สอน
เรื่อง การใช้โปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์นูน

ผู้สอนเข้าใช้งานโปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์นูนได้ที่ลิงก์ต่อไปนี้

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

เมื่อเข้าไปในลิงก์จะปรากฏหน้าแรกของโปรแกรม ให้เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการศึกษาเป็น **Lens** หลังจากนั้นจะเข้าสู่การจำลองการเกิดภาพ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หน้าแรกของโปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์นูน

ปุ่มควบคุมที่ควรทราบ

หมายเลข 1 เมนูสำหรับเลือกวัตถุในการจำลอง

หมายเลข 2 ปุ่มสำหรับเลือกล็อกหรือไม่ล็อกการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่ง

หมายเลข 3 เครื่องมือสำหรับใช้ในการวัดและสังเกตผล สามารถใช้งานโดยลากและวาง

หมายเลข 4 เมนูสำหรับการกำหนดรูปแบบการแสดงเส้นรังสีของแสง (Rays) โดยมีตัวเลือกดังนี้

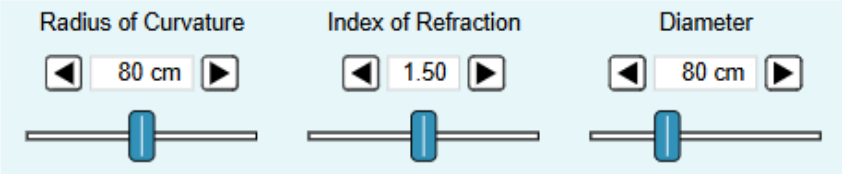
- Marginal คือ แสดงเส้นรังสีของแสงที่หักเหบริเวณขอบของเลนส์
- Principal คือ แสดงเส้นรังสีของแสงที่ขนานกับแกนมุขสำคัญ

- Many คือ แสดงเส้นรังสีของแสงจำนวนมากที่ออกจากวัตถุ โดยมีทั้งเส้นที่หักเหผ่านเลนส์และไม่หักเหผ่านเลนส์ *** ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบจำนวนเส้นรังสีของแสงที่หักเหผ่านเลนส์จะต้องเลือกรูปแบบนี้
- None คือ ไม่แสดงเส้นรังสีของแสง

หมายเลข 5 แผงควบคุมการปรับค่าของตัวแปร ได้แก่

- Radius of Curvature หรือ รัศมีความโค้ง (ของเลนส์) มีหน่วยเป็น เซนติเมตร
- Index of Refraction หรือ ดัชนีหักเหของแสง (ในเลนส์) ไม่มีหน่วย
- Diameter หรือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (ของเลนส์) มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

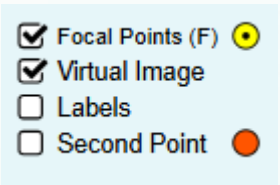
โดยตัวแปรทั้งสามสามารถปรับค่าได้โดยการกดปุ่มไปทางซ้ายหรือขวา หรือการลากแถบเลื่อน



ภาพที่ 2 ตัวแปรที่ปรับค่าได้ในโปรแกรม

หมายเลข 6 แผงควบคุมการแสดงผล สามารถเลือกเพื่อเปิดหรือปิดการแสดงผล ได้แก่

- Focal Points (F) ใช้เลือกเปิด/ปิดจุดโฟกัส ซึ่งแสดงเป็นจุดสีเหลืองบนแกนมุขสำคัญ
- Virtual Image ใช้เลือกเปิด/ปิดการแสดงภาพเสมือน
  หากเลือกปิด ในกรณีที่เกิดภาพเสมือน โปรแกรมจำลองจะไม่แสดงผลให้เห็น
- Labels ใช้เลือกเปิด/ปิดการแสดงป้ายกำกับ
- Second Point ใช้เลือกเปิด/ปิดการจำลองเกิดภาพจากจุดที่สองบนวัตถุ
  (จุดนี้แสดงเป็นจุดสีแดงบนวัตถุ และสามารถปรับตำแหน่งในแนวดิ่งได้)



ภาพที่ 3 แผงควบคุมการแสดงผล

หมายเลข 7 ปุ่มสำหรับรีเซ็ตการตั้งค่าโปรแกรมการจำลองให้กลับสู่สถานะเริ่มต้น

หมายเลข 8 ปุ่มสำหรับการตั้งค่าโปรแกรมการจำลองเพิ่มเติม เช่น การเพิ่มเมนูแสดงระยะ 2F รูปแบบการควบคุมตัวแปรความยาวโฟกัส และการตั้งค่าภาษา

ใบกิจกรรม เรื่อง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับแสงอย่างไร

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ ทำกิจกรรม และตอบคำถาม

จุดประสงค์ของการทดลอง

ออกแบบการทดลองและทดลองโดยใช้โปรแกรมจำลอง เพื่อศึกษาและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1) พิจารณาและเลือกสมมติฐานจากที่กำหนดให้
2) ออกแบบการทดลอง โดยให้ระบุตัวแปรของการทดลอง ระบุนิยามเชิงปฏิบัติการ ออกแบบขั้นตอนการทดลอง และออกแบบการบันทึกผลการทดลอง
3) ดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้ และบันทึกผล
4) ตอบคำถามท้ายการทดลองเพื่อแปลผลข้อมูลและลงข้อสรุป จากนั้นอภิปรายและสรุปกิจกรรมร่วมกัน

1. สมมติฐานของการทดลอง

จากจุดประสงค์ของการทดลอง ให้พิจารณาสมมติฐานต่อไปนี้ และเลือกสมมติฐานที่สอดคล้องกับการทดลอง

- ☐ 1) เลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสมาก จะสามารถรับแสงได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสน้อย
- ☐ 2) เลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสน้อย จะสามารถรับแสงได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสมาก
- ☐ 3) เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ จะสามารถรับแสงได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก
- ☐ 4) เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก จะสามารถรับแสงได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่

นักเรียนเลือกสมมติฐานข้างต้น เพราะเหตุใด

.....

.....

2. ตัวแปรของการทดลอง

ให้พิจารณาตัวแปรต่อไปนี้ แล้วนำไประบุให้สอดคล้องกับตัวแปรของการทดลองในช่องว่างข้างล่างให้ถูกต้อง

ระยะวัตถุ	ระยะภาพ	ดัชนีหักเหของแสงในเลนส์	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์
การรับแสงของเลนส์นูน	ความยาวโฟกัสของเลนส์	รัศมีความโค้งของเลนส์	

ตัวแปรต้น : .....

ตัวแปรตาม : .....

ตัวแปรควบคุม (อย่างน้อย 3 ตัวแปร) : .....

.....

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ

ความสามารถในการรับแสงของเลนส์ (การรับแสงได้ดีกว่าหรือแย่กว่า) สังเกตจาก.....

.....

4. ขั้นตอนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1) เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนมีค่าเพิ่มขึ้น การเกิดภาพในโปรแกรมการจำลองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2) จากข้อมูลผลการทดลอง สามารถลงข้อสรุปเกี่ยวกับ*ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน*ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3) การทดลองให้ผลที่สอดคล้องกับสมมติฐานที่เลือกไว้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4) หากมีผู้กล่าวว่า “กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ จะดูดาวที่อยู่ไกลและมีความสว่างน้อยได้ดีกว่ากล้องโทรทรรศน์ที่ใช้เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก”

นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวข้างต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

☐ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

เพราะ.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
การตอบคำถามเกี่ยวกับการทดลอง	
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 – 5 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ควรปรับปรุง
การตอบคำถามท้ายการทดลอง	
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับแสงอย่างไร

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ ทำกิจกรรม และตอบคำถาม

จุดประสงค์ของการทดลอง

ออกแบบการทดลองและทดลองโดยใช้โปรแกรมการจำลอง เพื่อศึกษาและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1) เรียนรู้วิธีการใช้โปรแกรมการจำลองการเกิดภาพจากเลนส์นูน
2) ออกแบบการทดลองโดยระบุสมมติฐาน ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดขั้นตอนการทดลอง และกำหนดการบันทึกผลการทดลอง
3) ดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้ และบันทึกผล
4) ตอบคำถามท้ายการทดลองเพื่อแปลผลข้อมูลและลงข้อสรุป จากนั้นอภิปรายและสรุปกิจกรรมร่วมกัน

1. สมมติฐานของการทดลอง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

จากจุดประสงค์ของการทดลอง ให้พิจารณาสมมติฐานต่อไปนี้ และเลือกสมมติฐานที่สอดคล้องกับการทดลอง

- ☐ 1) เลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสมาก จะสามารถรับแสงได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสน้อย
- ☐ 2) เลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสน้อย จะสามารถรับแสงได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัสมาก
- ☑ 3) เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ จะสามารถรับแสงได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก **หรือ**
- ☑ 4) เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก จะสามารถรับแสงได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่

นักเรียนเลือกสมมติฐานข้างต้น เพราะเหตุใด

เพราะสมมติฐานที่เลือกสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาและอธิบายว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนมีความสัมพันธ์กับการรับแสงของเลนส์นูนอย่างไร

2. ตัวแปรของการทดลอง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ให้พิจารณาตัวแปรต่อไปนี้ แล้วนำไประบุให้สอดคล้องกับตัวแปรของการทดลองในช่องว่างข้างล่างให้ถูกต้อง

ระยะวัตถุ	ระยะภาพ	ดัชนีหักเหของแสงในเลนส์	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์
การรับแสงของเลนส์นูน	ความยาวโฟกัสของเลนส์	รัศมีความโค้งของเลนส์	

ตัวแปรต้น : ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน

ตัวแปรตาม : การรับแสงของเลนส์นูน

ตัวแปรควบคุม (อย่างน้อย 3 ตัวแปร) : ระยะวัตถุ, ระยะภาพ, ดัชนีหักเหของแสงในเลนส์, ความยาวโฟกัสของเลนส์, รัศมีความโค้งของเลนส์

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ความสามารถในการรับแสงของเลนส์ (การรับแสงได้ดีกว่าหรือแย่กว่า) สังเกตจาก พื้นที่ของเลนส์ที่แสงหักเหผ่าน และความเข้มของภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

4. ขั้นตอนการทดลอง (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

1. กำหนดวัตถุเป็นรูปดินสอ และวางวัตถุหน้าเลนส์ให้มีระยะวัตถุเท่ากับ 150 cm
2. กำหนดรัศมีความโค้งของเลนส์เท่ากับ 80 cm และดัชนีหักเหของแสงในเลนส์เท่ากับ 1.50
3. กำหนดการแสดงผล Rays เป็น Many
4. กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนเป็น 60 cm บันทึกจำนวนเส้นรังสีของแสงที่หักเหผ่านเลนส์นูน และสังเกตความเข้มของภาพที่เกิดขึ้น
5. เพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนเป็น 80, 100, 120 cm ตามลำดับ พร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเส้นรังสีที่หักเหผ่านเลนส์นูน และบันทึกผล

5. บันทึกผลการทดลอง (**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ครั้งที่	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน (cm)	จำนวนเส้นรังสีของแสงที่หักเหผ่านเลนส์นูน	ความเข้มของภาพ
1	60	4 เส้น	เข้มน้อยที่สุด
2	80	5 เส้น	เข้มมากกว่าครั้งที่ 1
3	100	6 เส้น	เข้มมากกว่าครั้งที่ 2
4	120	7 เส้น	เข้มมากกว่าครั้งที่ 3

คำถามท้ายการทดลอง

1) เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนมีค่าเพิ่มขึ้น การเกิดภาพในโปรแกรมการจำลองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนเพิ่มขึ้น พื้นที่ของเลนส์นูนในการรับแสงมากขึ้น จึงทำให้ภาพมีความเข้มมากขึ้น

2) จากข้อมูลผลการทดลอง สามารถลงข้อสรุปเกี่ยวกับ*ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน*ได้ว่าอย่างไร

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนมากขึ้น เลนส์นูนจะมีพื้นที่ในการรับแสงได้มากขึ้น

เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนน้อยลง เลนส์นูนจะมีพื้นที่ในการรับแสงได้น้อยลง

3) การทดลองให้ผลที่สอดคล้องกับสมมติฐานที่เลือกไว้หรือไม่ อย่างไร

(**สมรรถนะ:** ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

กรณีเลือกสมมติฐานข้อที่ 3: ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐาน

กรณีเลือกสมมติฐานข้อที่ 4: ผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

4) หากมีผู้กล่าวว่า “กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ จะดูดาวที่อยู่ไกลและมีความสว่างน้อยได้ดีกว่ากล้องโทรทรรศน์ที่ใช้เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก”

นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวข้างต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

☑ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

(**สมรรถนะ:** อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

เพราะ เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะรับแสงและรวมแสงได้มากกว่าเลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก จึงทำให้ดูดาวที่อยู่ไกลและมีความสว่างน้อยได้ดีกว่า

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
การตอบคำถามเกี่ยวกับการทดลอง	
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 – 5 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ควรปรับปรุง
การตอบคำถามท้ายการทดลอง	
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 ข้อ	ดี
ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2 – 3 ข้อ	พอใช้
ตอบคำถามได้ถูกต้องน้อยกว่า 1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ภาคผนวก ข

แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน

แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน

คำชี้แจง: ให้สังเกตและประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนที่สะท้อนให้เห็นถึงการอภิปรายในชั้นเรียนต่อไปนี้ โดยให้คะแนน 0 – 2 คะแนน เพื่อแสดงความถี่ของพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกและเกิดขึ้นจริง ดังนี้

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่แสดง/แทบจะไม่แสดงพฤติกรรมนั้นเลย

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมเหล่านั้นในบางครั้ง

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมเหล่านั้นบ่อยครั้ง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
5 – 6	ดี
3 – 4	พอใช้
0 – 2	ต้องปรับปรุง

ชื่อ – สกุล	คะแนนของพฤติกรรม			คะแนนรวม (6)	ระดับคุณภาพ
	สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจในประเด็นที่กำหนดได้ (2)	ประเมินความเหมาะสมของข้อมูลที่นำมาใช้ในการสนับสนุนหรือการโต้แย้งที่สอดคล้องกับประเด็นที่กำหนดได้ (2)	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นที่กำหนดได้อย่างเหมาะสม (2)		
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ภาคผนวก ค

ความสอดคล้องของกิจกรรมกับหลักสูตร

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ								
1	พฤติกรรมปลาหลังหนาม	✓	✓		ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	–	–	–
2	การสูบบุหรี่	✓	✓		ว 1.2 ม.2/1 ว 1.2 ม.2/2 ว 1.2 ม.2/3	–	ม.2 ระบบอวัยวะในร่างกายของเรา	–
3	โคลนนิ่ง	✓		✓	ว 1.3 ม.3/7 ว 1.3 ม.3/8	<u>พื้นฐาน</u> ว 1.3 ม.4/5 <u>เพิ่มเติม</u> สาระชีววิทยา 2 ม.4/10-11	ม.3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม <u>พื้นฐาน</u> ม.4 พันธุกรรมและวิวัฒนาการ <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ข้อที่ 1 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 4 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพเกษตรกรรม ปวช.67

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
4	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม			✓	ว 1.3 ม.3/7 ว 1.3 ม.3/8	<u>พื้นฐาน</u> ว 1.3 ม. 4/5 <u>เพิ่มเติม</u> สาระชีววิทยา 2 ม.4/10-11	ม.3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม <u>พื้นฐาน</u> ม.4 พันธุกรรมและวิวัฒนาการ <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ข้อที่ 1 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 4 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพเกษตรกรรม ปวช.67
5	ความเสี่ยงของสุขภาพ	✓	✓	✓	ว 3.2 ป.3/2 ว 1.2 ม.2/3	–	ป.3 อากาศและความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ม.2 ระบบอวัยวะในร่างกายของเรา	–

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ								
6	กันแดด	✓	✓	✓	ว 2.1 ม.3/3 ว 2.1 ม.3/7	<u>เพิ่มเติม</u> สาระเคมี 3 ม.4/3	ม.3 ปฏิกิริยาเคมี <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี	ข้อที่ 1, 2, 4 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67
7	ลิปมัน	✓	✓	✓	ว 2.1 ม.2/4	<u>เพิ่มเติม</u> สาระเคมี 3 ม.4/3	ม.2 องค์ประกอบของสารละลายและปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้ <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี	ข้อที่ 1, 2, 4 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
8	ทำน้ำดื่ม		✓		ว 2.1 ม.2/3	<u>เพิ่มเติม</u> สาระเคมี 3 ม.4/3	ม.2 การแยกสารและการนำไปใช้ <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี	ข้อที่ 1, 2, 4 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67
9	แป้งขนมปัง	✓	✓	✓	ว 2.1 ม.3/3 ว 2.1 ม.3/7	<u>เพิ่มเติม</u> สาระเคมี 3 ม.4/3	ม.3 ปฏิกิริยาเคมี <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี	ข้อที่ 1, 2, 4 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 2, 4 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพธุรกิจและบริการ ปวช.67 ข้อที่ 1, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
10	ความร้อน	✓	✓		ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2 ว 2.3 ม.1/5	–	ม.1 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร, การถ่ายโอนความร้อน	ข้อที่ 1 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 2, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67
11	เส้นใยคาร์บอน	✓	✓		ว 2.1 ม.3/1 ว 2.1 ม.3/2	–	ม.3 วัสดุในชีวิตประจำวัน	ข้อที่ 1 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 2, 4 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพธุรกิจและบริการ ปวช.67 ข้อที่ 1, 2, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
12	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	✓	✓	✓	ว 2.3 ม.2/6 ว 3.2 ม.2/3	<u>เพิ่มเติม</u> สาระฟิสิกส์ 1 ม.4/12	ม.2 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย, พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน, แหล่งพลังงาน <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 งานและพลังงาน	ข้อที่ 1 และ 5 สมรรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 2, 4 และ 5 สมรรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพอุตสาหกรรม ปวช.67
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ								
13	ปรากฏการณ์เรือนกระจก	✓	✓	✓	ว 3.2 ม.1/6 ว 3.2 ม.1/7	<u>เพิ่มเติม</u> สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 1 ม.4/5	ม.1 มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 ธรณีพิบัติภัย	ข้อที่ 1, 4 และ 5 สมรรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพเกษตรกรรม ปวช.67

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
14	ฝนกรด	✓		✓	ว 3.2 ม.2/5	<u>เพิ่มเติม</u> สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 1 ม.4/5	ม.2 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 ธรณีพิบัติภัย	ข้อที่ 1 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67
15	แกรนด์แคนยอน	✓	✓	✓	ว 3.2 ม.2/5	–	ม.2 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก	–
16	การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์	✓			ว 3.1 ป.6/1 ว 3.2 ม.3/2	–	ป.6 เงาและอุปราคา ม.3 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ	ข้อที่ 1, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
17	แสงของดาว	✓	✓		ว 3.1 ป.1/1 ว 3.1 ป.1/2 ว 3.1 ป.6/2	–	ป.1 ท้องฟ้าและดาว ป.6 เทคโนโลยีอวกาศ	ข้อที่ 1 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 2, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67
18	กลางวัน	✓	✓		ว 3.1 ม.3/2	–	ม.3 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ	–
19	ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน		✓		ว 3.2 ม.2/5	<u>เพิ่มเติม</u> สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 1 ม.4/5	ม.2 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก <u>เพิ่มเติม</u> ม.4 ธรณีพิบัติภัย	ข้อที่ 1, 2 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67

ตารางแสดงความสอดคล้องของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกิจกรรม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน		ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
		อธิบายปรากฏการณ์ฯ	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4)		
20	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์	✓	✓		ว 2.3 ม.3/17 ว 3.1 ม.3/4	–	ม.3 แสง, ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ	ข้อที่ 1 และ 5 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ปวช.67 ข้อที่ 1, 2, 3 และ 4 สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพศิลปกรรมและศิลปะสร้างสรรค์ ปวช.67

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท ซัคเซส พับลิเคชั่น จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2023). *PISA 2025 Science Framework (Draft)*, PISA, OECD Publishing, Paris, (Online), https://pisa-framework.oecd.org/science2025/assets/docs/PISA_2025_Science_ Framework.pdf

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

1. พลตำรวจเอก เพิ่มพูน ชิดชอบ	รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ
2. นายสุรศักดิ์ พันธ์เจริญวรกุล	รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ
3. ว่าที่ร้อยตรี ธนุ วงษ์จินดา	เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
4. รองศาสตราจารย์ธีระเดช เจียรสุขสกุล	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. นางเกศทิพย์ ศุภวานิช	รองเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
6. นายภูธร จันทะหงษ์ ปุณยจรัสธำรง	ผู้ช่วยเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
7. นายธงชัย ชิวปรีชา	ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษาคณะกรรมการพัฒนาโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย

คณะกรรมการอำนวยการจัดทำเอกสาร

1. นางสาวรัตนา แสงบัวเผื่อน	ผู้อำนวยการสำนักติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. นายวิษณุ ทรัพย์สมบัติ	ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
3. นายชนาธิป ทุ้ยแป	ผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษา
4. นายภูริวรรษ คำอ้ายกาวิน	ผู้อำนวยการสำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
5. นางสาวสุพัตรา ผาติวิสันติ์	รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6. นางธันยากานต์ กุลศุภกร	รักษาการผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7. นายจักรพงษ์ วงค์อ้าย	ผู้อำนวยการศูนย์ขับเคลื่อนโครงการโรงเรียนคุณภาพประจำตำบล
8. นายสมเจตน์ พันธ์พรม	ผู้อำนวยการศูนย์ PISA
9. นางสาวชามาศ ดิษฐเจริญ	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ ช่วยราชการสำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รองศาสตราจารย์ชาตรี ฝ่ายคำตา	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รองศาสตราจารย์พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนต์สิทธิ์ ธนสิทธิโกศล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรเดช ศรีทา	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.	นายพินิจ ขำวงษ์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
6.	นายมนตรี ประเสริฐฤทธิ์	โรงเรียนบางกะปิ

บรรณาธิการกิจ

1.	นางสาวสุพัตรา ผาติวิสันติ์	รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2.	นางธันยากานต์ กุลศุภกร	รักษาการผู้ช่วยผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3.	นางสาวกมลนารี ลายคราม	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4.	นายเตชทัต เรืองธรรม	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5.	นางสาวนันทฉัตร วงษ์ปัญญา	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6.	นางสาวสมฤทัย ชัยโพธิ์	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7.	นางสาวกนกนันทน์ ไสไทย	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
8.	นางสาวกุลธิดา สะอาด	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
9.	นายสุภทัต สุขเอี่ยม	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
10.	นางสาวสมิตา สกุลไพศาล	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
11.	นางสาวอังคณา หล้าแก้ว	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
12.	นางสาวชามาศ ดิษฐเจริญ	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ ช่วยราชการ สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
13.	นายชยรพ คงดี	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์
14.	นางสาวนริศรา มีสำราญ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี
15.	นางสาวสุวดี นาสวัสดิ์	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
16.	นายนิรัตน์ อจลพล	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

คณะผู้จัดทำ

1.	นางสาวบุษรินทร์ จิตเส้ง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย สตูล
2.	นางสาวรุ่งทิพย์ นิโรจน์	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย
3.	นางสาวมาลัย อินเทพ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย
4.	นางสิรินาถ ขำคง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย พิษณุโลก
5.	นางพรพิมล มุกสุวรรณ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย พิษณุโลก
6.	นางสาวนริศรา มีสำราญ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี
7.	นางวีณา เหมือนทรัพย์	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี
8.	นางสาวปิยะวรรณ สุโพธิ์ชัย	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย
9.	นางสาวชนิฎาพร เบญจมาศ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย
10.	นางสาวอิสราภรณ์ ผิวขำ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร
11.	นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร

12. นางพชรพรรณ พิมพ์ตะครอง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์
13. นางรพีพร ตะเคียนราม	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์
14. นางสาวภูริชญา อินทรพรรณ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี
15. นางสาวทัศนีย์ จันทิวาสน์	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี
16. นายอุทิศ จงรวมกลาง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
17. นางสาวอิศราภรณ์ ไชยบุตร	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
18. นางณัฐกมล ช่อสลิด	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี
19. นางสาวจิราวรรณ เนียมศรี	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี
20. นางปิ่นอนงค์ แสงมณี	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช
21. นายสถิติ เลื่อนแก้ว	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช
22. นางนานทรี หุ้นเหี้ยง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง
23. นางศิริขวัญ หนูพุทธิ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง
24. นางสาวอรัญญา เหมมาน	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย สตูล
25. นายพิทยา ทองเงิน	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
26. นางสาวปณิฏฐา แสงทอง	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี
27. นางสาวสุวิมล อนันต์ทวีรัชต์	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี
28. นางสาวศราวดี ริ้วเหลือง	โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม
29. นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ	โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์
30. นางสาวอภิญญา โตดี	โรงเรียนนครพนมวิทยาคม
31. นายรณชัย สุพร	โรงเรียนอำนาจเจริญ
32. นายเวทพิสิฐ วิสิทธิ์พจมาลย์	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย
33. นางขวัญใจ สังข์จันทร์	โรงเรียนอุดมดรุณี
34. นางเพ็ญนภา ทองดี	โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์
35. นายธนพล แก้วอุดม	โรงเรียนสตรีทุ่งสง
36. นางศิรินันท์ ยูโซะ	โรงเรียนสตูลวิทยา

คณะทำงานจัดทำเอกสารฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2568

1. นายธงชัย ชิวปรีชา	ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษาคณะกรรมการพัฒนาโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นฤมล สุวรรณจันทร์ดี	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายพินิจ ขำวงษ์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. นายมนตรี ประเสริฐฤทธิ์	โรงเรียนบางกะปิ
6. รองศาสตราจารย์ธีระเดช เจียรสุขสกุล	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7. นางสาวสุพัตรา ผาติวิสันติ์	รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
8. นางธันยากานต์ กุลศุภกร	รักษาการผู้ช่วยผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
9. นายสมเจตน์ พันธ์พรม	ผู้อำนวยการศูนย์ PISA
10. นางสาวชามาศ ดิษฐเจริญ	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ ช่วยราชการ สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
11. นางสาวพุดเตย ตาฟวัฒน์	รักษาการผู้อำนวยการสาขาประเมินผลทางการศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
12. นางสาวกมลนารี ลายคราม	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
13. นายเตชทัต เรืองธรรม	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
14. นางสาวสมฤทัย ชัยโพธิ์	ผู้ชำนาญ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
15. นางสาวกนกนันทน์ ไสไทย	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
16. นางสาวกุลธิดา สะอาด	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
17. นายสุภทัต สุขเอี่ยม	นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
18. นางสาวยศวดี ฐิติวร	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
19. นางสาวสมิตา สกุลไพศาล	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
20. นางสาวอังคณา หล้าแก้ว	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
21. นางสาวบุษรินทร์ จิตเส้ง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย สตูล
22. นางสาวนริศรา มีสำราญ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี
23. นางสาวทิพวัลย์ หมวดทรัพย์	โรงเรียนบ้านตำหนัง
24. นางสาวศุทธินี ช่วงมณีโชติ	โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม
25. นางสาวธัญสุดา วรรณา	โรงเรียนทิวไผ่งาม
26. นางกฤชอร ใยดี	โรงเรียนเทศบาลสวรรคโลกประชาสรรค์
27. นายถิรวัฒน์ ยี่สุ่นแก้ว	โรงเรียนวัดอรัญญิก
28. นางสาวชญาภา พาขุนทด	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี
29. นางสาววรรณลิดา ทุมสิงห์	โรงเรียนสารสาสน์วิเทศร่มเกล้า
30. นางสาวกมลวรรณ แซ่ลี้	โรงเรียนวัดพระยาสุเรนทร์
31. นางเกตกนก เอี่ยมสอาด	โรงเรียนสาธิตเทศบาลบ้านหัวหิน
32. นางสาวดวงแข ศรีคุณ	โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์
33. นางสาวรัตนกร กันทะชุมภู	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี
34. นางสาวพสชนัน ฤทธิ์อินทร์	วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรธานี
35. นางสาวสวรส ผลเล็ก	โรงเรียนฉิมพลี
36. นายพีรศักดิ์ ชัยรุ่งโรจน์ปัญญา	โรงเรียนเทศบาล 5 เด่นห้า

37. ว่าที่ร้อยตรี ดร.ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
38. นางสาวเธียรประภา ดาวเศรษฐ	โรงเรียนเซนต์เทรซา
39. นางสาวศศิวิมล สนิทบุญ	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
40. นางนาวินทร์ ประดิษฐ์ธานี	โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ

คณะผู้ออกแบบปกและจัดทำรูปเล่ม

1. นายกฤษฎา ทองเชื้อ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
2. นายกิตติธัช ทองแย้ม	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
3. นางณัฏฐา ทองเชื้อ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
4. นางสาวนภาพร อมรเดชาวัฒน์	สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
5. นายภัทรพงษ์ ปักกะตา	สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

https://sites.google.com/view/pisaobec

https://d2ieq.ipst.ac.th/

https://www.pisacenterobec.org

https://ipst-pisatest.ipst.ac.th

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ