



ชุดพัฒนาความฉลาดรู้ ด้านวิทยาศาสตร์

เล่มที่ 3

กิจกรรมการเรียนรู้
เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

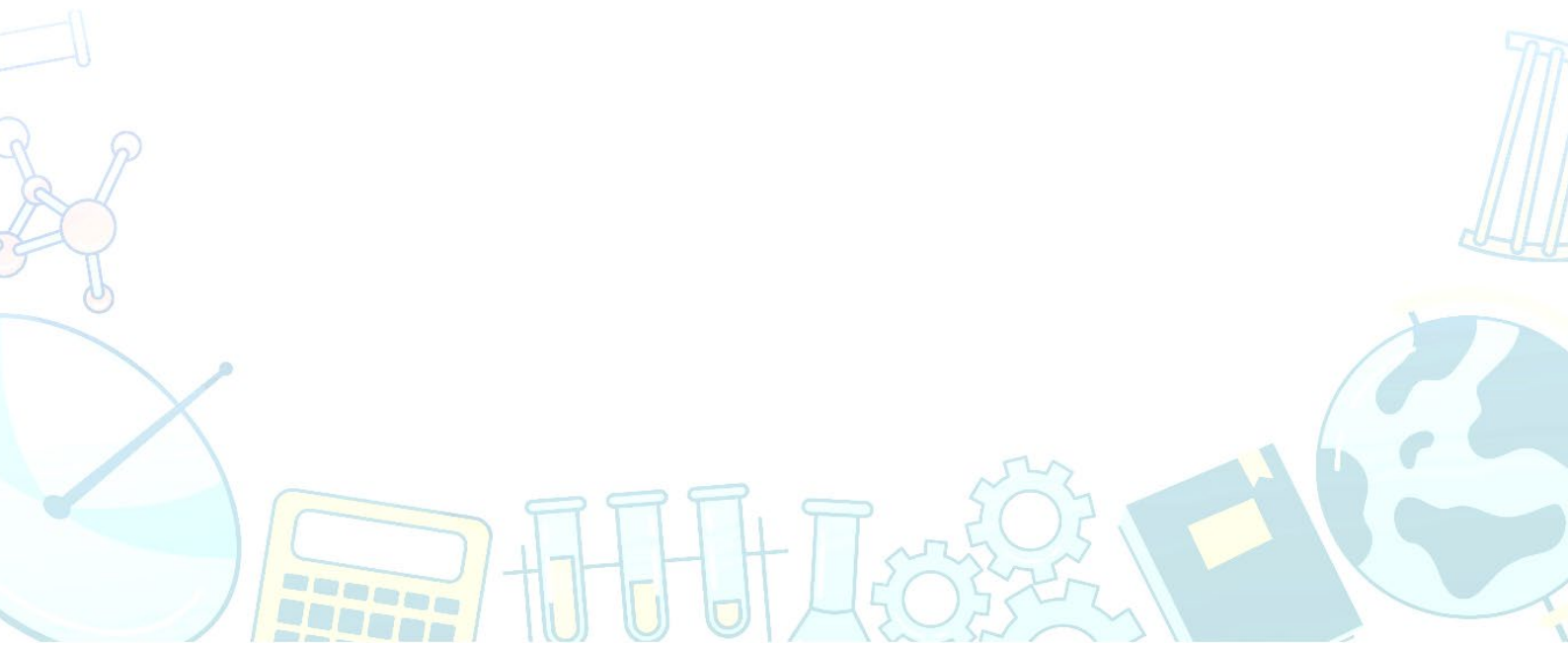


สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

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 (สพว.) สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (สวก.) สำนักทดสอบทางการศึกษา (สทศ.) ศูนย์ขับเคลื่อนโครงการโรงเรียนคุณภาพประจำตำบล สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา (สนก.) ศูนย์ PISA สพฐ. และ เครือข่ายสถานศึกษา กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ได้ร่วมกันจัดทำขึ้น เพื่อให้ครูนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามกรอบการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment-PISA) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development -OECD)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามรูปแบบในเอกสารทั้ง 6 เล่ม สามารถนำไปใช้ได้ในการจัดการเรียนรู้ใน 4 แนวทาง ดังนี้

- 1) จัดทำเป็นรายวิชาเพิ่มเติมขึ้นใหม่ เป็นการเฉพาะ จำนวน 0.5 หน่วยกิต
- 2) บูรณาการจัดเป็นกิจกรรมหนึ่งในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
- 3) บูรณาการจัดเป็นกิจกรรมหนึ่งในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
- 4) จัดในรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ ตามบริบทและความพร้อมของโรงเรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในเอกสารเล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นเป็นตัวอย่างเท่านั้น ในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูอาจต้องนำไปปรับหรือทำขึ้นใหม่ให้เหมาะสมสอดคล้องกับบริบทความถนัด และความสนใจของนักเรียนของตนเอง

อนึ่ง ในปัจจุบัน การทดสอบต่าง ๆ ได้เริ่มให้ผู้สอบทำข้อสอบบนคอมพิวเตอร์ (Computer-Based Test) มากขึ้น ดังนั้น เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยกับการทำข้อสอบบนคอมพิวเตอร์ดังกล่าว ครูควรจัดให้นักเรียนได้เข้าฝึกทำ

ข้อสอบ 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/> เพื่อพัฒนาสมรรถนะความฉลาดรู้ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมด้วย

การจัดทำเอกสารทั้ง 6 เล่มนี้ ได้รับความอนุเคราะห์จากครูของโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ครูโรงเรียนเครือข่ายร่วมพัฒนา และครูของโรงเรียนเครือข่ายวิทยาศาสตร์พลังสิบ ในการร่วมกันระดมความคิด เพื่อนำสถานการณ์และคำถามจากข้อสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินสมรรถนะ นักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ที่ สสวท. ได้จัดทำและเผยแพร่ มาปรับให้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ ออกแบบและ จัดทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และนำไปทดลองจัดการเรียนรู้จริงในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แล้วนำ ข้อมูลจากการทดลองสอนมาปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิจากมหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษา และหน่วยงานองค์การทางการศึกษา ในการ ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ ดังกล่าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ขอขอบคุณคณะครูและผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวข้างต้นเป็นอย่างสูง และคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารทั้ง 6 เล่มนี้ จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถวางแผนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งความฉลาดรู้ดังกล่าวเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เป็นอย่างยิ่ง ทั้งเพื่อการศึกษาเรียนรู้ เพื่อการดำรงชีวิต และเพื่อการประกอบอาชีพ จากผลการศึกษาที่มีข้อบ่งชี้ว่า บุคคลผู้ที่มีความฉลาดรู้ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงจะมี โอกาสประสบความสำเร็จในด้านต่าง ๆ สูงขึ้นตามไปด้วย

คำชี้แจง

เอกสารฉบับนี้ นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 18 กิจกรรม ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนได้ตามบริบทของโรงเรียน การจัดทำเอกสารเล่มนี้อิงกับกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และข้อสอบของ PISA แต่ละกิจกรรม กำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 1 คาบ (50-60 นาที) โดยมีรายละเอียดของ 1) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 2) องค์ประกอบของกิจกรรม และ 3) ข้อเสนอแนะการใช้กิจกรรมและแบบประเมินพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน ดังนี้

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อิงกับกรอบการประเมินของ PISA 2025 ที่ประกอบด้วย 3 สมรรถนะ ดังนี้

1.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการรับรู้ สร้าง ประยุกต์ใช้และประเมินคำอธิบายและแนวทางแก้ไขของปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและทางเทคโนโลยีที่หลากหลาย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- การระลึกและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
- การใช้รูปแบบต่าง ๆ ในการแสดงแทนของความรู้และสามารถแปลความหมายข้อมูลเหล่านั้น กลับไปมาได้
- การทำนายผลทางวิทยาศาสตร์และตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
- การระบุ สร้างแบบจำลอง และประเมินแบบจำลองนั้นได้
- การรับรู้และสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- การอธิบายถึงศักยภาพของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อประโยชน์ของสังคม

1.2 การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการออกแบบ และประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงวิธีการระบุคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- การระบุคำถามในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถาม
- การประเมินว่าการทดลองที่ได้ออกแบบไว้นั้นเหมาะสมที่สุดสำหรับการตอบคำถามหรือไม่
- การตีความข้อมูลที่มีการนำเสนอในรูปแบบต่าง สามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูลและ ประเมินข้อดีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเหล่านั้นได้

1.3 การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการศึกษาค้นคว้าและประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ถูกนำเสนอในรูปแบบและบริบทต่าง ๆ และสามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

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

2. องค์ประกอบของกิจกรรม ประกอบด้วย

2.1 ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง ระบุความเชื่อมโยงของกิจกรรมกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด (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 เพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยใบกิจกรรมได้เว้นที่ว่างไว้ให้ผู้เรียนสามารถเขียนคำตอบได้ ส่วนใบกิจกรรมพร้อมทั้งแนวคำตอบ ผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการเฉลยหรืออธิบายคำตอบได้

3. ข้อเสนอแนะการใช้กิจกรรมและแบบประเมินพฤติกรรมมารอบิปรายในชั้นเรียน

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

ตารางสรุปกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.
			อธิบายปรากฏการณ์	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูล	
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ						
1	พฤติกรรมปลาหลังนาม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	✓	✓		พฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต
2	การสูบบุหรี่	ว 1.2 ม.2/1-3	✓	✓		ระบบหายใจ
3	โคลนนิ่ง	ว 1.3 ม.3/7-8	✓		✓	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
4	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ว 1.3 ม.3/7-8			✓	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
5	ความเสี่ยงของสุขภาพ	ว 3.2 ป.3/2 ว 1.2 ม.2/3	✓	✓	✓	มลพิษทางอากาศ
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ						
6	กันแดด	ว 2.1 ม.2/4	✓	✓	✓	สารและสมบัติของสาร
7	ลิปมัน	ว 2.1 ม.2/4	✓	✓	✓	สารละลายและสมบัติของสาร
8	ทำน้ำดื่ม	ว 2.1 ม.2/3		✓		การแยกสารและการนำไปใช้
9	แป้งขนมปัง	ว 2.1 ม.3/3	✓	✓	✓	ปฏิกิริยาเคมี
10	ความร้อน	ว 2.3 ม.1/1-2 ว 2.3 ม.1/5	✓	✓		พลังงานความร้อน

ตารางสรุปกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	ความเชื่อมโยง กับตัวชี้วัด ในหลักสูตรแกนกลาง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			ความเชื่อมโยง กับบทเรียน ในหนังสือเรียน สสวท.
			อธิบายปรากฏการณ์	ออกแบบและประเมิน กระบวนการสืบเสาะ	ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูล	
11	เส้นใยคาร์บอน	ว 2.1 ม.3/1-2	✓	✓		พอลิเมอร์และวัสดุผสม
12	การผลิตไฟฟ้าจาก พลังงานลม	ว 2.3 ม.2/6 ว 3.2 ม.2/3	✓	✓	✓	การเปลี่ยนพลังงาน และพลังงานทดแทน
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ						
13	ปรากฏการณ์ เรือนกระจก	ว 3.2 ม.1/6-7	✓	✓	✓	ปรากฏการณ์เรือน กระจก
14	ฝนกรด	ว 3.2 ม.2/5	✓		✓	การเปลี่ยนแปลงทาง ธรณีวิทยา
15	แกรนด์แคนยอน	ว 3.2 ม.2/5	✓	✓	✓	การเปลี่ยนแปลงทาง ธรณีวิทยา
16	การเคลื่อนผ่าน ของดาวศุกร์	ว 3.1 ป.6/1 ว 3.2 ม.3/2	✓			ดาราศาสตร์
17	แสงของดาว	ว 3.1 ป.6/2	✓	✓		ดาราศาสตร์
18	กลางวัน	ว 3.1 ม.3/2	✓	✓		ดาราศาสตร์

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

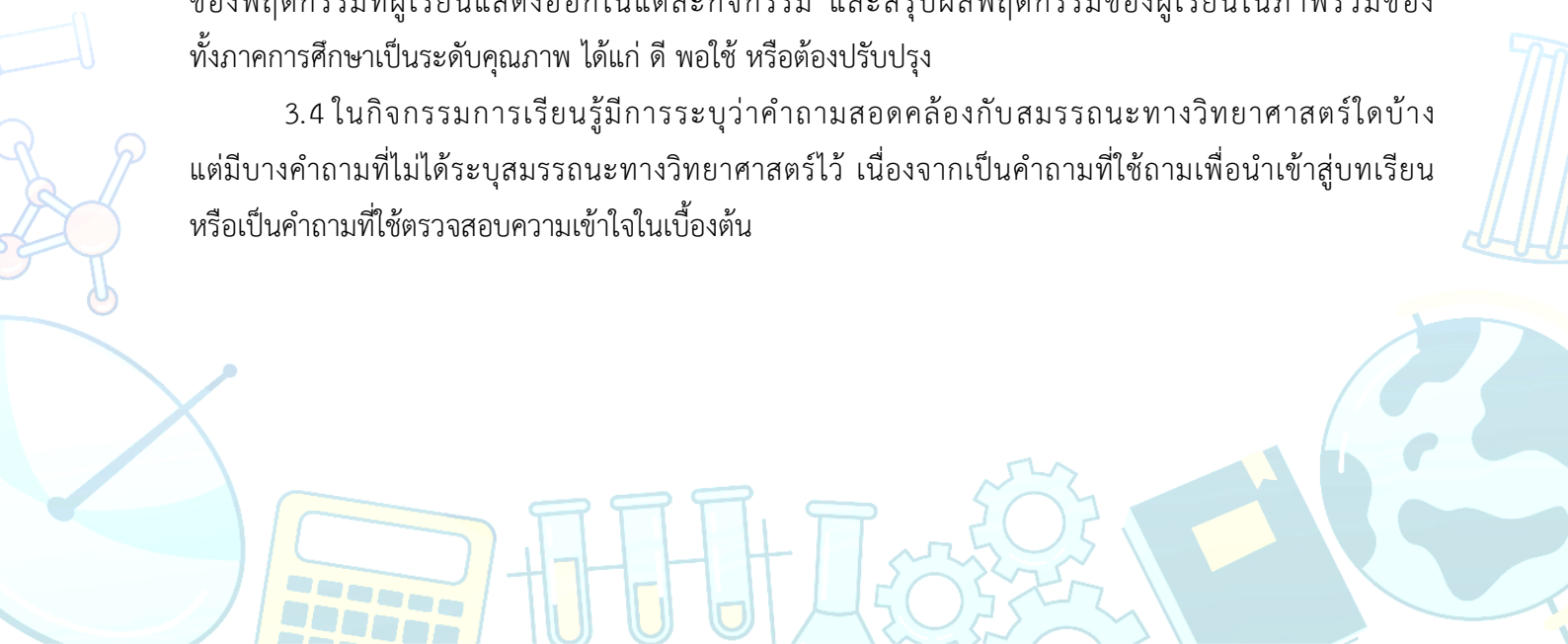
ตารางสรุปกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (PISA 2025)			ความเชื่อมโยงกับบทเรียนในหนังสือเรียน สสวท.
			อธิบายปรากฏการณ์	ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ	ศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลฯ	
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ						
19	ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน	ว 3.2 ม.2/5		✓		การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา
20	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์	ว 2.3 ม.3/17 ว 3.1 ม.3/4	✓	✓		กล้องโทรทรรศน์

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 เป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการสังเกตและประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียนของผู้เรียน โดยให้ผู้สอนบันทึกคะแนนของพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกในแต่ละกิจกรรม และสรุปผลพฤติกรรมของผู้เรียนในภาพรวมของทั้งภาคการศึกษาเป็นระดับคุณภาพ ได้แก่ ดี พอใช้ หรือต้องปรับปรุง

3.4 ในกิจกรรมการเรียนรู้มีการระบุว่าคำถามสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใดบ้าง แต่มีบางคำถามที่ไม่ได้ระบุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ เนื่องจากเป็นคำถามที่ใช้ถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือเป็นคำถามที่ใช้ตรวจสอบความเข้าใจในเบื้องต้น



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
คำชี้แจง	ค
กิจกรรมที่ 1 เรื่อง พุทธกรรมπλαหลังหนาม	1
กิจกรรมที่ 2 เรื่อง การสูบบุหรี่	13
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง โคลนนิ่ง	23
กิจกรรมที่ 4 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	36
กิจกรรมที่ 5 เรื่อง ความเสี่ยงของสุขภาพ	54
กิจกรรมที่ 6 เรื่อง กันแดด	65
กิจกรรมที่ 7 เรื่อง ลิปมัน	78
กิจกรรมที่ 8 เรื่อง ทำน้ำดื่ม	91
กิจกรรมที่ 9 เรื่อง แป้งขนมปัง	101
กิจกรรมที่ 10 เรื่อง ความร้อน	115
กิจกรรมที่ 11 เรื่อง เส้นใยคาร์บอน	128
กิจกรรมที่ 12 เรื่อง การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	139
กิจกรรมที่ 13 เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก	151
กิจกรรมที่ 14 เรื่อง ฝนกรด	163
กิจกรรมที่ 15 เรื่อง แกรนด์แคนยอน	181
กิจกรรมที่ 16 เรื่อง การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์	202
กิจกรรมที่ 17 เรื่อง แสงของดาว	214
กิจกรรมที่ 18 เรื่อง กลางวัน	226
ภาคผนวก	240
ภาคผนวก ก กิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม (กิจกรรมที่ 19-20)	241
ภาคผนวก ข แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน	259
บรรณานุกรม	261
คณะผู้จัดทำ	263

กิจกรรมที่ 1

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง พฤติกรรมปลาหลังหนาม

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) จำแนกและอธิบายความแตกต่างของพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมเรียนรู้ของมนุษย์และสัตว์ในธรรมชาติได้ถูกต้อง
- 2) สามารถระบุรูปแบบพฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ได้
- 3) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมของปลาหลังหนามได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

พฤติกรรม (Behavior) หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกของสัตว์ เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือ สิ่งที่มากระตุ้น (Stimulus) อาจเกิดขึ้นทันทีหรือเกิดขึ้นหลังจากที่ถูกกระตุ้นมาแล้วระยะหนึ่ง

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate behavior) แสดงออกเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า เป็นพฤติกรรมที่ได้มาจากกรรมพันธุ์ สัตว์สามารถแสดงออกได้โดยไม่ต้องเรียนรู้มาก่อน มีแบบแผนเดียวกัน (Stereotyped) ไม่ค่อยมีการปรับเปลี่ยนโดยการเรียนรู้ มีลักษณะเฉพาะของแต่ละสปีชีส์ (Species-specific) เช่น การดูนมจากแม่ การกระพริบตา การกลืนอาหาร

พฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning behavior) สามารถปรับเปลี่ยนได้อันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ ไม่ใช่เกิดจากการที่สัตว์มีอายุมากขึ้น (Maturation) พฤติกรรมการเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากทั้งยีนและสิ่งแวดล้อม เช่น การอ่านหนังสือ การขับรถ การเล่นเกม

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) วิดีทัศน์ 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 ออกแบบการทดลองพฤติกรรมของปลาหลังนาม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

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



- วิดีทัศน์ดังกล่าวนำเสนอเกี่ยวกับอะไร

แนวคำตอบ เต่าทะเล/พฤติกรรมเต่าทะเลหลังฟักออกจากไข่

- ลูกเต่ารู้ได้อย่างไรว่าต้องแหวกทรายขึ้นสู่ด้านบน และเคลื่อนที่ลงทะเลทันทีหลังฟักออกจากไข่

แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น แสง อุณหภูมิ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน: หากเวลาไม่เพียงพอ เปิดวิดีโอทัศน์ในช่วงนาทีที่ 0 - 2

- 2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า ทำไมลูกเต่าสามารถว่ายน้ำได้ทันทีหลังฟักออกจากไข่
- 3) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนตอบคำถามในใบกิจกรรม จากนั้นเลือกนักเรียนเพื่อนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ทีละข้อ โดยผู้สอนและผู้เรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

- 4) แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พฤติกรรมของปลาหลังนาม ผู้สอนให้ผู้เรียนออกแบบกิจกรรมการทดลอง โดยสถานการณ์ระบุเพื่อตรวจสอบว่า **“สีท้องของปลาหลังนามส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังนาม ตัวผู้ไขหรือไม่”**
- 5) ก่อนที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ประกอบด้วย การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การระบุขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง
- 6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พฤติกรรมของปลาหลังนามด้วยตนเอง โดยผู้สอนคอยซักถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างเหมาะสม โดยใช้คำถาม เช่น
 - สิ่งที่ต้องการศึกษาคืออะไร
 - มีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งที่สนใจศึกษา เพราะอะไร
 - มีวิธีจัดการกระทำและควบคุมปัจจัยต่าง ๆ อย่างไรบ้าง
 - มีวิธีการวัด/สังเกตสิ่งที่ต้องการศึกษาได้อย่างไร
- 7) ผู้สอนให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบการทดลองของกลุ่มตนเองโดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบการทดลองในการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เช่น
 - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
 - สมมติฐานสอดคล้องกับคำถามหรือไม่ อย่างไร
 - ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลองเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

จากนั้นให้กลุ่มที่นำเสนอสะท้อนผลและวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการออกแบบของตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถาม เช่น

- การทดลองที่ออกแบบมีข้อดีและข้อควรปรับปรุงหรือไม่ อย่างไร
- ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นใด อย่างไร เพื่อให้การออกแบบการทดลองมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน: หากเวลาไม่เพียงพอ อาจใช้วิธีสุ่มกลุ่มนำเสนอ

- 8) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกลับไปทบทวนและปรับปรุงการออกแบบการทดลองของตนเอง เพื่อให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น
- 9) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามดังนี้
 - พฤติกรรมของปลาหลังนามเพศผู้เป็นพฤติกรรมแบบใด อธิบายและให้เหตุผลสนับสนุน

แนวคำตอบ พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด เนื่องจากเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาโดยไม่ต้องการฝึกฝน สามารถถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรม

- การออกแบบการทดลองที่ดี ควรเป็นอย่างไร

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

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

หากมีเวลาเพียงพอ ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนทำข้อสอบ PISA เพิ่มเติม ในสถานการณ์ คำถามที่ 2 เรื่อง “พฤติกรรมของปลาหลังนาม” แล้วอภิปรายเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่ 2

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) จำแนกและอธิบายความแตกต่างของพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมเรียนรู้ของมนุษย์และสัตว์ในธรรมชาติได้ถูกต้อง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องพฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของสัตว์มาใช้ในการตอบคำถามข้อที่1-2 ได้ถูกต้อง
2) สามารถระบุรูปแบบพฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ได้	- สังเกตพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน	- แบบประเมินพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน	- สามารถ ระบุ อธิบายและให้เหตุผลสนับสนุนเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ได้ในระดับพอใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมปลาหลังหนามได้	<ul style="list-style-type: none"> - พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ออกแบบการทดลองพฤติกรรมของปลาหลังหนาม - แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถออกแบบการทดลองโดยมีการระบุสมมติฐาน ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และวิธีการทดลองเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมปลาหลังหนามได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1-4 ได้ถูกต้อง - สามารถอภิปรายการออกแบบและประเมินการทดลองเกี่ยวกับพฤติกรรมปลาหลังหนามได้ในระดับพอใช้

ใบกิจกรรมที่ 1 พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate behavior) เป็นการแสดงออกเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า เป็นพฤติกรรมที่ได้มาจากกรรมพันธุ์ สัตว์สามารถแสดงออกได้โดยไม่ต้องเรียนรู้มาก่อน มีแบบแผนเดียวกัน (Stereotyped) ไม่ค่อยมีการปรับเปลี่ยนโดยการเรียนรู้ มีลักษณะเฉพาะของแต่ละสปีชีส์ (Species-specific)

พฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning behavior) สามารถปรับเปลี่ยนได้อันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ ไม่ใช่เกิดจากการที่สัตว์มีอายุมากขึ้น (Maturation) พฤติกรรมการเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากทั้งยีนและสิ่งแวดล้อม

- ยกตัวอย่างพฤติกรรมของมนุษย์โดยจำแนกตามลักษณะของพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมการเรียนรู้ รูปแบบละ 3 พฤติกรรม

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด	พฤติกรรมการเรียนรู้

- พฤติกรรมการเดินลงทะเลของเต่าทะเลหลังฟักออกจากไข่จัดเป็นพฤติกรรมรูปแบบใด เพราะเหตุใด

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate behavior) เป็นการแสดงออกเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า เป็นพฤติกรรมที่ได้มาจากกรรมพันธุ์ สัตว์สามารถแสดงออกได้โดยไม่ต้องเรียนรู้มาก่อน มีแบบแผนเดียวกัน (Stereotyped) ไม่ค่อยมีการปรับเปลี่ยนโดยการเรียนรู้ มีลักษณะเฉพาะของแต่ละสปีชีส์ (Species-specific)

พฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning behavior) สามารถปรับเปลี่ยนได้อันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ ไม่ใช่เกิดจากการที่สัตว์มีอายุมากขึ้น (Maturation) พฤติกรรมการเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากทั้งยีนและสิ่งแวดล้อม

1. ยกตัวอย่างพฤติกรรมของมนุษย์โดยจำแนกตามลักษณะของพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมการเรียนรู้ รูปแบบละ 3 พฤติกรรม

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด	พฤติกรรมการเรียนรู้
แนวคำตอบ การดูดนมจากแม่ การกระพริบตา การกลืนอาหาร	แนวคำตอบ การอ่านหนังสือ การขับรถ การเล่นดนตรี

2. พฤติกรรมการเดินลงทะเลของเต่าทะเลหลังฟักออกจากไข่จัดเป็นพฤติกรรมรูปแบบใด เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด เพราะสามารถแสดงออกได้โดยไม่ต้องเรียนรู้มาก่อน และมีแบบแผนเดียวกัน (Stereotyped)

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-1 ข้อ	ควรปรับปรุง

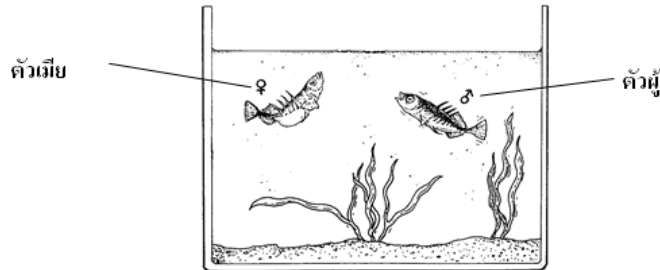
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 ออกแบบการทดลองพฤติกรรมของปลาหลังนาม

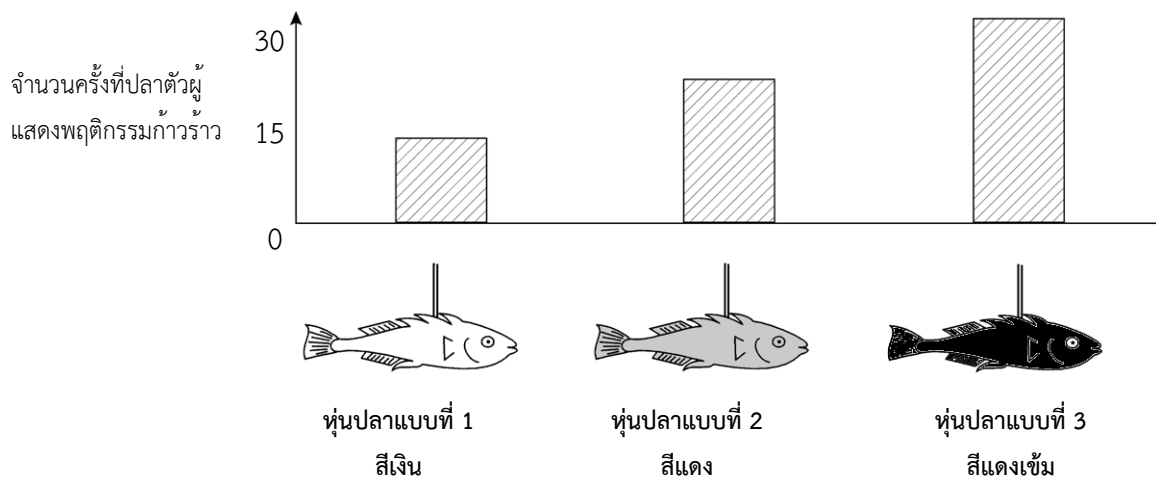
คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ปลาหลังนามเป็นปลาที่เลี้ยงง่ายในตู้



- ในฤดูผสมพันธุ์ท้องของปลาหลังนามตัวผู้จะเปลี่ยนจากสีเงินเป็นสีแดง
- ปลาหลังนามตัวผู้จะโจมตีคู่แข่งตัวผู้ตัวอื่นๆ ที่เข้ามาในบริเวณที่ครอบครองและพยายามขับไล่ออกไปจากบริเวณนั้น
- ถ้ามีปลาตัวเมียสีเงินเข้ามาใกล้ ปลาตัวผู้จะพยายามนำปลาตัวเมียไปที่รังของตัวเอง เพื่อให้ปลาตัวเมียได้วางไข่

นักเรียนคนหนึ่งทดลองโดยนำปลาหลังนามตัวผู้ใส่ไว้ในตู้ปลา แล้วแขวนหุ่นปลาที่ทำด้วยขี้ผึ้งที่มีสีแตกต่างกัน 3 สีไว้ในตู้ปลา ผลการทดลองแสดงดังรูปข้างล่าง



นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีวิธีการออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบว่า “สีท้องของปลาหลังนามส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังนามตัวผู้ใช่หรือไม่”

1. สมมติฐานของการทดลอง

.....

.....

2. ตัวแปรต้น

.....
.....

3. ตัวแปรตาม

.....
.....

4. ตัวแปรควบคุม

.....
.....

5. ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง

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

เกณฑ์การประเมิน

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

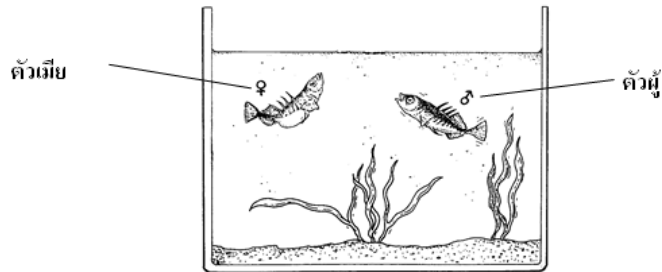
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 ออกแบบการทดลองพฤติกรรมของปลาหลังนาม

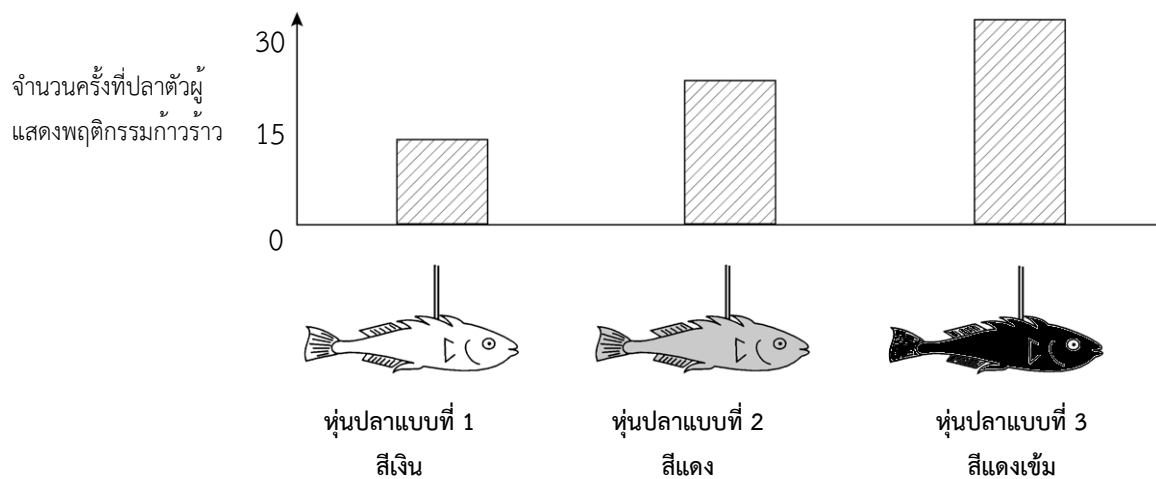
คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ปลาหลังนามเป็นปลาที่เลี้ยงง่ายในตู้



- ในฤดูผสมพันธุ์ท้องของปลาหลังนามตัวผู้จะเปลี่ยนจากสีเงินเป็นสีแดง
- ปลาหลังนามตัวผู้จะโจมตีคู่แข่งตัวผู้ตัวอื่นๆ ที่เข้ามาในบริเวณที่ครอบครองและพยายามขับไล่ออกไปจากบริเวณนั้น
- ถ้ามีปลาตัวเมียสีเงินเข้ามาใกล้ ปลาตัวผู้จะพยายามนำปลาตัวเมียไปที่รังของตัวเอง เพื่อให้ปลาตัวเมียได้วางไข่

นักเรียนคนหนึ่งทดลองโดยนำปลาหลังนามตัวผู้ใส่ไว้ในตู้ปลา แล้วแขวนหุ่นปลาที่ทำด้วยขี้ผึ้งที่มีสีแตกต่างกัน 3 สีไว้ในตู้ปลา ผลการทดลองแสดงดังรูปข้างล่าง



นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีวิธีการออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบว่า “สีท้องของปลาหลังนามส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังนามตัวผู้หรือไม่”

1. สมมติฐานของการทดลอง

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ถ้าสีท้องของหุ่นปลา มีผลต่อพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังนามตัวผู้ ดังนั้นหุ่นปลาที่มีสีท้องแตกต่างกันจะส่งผลต่อจำนวนครั้งที่ปลาหลังนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว

2. ตัวแปรต้น

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ สีท้องของหุ่นปลา

3. ตัวแปรตาม

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ จำนวนครั้งที่ปลาหลังนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว

4. ตัวแปรควบคุม

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ - ขนาดของหุ่นปลา

- เวลาในการแขวนหุ่นปลา

- การจัดสภาพแวดล้อมภายในตู้ปลา (อุณหภูมิ น้ำ แสง ความขุ่นของน้ำ ฯลฯ)

5. ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ

1. นำหุ่นปลาที่ทำจากขี้ผึ้งแบบเดียวกัน แต่มีสีท้องแตกต่างกันจำนวน 3 สี ได้แก่ หุ่นปลาท้องสีเงิน

หุ่นปลาท้องสีแดง หุ่นปลาท้องสีแดงเข้ม ผูกติดไว้กับลวด

2. นำหุ่นปลาทั้งสามไปแขวนในตู้ปลาที่มีปลาหลังนามตัวผู้ในระยะเวลาที่เท่ากัน

3. นับจำนวนครั้งที่ปลาหลังนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวโดยการพุ่งใส่หุ่นปลา แล้วบันทึกผล

4. เปรียบเทียบจำนวนครั้งที่ปลาหลังนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวต่อหุ่นปลาที่มีสีท้องแตกต่างกัน

เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 2

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง การสูบบุหรี่

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 1.2 ม.2/1-3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) เปรียบเทียบและประเมินแบบจำลองการสูบบุหรี่กับอวัยวะในระบบหายใจได้อย่างถูกต้อง
- 2) คาดการณ์อันตรายและผลกระทบของการสูบบุหรี่ที่มีต่อระบบหายใจของมนุษย์ได้อย่างถูกต้อง
- 3) การประเมินการออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่

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 เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด นอกจากนี้การสูบบุหรี่มีผลทำให้หัวใจทำงานหนักขึ้น หัวใจเต้นเร็วขึ้น เส้นเลือดหัวใจตีบ ทำให้หัวใจขาดเลือดได้

การเลิกบุหรี่อาจทำได้หลายวิธี เช่น การนำนิโคตินมาใช้ในการเลิกบุหรี่ หรือที่เรียกว่าการให้นิโคตินทดแทน (nicotine replacement therapy; NRT) โดยเป็นการให้นิโคตินเข้าสู่ร่างกายอย่างช้า ๆ และค่อย ๆ ลดปริมาณลงจนสามารถเลิกใช้นิโคตินได้

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) วิดีทัศน์ เรื่อง แบบจำลองการสูบบุหรี่
 - วิดีโอทัศน์ที่ 1 <https://www.youtube.com/watch?v=YS02MCx9f2c>
 - วิดีโอทัศน์ที่ 2 https://www.youtube.com/watch?v=HD__r66sFjk
- 2) วิดีทัศน์เปรียบเทียบ ปอดคนสูบบุหรี่ กับ คนไม่สูบบุหรี่
 - <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) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถามเกี่ยวกับการสูบบุหรี่ ดังนี้
 - นักเรียนมีคนใกล้ชิดสูบบุหรี่หรือไม่ และนักเรียนรู้สึกหรือคิดเห็นอย่างไร
 - แนวคำตอบ** ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน
 - ระบบอวัยวะใดของร่างกายจะได้รับผลกระทบต่อการสูบบุหรี่
 - แนวคำตอบ** ระบบทางเดินหายใจ
 - บุหรี่มีอันตรายหรือผลเสียต่อระบบอวัยวะนั้นอย่างไร
 - แนวคำตอบ** ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น มะเร็ง ถุงลมโป่งพอง
- 2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า นักเรียนอยากรู้ใหม่ว่าบุหรี่ส่งผลต่อร่างกายอย่างไร จากนั้นแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน แล้วเปิดวิดีโอทัศน์ เรื่อง แบบจำลองการสูบบุหรี่ (<https://www.youtube.com/watch?v=YS02MCx9f2c>) แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามเพื่อเชื่อมโยงแบบจำลองการสูบบุหรี่กับการทำงานของปอด จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ทีละข้อ โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้
 - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือมีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร

- 3) ผู้สอนถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการทำงานของปอดกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้คำถามดังนี้

- ในคนที่สูบบุหรี่ไปนาน ๆ จะส่งผลกระทบต่อปอดอย่างไร

แนวคำตอบ ปอดมีเขม่าควันจากบุหรี่อยู่ในปริมาณมาก ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของปอดลดลง และมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคถุงลมโป่งพอง

จากนั้นผู้สอนเปิดวิดีโอทัศน์ที่ 2 (https://www.youtube.com/watch?v=HD__r66sFjk) และเปิดวิดีโอทัศน์ที่ 3 (<https://www.youtube.com/watch?v=1eXfRk5krHs>) เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาผลกระทบจากการสูบบุหรี่ในปริมาณมากหรือเป็นระยะเวลาเวลานาน แล้วถามคำถาม ดังนี้

- หากนักเรียนมีบุคคลใกล้ชิดตัวมีพฤติกรรมติดบุหรี่ 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

- 5) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม แล้วให้ความรู้เพิ่มเติม ดังนี้

- บุหรี่มีผลกระทบต่อร่างกายอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ การสูบบุหรี่จะส่งผลเสียต่อร่างกาย โดยเฉพาะปอดเป็นอวัยวะที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากสารพิษในควันบุหรี่ โดยสารพิษของบุหรี่ที่เข้าสู่ร่างกายสามารถเพิ่มโอกาสเป็นมะเร็งที่ปอด หลอดลม ได้อีกด้วย นอกจากนี้ อาจทำให้หลอดเลือดหัวใจตีบหรือหัวใจขาดเลือดได้

- แนวทางในการเลิกบุหรี่

แนวคำตอบ การเลิกบุหรี่อาจทำได้หลายวิธี เช่น การนำนิโคตินมาใช้ในการเลิกบุหรี่ หรือที่เรียกว่า การให้นิโคตินทดแทน (nicotine replacement therapy; NRT) โดยเป็นการให้นิโคตินเข้าสู่ร่างกายอย่าง ช้า ๆ และค่อย ๆ ลดขนาดลงจนสามารถเลิกใช้นิโคตินได้

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน -

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) รับผิดชอบต่อหัวใจ...ต้องห่างไกลบุหรี่ : <https://www.bangkokhearhospital.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	- พิจารณา การตอบ คำถามใน ใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสูบบุหรี่ (ข้อที่ 1)	- สามารถเปรียบเทียบและประเมินแบบจำลองโดยตอบคำถามในข้อที่ 1 ได้ถูกต้องและให้เหตุผลที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง
2) คาดการณ์อันตรายและผลกระทบของการสูบบุหรี่ที่มีต่อระบบหายใจของมนุษย์ได้อย่างถูกต้อง	- พิจารณา การตอบ คำถามใน ใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสูบบุหรี่ (ข้อที่ 3)	- สามารถนำความรู้เรื่องระบบหายใจไปใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับแบบจำลองการสูบบุหรี่ และผลกระทบจากการสูบบุหรี่ที่มีต่อระบบหายใจ โดยตอบคำถามข้อที่ 3 ได้ถูกต้อง
3) การประเมินการออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการใช้แผ่นนิโคตินในการเลิกสูบบุหรี่	- พิจารณา การตอบ คำถามใน ใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แผ่นนิโคตินในการเลิกสูบบุหรี่	- สามารถประเมินการออกแบบการทดลอง และให้เหตุผลสนับสนุนได้ถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
	- สังเกต พฤติกรรม การอภิปราย ในชั้นเรียน	- แบบประเมิน พฤติกรรม การอภิปราย ในชั้นเรียน	- สามารถระบุ สื่อสาร และ ประเมินข้อมูลที่สำคัญ เพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือ โต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ในระดับพอใช้

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสุบบุรี

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาแบบจำลองการสุบบุรี แล้วคำถามดังต่อไปนี้



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

1. จากแบบจำลองการสุบบุรี ถ้าชุดอุปกรณ์ในวิดีโอที่เปรียบเทียบได้กับระบบหายใจในร่างกาย โดยสำลี เปรียบได้กับ เนื้อเยื่อปอด และขวด เปรียบได้กับ ปอด นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

- เห็นด้วย
- ไม่เห็นด้วย

เพราะ

.....

.....

.....

2. จากแบบจำลองการสุบบุรี สำลีมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. จากผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองการสุบบุรี นักเรียนคิดว่าการสุบบุรีมีผลต่อระบบหายใจอย่างไร

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสูบบุหรี่

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาแบบจำลองการสูบบุหรี่ แล้วคำถามดังต่อไปนี้



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

1. จากแบบจำลองการสูบบุหรี่ ถ้าชุดอุปกรณ์ในวิดีโอที่เปรียบเทียบได้กับระบบหายใจในร่างกาย โดยสำลีสัมผัสกับเนื้อเยื่อปอด และขวดเปรียบเทียบกับปอด

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ

- เห็นด้วย
 ไม่เห็นด้วย

เพราะ

สำลีสัมผัสกับอากาศที่ผ่านเข้าออกคล้ายกับเนื้อเยื่อปอดในระบบทางเดินหายใจ ส่วนขวด
 เป็นส่วนที่คล้ายกับปอดที่บรรจุอากาศจากการหายใจ

2. จากแบบจำลองการสูบบุหรี่ สำลีสัมผัสมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

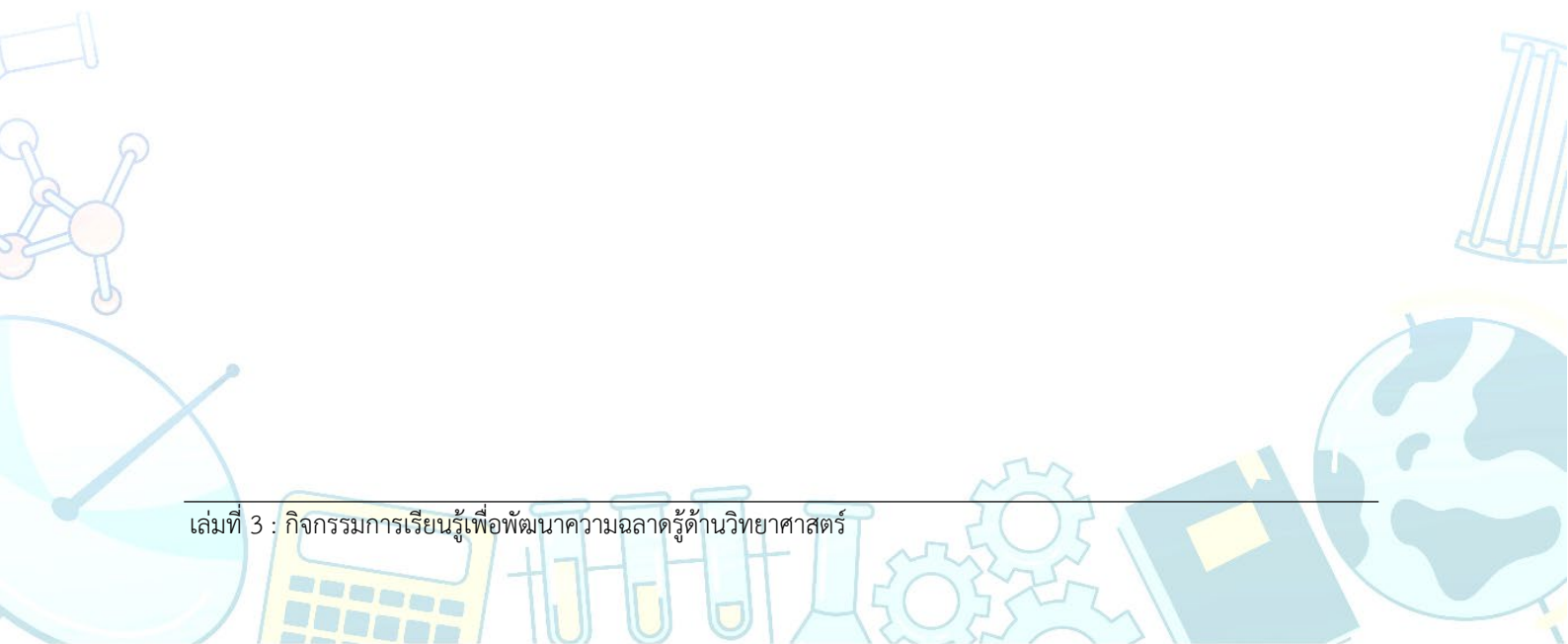
แนวคำตอบ จากแบบจำลองการสูบบุหรี่ พบว่า สำลีสัมผัสมีการเปลี่ยนแปลง โดยหลังการทดลอง สำลีสัมผัสที่สัมผัสควันบุหรี่มีสีเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาล

3. จากผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองการสุบบุหรี นักเรียนคิดว่าการสุบบุหรีมีผลต่อระบบหายใจอย่างไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ. เขม่าควันจากบุหรีเกาะอยู่ที่ถุงลมปอด ทำให้ปอดทำงานได้ไม่เต็มที่ และร่างกายได้รับสารพิษจากบุหรี

.....



ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แผ่นนิโคตินในการเลิกสูบบุหรี่

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

บางคนใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่ แผ่นนิโคตินจะถูกแปะติดที่ผิวหนังและปล่อยนิโคตินสู่เลือด เพื่อช่วยลดอาการอยากและอาการขาดยาเมื่อหยุดสูบบุหรี่แล้ว

นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งต้องการศึกษาผลของแผ่นนิโคตินว่ามีประสิทธิภาพในการช่วยเลิกการสูบบุหรี่ได้ดีกว่าการไม่ใช้แผ่นนิโคตินหรือไม่

จึงได้คัดเลือกผู้สูบบุหรี่ที่ต้องการเลิกสูบบุหรี่จำนวน 100 คน จากการสุ่ม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวทางการทดลองที่แตกต่างกัน ดังนี้

วิธีที่ 1 ให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 100 คน ติดแผ่นนิโคตินทั้งหมด

วิธีที่ 2 ให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 99 คน ติดแผ่นนิโคติน ยกเว้นหนึ่งคนที่พยายามเลิกสูบบุหรี่โดยไม่ใช้แผ่นนิโคติน

วิธีที่ 3 สุ่มให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 50 คน ติดแผ่นนิโคติน และอีกครั้งหนึ่งไม่ใช้แผ่นนิโคติน

วิธีที่ 4 ให้ผู้สูบบุหรี่แต่ละคนเลือกเองว่าจะติดหรือไม่ติดแผ่นนิโคติน

จากสถานการณ์ วิธีการทดลองใดเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แผ่นนิโคตินในการเลิกสูบบุหรี่

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

บางคนใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่ แผ่นนิโคตินจะถูกแปะติดที่ผิวหนังและปล่อยนิโคตินสู่เลือด เพื่อช่วยลดอาการอยากและอาการขาดยาเมื่อหยุดสูบบุหรี่แล้ว

นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งต้องการศึกษาผลของแผ่นนิโคตินว่ามีประสิทธิภาพในการช่วยเลิกการสูบบุหรี่ได้ดีกว่าการไม่ใช้แผ่นนิโคตินหรือไม่

จึงได้คัดเลือกผู้สูบบุหรี่ที่ต้องการเลิกสูบบุหรี่จำนวน 100 คน จากการสุ่ม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวทางการทดลองที่แตกต่างกัน ดังนี้

วิธีที่ 1 ให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 100 คน ติดแผ่นนิโคตินทั้งหมด

วิธีที่ 2 ให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 99 คน ติดแผ่นนิโคติน ยกเว้นหนึ่งคนที่พยายามเลิกสูบบุหรี่โดยไม่ใช้แผ่นนิโคติน

วิธีที่ 3 สุ่มให้ผู้สูบบุหรี่จำนวน 50 คน ติดแผ่นนิโคติน และอีกครั้งหนึ่งไม่ใช้แผ่นนิโคติน

วิธีที่ 4 ให้ผู้สูบบุหรี่แต่ละคนเลือกเองว่าจะติดหรือไม่ติดแผ่นนิโคติน

จากสถานการณ์ วิธีการทดลองใดเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ วิธีที่ 3 เนื่องจากมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการช่วยเลิกการสูบบุหรี่ระหว่างกลุ่มที่ใช้กับไม่ใช้แผ่นนิโคติน

กิจกรรมที่ 3

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง โคลนนิ่ง

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 1.3 ม.3/7-8

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ได้จากการโคลนนิ่งได้อย่างถูกต้อง
- 2) อธิบายให้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งการทำโคลนนิ่งในมนุษย์โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

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

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) วิดีทัศน์ เรื่อง ดอลลีแอกะโคลนนิ่งตัวแรกของโลก
<https://youtu.be/4uj5NgLnhhg?si=tXPEZWPN0qnCjXJu>
- 2) ใบความรู้ เรื่อง ขั้นตอนการโคลนนิ่ง ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
- 3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนนิ่งแอกะดอลลี ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องสำเนาสิ่งมีชีวิต ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยเปิดวิดีโอเรื่อง ดอลลีแอกะโคลนนิ่งตัวแรกของโลก
<https://youtu.be/4uj5NgLnhhg?si=tXPEZWPN0qnCjXJu>
ในช่วงนาที่ที่ 0 – 1.19 และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับการโคลนนิ่ง ดังนี้
 - นักเรียนรู้จักแอกะดอลลีหรือไม่
แนวคำตอบ รู้จัก/ไม่รู้จัก
 - แอกะดอลลีมีความพิเศษอย่างไร ทราบหรือไม่
แนวคำตอบ เป็นแอกะที่เกิดจากการโคลนนิ่ง
- 2) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน แล้วให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้และเปิดวิดีโอต่อในช่วงนาที่ที่ 1.19 เป็นต้นไป จากนั้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม ดังนี้
 - โคลนนิ่ง คืออะไร
แนวคำตอบ กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมา ให้มีลักษณะเลียนแบบตามพันธุกรรมเดิมของสิ่งมีชีวิตต้นแบบ
- 3) ผู้สอนถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันไปสู่ความรู้เกี่ยวกับการโคลนนิ่งตามแนวคำถามดังนี้
 - ในปัจจุบันมีสัตว์ชนิดใดบ้างที่ทำการโคลนนิ่งได้บ้าง
แนวคำตอบ แกะ โค สุกกร แมว ม้า หนู และกระต่าย
 - การโคลนนิ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศหรือไม่อาศัยเพศ เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ ไม่อาศัยเพศ เพราะไม่ได้เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียและเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้
 - การขยายพันธุ์พืชรูปแบบใดบ้างที่ทำให้ได้พืชต้นใหม่ที่มียีนลักษณะเช่นเดียวกับที่ได้จากการโคลนนิ่งแอกะดอลลี
แนวคำตอบ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การแตกหน่อ การปักชำ

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

แนวคำตอบ การโคลนนิ่ง (Cloning) คือ กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมา ให้มีลักษณะเลียนแบบตามพันธุกรรมเดิมของสิ่งมีชีวิตต้นแบบ ในสัตว์จะมีกระบวนการโดยใช้นิวเคลียสจากเซลล์เต็มวัยของเซลล์ร่างกายของสัตว์เพศอะไรก็ได้ใส่ลงไปในที่เซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมียหรือเซลล์ไข่ โดยนำสารพันธุกรรม หรือ DNA ที่มีอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมียหรือเซลล์ไข่ออกก่อน จากนั้นจึงถ่ายฝากเซลล์ไข่ที่มีนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายไปยังเพศเมีย เพื่อให้พัฒนาเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่โดยใช้ข้อมูลของสารพันธุกรรมจากนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายสิ่งมีชีวิตต้นแบบ สิ่งมีชีวิตใหม่จะมีรูปร่าง หน้าตา ลักษณะภายนอก เหมือนกับสัตว์ตัวที่เป็นต้นแบบของเซลล์เต็มวัยทุกประการ ส่วนในพืชจะมีการขยายพันธุ์เช่นเดียวกับการโคลนนิ่งสัตว์ที่ทำให้พืชมีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

หากมีเวลาเพียงพอ ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่ 3 โดยมีประเด็นดังนี้

- มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์อื่นที่เป็นข้อสนับสนุนหรือคัดค้านการทำโคลนนิ่งในมนุษย์อีกหรือไม่ แล้วอภิปรายเพิ่มเติม

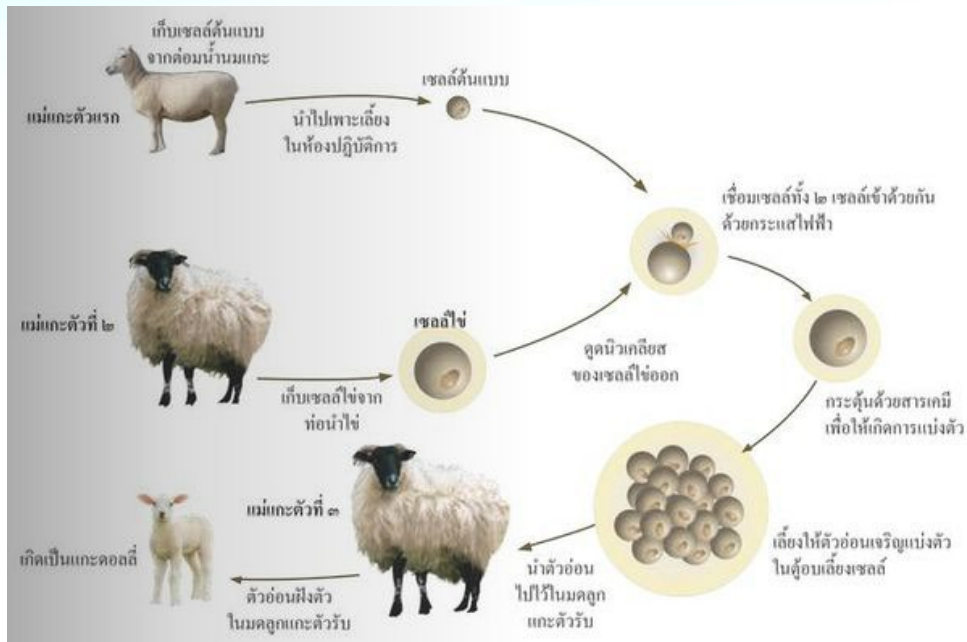
9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 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 - สังเกตพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนนิ่ง - แบบประเมินพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการโคลนนิ่งไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้โดยตอบคำถามข้อที่ 1-2 ได้ถูกต้อง - สามารถระบุ สื่อสาร และประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ในระดับพอใช้
2) อธิบายให้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งการทำโคลนนิ่งในมนุษย์โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับการโคลนนิ่ง	- สามารถประเมินการโต้แย้งแสดงหลักฐาน และให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งการทำโคลนนิ่งในมนุษย์ได้ในระดับพอใช้

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: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

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



1. ในการทำโคลนนิ่งแกะดอลลี จะใช้ส่วนใดของของแกะตัวเมียมาทำโคลนนิ่ง

.....

.....

2. ดอลลีเหมือนกับแกะตัวใด อธิบายโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

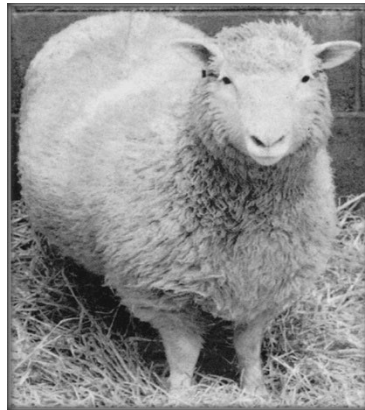
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนนิ่ง

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

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



1. ในการทำโคลนนิ่งแกะดอลลี จะใช้ส่วนใดของของแกะตัวเมียมาทำโคลนนิ่ง

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ขึ้นส่วนเล็ก ๆ จากต่อมน้ำนมของแกะตัวเมียที่โตเต็มที่แล้ว

2. ดอลลีเหมือนกับแกะตัวใด อธิบายโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ แกะตัวที่ 1 เพราะนำสารพันธุกรรม หรือ DNA ที่มีอยู่ในเซลล์แกะตัวที่ 1 มา ดังนั้น

แกะโคลนนิ่งที่ได้จะมีลักษณะเหมือนตัวต้นแบบ

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-1 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับการโคลนนิ่ง

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการโคลนนิ่ง 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

(.....)

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. การประเมิน การโต้แย้ง	-	สามารถประเมิน การโต้แย้งประเด็น ทางวิทยาศาสตร์ได้	ไม่สามารถประเมิน การโต้แย้งประเด็น ทางวิทยาศาสตร์ได้
2. การแสดงหลักฐาน ทางวิทยาศาสตร์	แสดงหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน	แสดงหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ได้ ไม่ครบถ้วน	ไม่แสดงหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์
3. การให้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์	ให้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์เพื่อ สนับสนุนหรือโต้แย้ง ในประเด็นที่กำหนดได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครบถ้วน	ให้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์เพื่อ สนับสนุนหรือโต้แย้ง ในประเด็นที่กำหนด ไม่ครบถ้วน	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง ในประเด็นที่กำหนด แต่ไม่มีความสอดคล้องกัน ของข้อมูล

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับการโคลนนิ่ง

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการโคลนนิ่ง 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
ขณะนั้น จึงทำให้เกิดการติดโรคได้ง่าย

หากทำโคลนนิ่งมนุษย์กันอย่างกว้างขวาง ได้มนุษย์ที่มีองค์ประกอบทางพันธุกรรม
เหมือนกันจำนวนมาก ๆ ก็จะทำให้ขาดความหลากหลายทางพันธุศาสตร์ และอาจ
สูญพันธุ์ได้หากสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีโรคระบาดจากการติดเชื้อบางชนิด

เห็นด้วย เพราะการโคลนนิ่งเป็นการเอานิวเคลียสเซลล์ร่างกายไปใส่ในเซลล์ไข่ ซึ่งเซลล์ร่างกายนั้น

อาจเป็นเซลล์ที่มีอายุ จึงทำให้ไม่แข็งแรง

ไม่เห็นด้วย เพราะการโคลนนิ่งเป็นการทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ซึ่งเป็นการคัดเลือกจากนิวเคลียส
ของเซลล์ร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรงไปใส่ในเซลล์ไข่ ทำให้มีความทนทานต่อโรคได้

ระดับคุณภาพและเกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. การประเมิน การโต้แย้ง	-	สามารถประเมิน การโต้แย้งประเด็นทาง วิทยาศาสตร์ได้	ไม่สามารถประเมิน การโต้แย้งประเด็นทาง วิทยาศาสตร์ได้
2. การแสดงหลักฐาน ทางวิทยาศาสตร์	แสดงหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน	แสดงหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ ได้ไม่ครบถ้วน	ไม่แสดงหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์
3. การให้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง ในประเด็นที่กำหนด ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครบถ้วน	ให้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์เพื่อ สนับสนุนหรือโต้แย้ง ในประเด็นที่กำหนด ไม่ครบถ้วน	ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง ในประเด็นที่กำหนด แต่ไม่มีความสอดคล้องกัน ของข้อมูล

กิจกรรมที่ 4

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 1.3 ม.3/7-8

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายความหมายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้
- 2) การลงความเห็นจากข้อมูล และการนำข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มาวิเคราะห์และอธิบายเหตุการณ์ยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
- 3) การวิเคราะห์และให้เหตุผล ยอมรับหรือไม่ยอมรับความเห็นต่าง และตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือ GMOs (Genetically Modified Organisms) คือ สิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ รวมถึงจุลินทรีย์ที่ผ่านการดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้กระบวนการทางพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ใช้เทคนิคนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอซึ่งมียีน (gene) ที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งปกติไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ตามธรรมชาติ เพื่อให้เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่ถูกสร้างขึ้นใหม่นี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือ GMOs เช่น แบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่ได้รับยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์ ทำให้สามารถสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ นอกจากนี้ ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ทางการเกษตรให้มีคุณสมบัติเฉพาะตรงตามความต้องการได้

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) กระดาษ post-it
- 2) วิดิทัศน์ เรื่อง พันธุกรรมและประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตที่ดัดแปรพันธุกรรม
<https://www.youtube.com/watch?v=MyxFqZ6owJs>
- 3) ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 4) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 5) ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 6) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การยอมรับ หรือไม่ยอมรับ และประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน โดยใช้โปรแกรม random-group-generator
<https://www.classtools.net/random-group-generator/> หรือให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเอง
ตัวอย่าง



- 2) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้ผู้เรียนสังเกตปลาในภาพ โดยใช้คำถามดังนี้



ปลาม้าลายสายพันธุ์ดั้งเดิม

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

- ปลาม้าลายเหล่านี้มีลักษณะพิเศษอย่างไร

แนวคำตอบ เรื่องแสงในที่ต่าง ๆ ได้

- เหตุใดปลาฆ่าตายจึงเรืองแสงได้

แนวคำตอบ ผู้เรียนตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน โดยคำตอบควรเชื่อมโยงถึงสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือผู้สอนควรเชื่อมโยงไปถึงสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

- ผู้เรียนเคยได้ยินหรือรู้จักสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือ จีเอ็มโอ (GMOs : Genetically Modified Organisms) หรือไม่ (ผู้สอนยังไม่ต้องตอบในขั้นนี้)

แนวคำตอบ ผู้เรียนตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน

- ผู้เรียนยกตัวอย่าง GMOs ที่ผู้เรียนรู้จักมีอะไรบ้าง 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 และเปิดวิดีโอคลิป เรื่อง พันธุกรรมและประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตที่ดัดแปรพันธุกรรม (<https://www.youtube.com/watch?v=MyxFqZ6owJs>) ในช่วงเวลาที่ 5.38 เป็นต้นไป



จากนั้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม ลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

- 4) ผู้สอนให้ผู้เรียนในชั้นเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบที่ได้เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน
- 5) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยมอบหมายให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลตามชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นอภิปรายร่วมกันในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การยอมรับ หรือไม่ยอมรับ และประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

- 6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสลับกันพิจารณาคำตอบของกลุ่มอื่น โดยเขียนข้อเสนอแนะ/เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยพร้อมแสดงเหตุผลลงในกระดาษ post-it และติดลงในใบกิจกรรมของกลุ่มที่พิจารณา แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มโต้แย้งหรืออภิปรายข้อเสนอแนะที่ได้รับร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป
- ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน:** หากเวลาไม่เพียงพอในการให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ สามารถเปลี่ยนกิจกรรมได้โดยผู้สอนกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาคิดหาคำตอบ ดังนี้

“นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งทำการทดลองโดยให้หนูจำนวนหนึ่งกินเมล็ดธัญพืชที่ตัดแปรพันธุกรรม และหนูอีกกลุ่มหนึ่งกินเมล็ดธัญพืชออร์แกนิกเป็นเวลา 6 เดือน จากนั้นตรวจสอบพบว่า หนูที่กินเมล็ดธัญพืชที่ตัดแปรพันธุกรรม มีภาวะภูมิแพ้ต่อละอองของเมล็ดพืชตัดแปรพันธุกรรม พวกเขาสรุปว่า “พืชตัดแปรพันธุกรรมเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภูมิแพ้ในมนุษย์ได้”

นักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งเห็นว่า “ข้อสรุปนี้ยังไม่น่าเชื่อถือ” นักเรียนคิดว่าเหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ที่เห็นต่างนี้คืออะไร?”

- 7) ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

สิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรม คือ สิ่งมีชีวิตที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกยีนที่ดีของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง แล้วตัดต่อใส่เข้าไปในยีนของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งคุณสมบัติพิเศษของการตัดต่อทางพันธุกรรมนี้คือการนำยีนของสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถนำมาผสมพันธุ์กันได้ตามธรรมชาติมาตัดต่อเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติจำเพาะตรงตามความต้องการมนุษย์ ประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรม เช่น การผลิตอาหาร การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร สิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ดี สังคมยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังมีการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว การตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจ ซึ่งมีทั้งด้านบวกและด้านลบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

หากมีเวลาเพียงพอ ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนทำข้อสอบ PISA ในสถานการณ์ เรื่อง “พืชตัดแปรพันธุกรรม” แล้วอภิปรายเพิ่มเติม

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม -

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายความหมายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมไปอธิบายความหมาย ประโยชน์ และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยตอบคำถามในกิจกรรมที่ 1 ได้ถูกต้อง 3-5 ข้อ
2) การลงความเห็นจากข้อมูล และการนำข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มาจากวิเคราะห์และอธิบายเหตุผลการยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 การยอมรับ หรือ ไม่ยอมรับ และ ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	- สามารถบอกประโยชน์ ผลกระทบ และให้เหตุผลประกอบ เพื่อลงความเห็นเกี่ยวกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในระดับผ่าน
3) การวิเคราะห์และให้เหตุผล ยอมรับหรือไม่ยอมรับความเห็นต่าง และตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	- สังเกตพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน	- แบบประเมินพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน	- สามารถระบุ สื่อสาร และประเมินข้อมูลที่สำคัญ เพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ในระดับพอใช้

ใบความรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

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

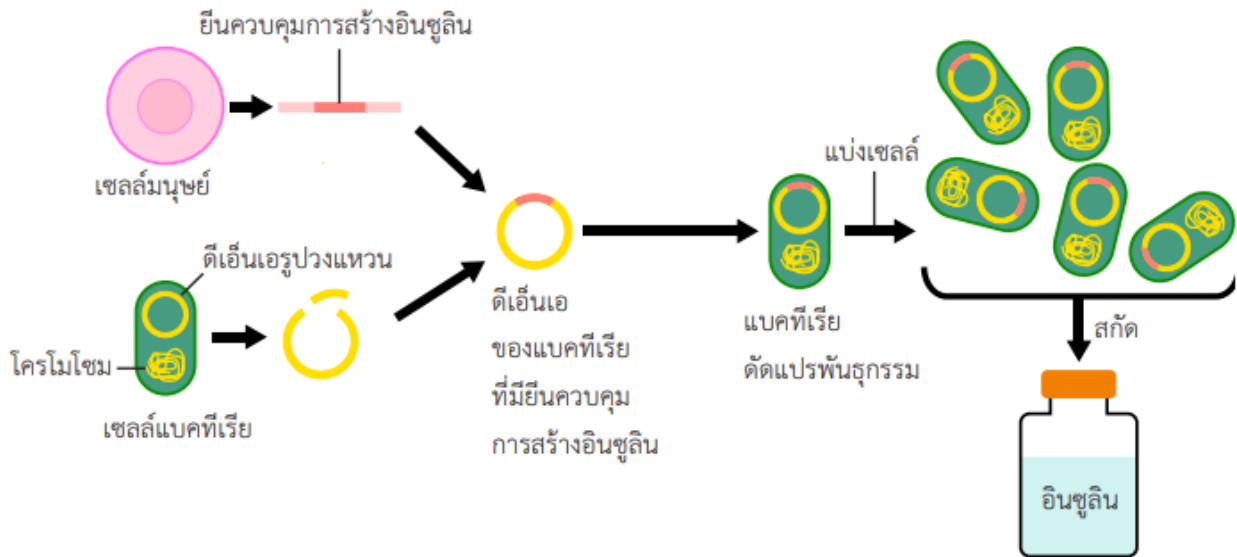


ภาพที่ 1 ปุ่มปมบนต้นไม้ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens*

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

พันธุวิศวกรรมใช้เทคนิคการนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอซึ่งมียีนที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งปกติไม่เคยผสมพันธุ์กันได้ตามธรรมชาติเพื่อให้เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่ถูกสร้างขึ้นใหม่นี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (genetically modified organisms หรือ GMOs) เช่น แบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่ได้รับยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์ ทำให้สามารถสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้

การสร้างแบคทีเรียตัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์เริ่มจากการนำยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์มาเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอรูปวงแหวน (plasmid) ของแบคทีเรีย จากนั้นใส่ดีเอ็นเอนั้นเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียสามารถสร้างอินซูลินได้ และเมื่อเลี้ยงแบคทีเรียในสภาวะที่เหมาะสม แบคทีเรียจะแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้สามารถสร้างอินซูลินปริมาณมากได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพการสร้างแบคทีเรียตัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์

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

ปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการตัดแปรพันธุกรรมอย่างหลากหลาย เช่น แบคทีเรียที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์สำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายน้ำมันและพลาสติกเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ข้าวสีทองที่มีวิตามินเอสูงเพื่อป้องกันโรคตาบอดในเด็กเนื่องจากการขาดวิตามินเอ ฝ้ายบีบีทีที่ทนต่อแมลงศัตรูพืชและข้าวโพดตัดแปรพันธุกรรมที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช

ใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร

.....

2. แนวคิดการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ (GMOs) มาจากไหน

.....

3. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม กับพันธุวิศวกรรมเกี่ยวข้องกันอย่างไร

.....

4. ประโยชน์และผลกระทบอื่น ๆ ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีอะไรบ้าง

.....

5. แอปพลิเคชันที่สามารถสร้างอินซูลินได้จัดเป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพราะเหตุใด

.....

เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร

แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ รวมถึงจุลินทรีย์ที่ผ่านการดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้กระบวนการทางพันธุวิศวกรรม (genetic engineering)

2. แนวคิดการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ (GMOs) มาจากไหน

แนวคำตอบ มาจากการเลียนแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ

3. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม กับพันธุวิศวกรรมเกี่ยวข้องกันอย่างไร

แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากกระบวนการพันธุวิศวกรรม

4. ประโยชน์และผลกระทบอื่น ๆ ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ ประโยชน์ เช่น ได้พืชหรือสัตว์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการ
ผลกระทบ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง

5. แบคทีเรียที่สามารถสร้างอินซูลินได้จัดเป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เพราะมีการตัดต่อยีนที่ควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์มาเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอ (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 ทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรคและจำเป็นต่อการมองเห็น การขาดวิตามินเอเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ตาบอดได้ สารตั้งต้นของวิตามินเอ คือ เบตาแคโรทีน ซึ่งร่างกายจะเปลี่ยนสารนี้เป็นวิตามินเอได้ โดยทั่วไปพืชมีการผลิตสารนี้อยู่แล้วในธรรมชาติ เพียงแต่สารเบตาแคโรทีนที่พืชผลิตจะอยู่ที่ใบข้าวไม่ได้อยู่ในเมล็ดข้าว วิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาการนำกระบวนการพันธุวิศวกรรมเข้ามาใช้เพื่อให้พืชผลิตเบตาแคโรทีนในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดข้าว

โครงการวิจัยข้าวสีทองเป็นโครงการตัดต่อพันธุกรรมในข้าวเพื่อแก้ปัญหาการขาดวิตามินเอ เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1999 โดยศาสตราจารย์อินโก โพทราซคัส (Ingo Potrykus) และศาสตราจารย์ปีเตอร์ บีเยอร์ (Peter Beyer) ได้รับการสนับสนุนจากมูลนิธิร็อกเกิ้ล (Rockefeller Foundation) เพื่อต่อสู้กับปัญหาภาวะขาดวิตามินเอ ในเด็กที่อยู่ในประเทศกำลังพัฒนา โดยองค์การอนามัยโลกได้ประมาณการว่าเด็กก่อนวัยเรียนประมาณ 250 ล้านคน อยู่ในภาวะขาดวิตามินเอและอีกประมาณ 2.7 ล้านคน เสียชีวิตเนื่องจากขาดวิตามินเอ ภาวะขาดวิตามินเอเป็นผลให้ตาแห้งและอาจตาบอดได้ในที่สุด ปัญหาตาบอดในเด็กอันเนื่องมาจากการขาดวิตามินเอเป็นปัญหาหนึ่งในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งสามารถป้องกันได้

การสร้างข้าวดัดแปรพันธุกรรมเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหา โดยทำให้เมล็ดข้าวผลิตเบตาแคโรทีน เมล็ดข้าวที่มีเบตาแคโรทีน จะมีสีเหลือง จึงเรียกข้าวดังกล่าวนี้ว่า ข้าวสีทอง ซึ่งถ้าคนบริโภค ข้าวนี้เพียง 300 กรัมต่อวัน จะทำให้ผู้บริโภคได้รับวิตามินเอ ปริมาณเกือบจะเท่ากับความต้องการวิตามินเอในหนึ่งวัน



ภาพที่ 1 ข้าวสีทอง

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

อย่างไรก็ตามแม้ว่าข้าวสีทองอาจช่วยแก้ปัญหาการขาดวิตามินเอในประเทศกำลังพัฒนาได้ แต่ก็ยังมีหลายหน่วยงานที่คัดค้านโครงการวิจัยข้าวสีทอง เช่น องค์กรมิตรโลก (Friends of the Earth) องค์กรเครือข่ายผู้นำเกษตรกร MASIPAG (Magsasaka at Siyentipiko para sa Pag-unlad ng Agrikultura หรือ a farmer-led network of organizations) ในประเทศฟิลิปปินส์ และกลุ่มกรีนพีซ (Greenpeace) หน่วยงานเหล่านี้มีความเห็นว่าข้าวสีทองอาจไม่ปลอดภัยต่อมนุษย์ทำให้มีความเสี่ยงต่อสุขภาพเมื่อบริโภคเข้าไป เช่น ความเสี่ยงจากการแพ้หรือดื้อยาปฏิชีวนะ การแก้ปัญหาโดยให้คนบริโภคข้าวสีทองเพื่อเพิ่มวิตามินเอนั้นเสี่ยงเกินไป และเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณไปกับการวิจัย ควรแก้ปัญหาโดยการรับประทานพืชผักผลไม้ที่อุดมด้วยวิตามินเอ ซึ่งทำได้ง่าย ราคาถูก และมีมากในประเทศเขตร้อนจะดีกว่า และถ้าหากส่งเสริมให้บริโภคข้าวสีทองกันเป็นอาหารหลัก และแพร่หลายแต่เพียงอย่างเดียว แทนที่จะบริโภคพืชผักผลไม้ที่อุดมด้วยวิตามินหลาย ๆ ชนิด จะทำให้เกิดภาวะทุพโภชนาการมากขึ้นกว่าเดิมและเกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การปลูกข้าวดัดแปรพันธุกรรมอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ถ้ายีนของข้าวสีทองเกิดการผสมกับข้าวสายพันธุ์ดั้งเดิม จะส่งผลให้สายพันธุ์พื้นเมืองลดจำนวนลงและอาจหายไปที่สุดในที่สุด

การแก้วิกฤติภาวะขาดวิตามินเอไม่จำเป็นต้องสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมขึ้นมาแก้ปัญหา เพราะสาเหตุที่แท้จริงของการขาดวิตามินเอและภาวะทุพโภชนาการส่วนใหญ่ในประเทศกำลังพัฒนาเกิดจากความยากจน และการเข้าถึงแหล่งอาหารที่หลากหลาย ควรใช้วิธีอื่นที่ดีกว่า ถูกกว่า เช่น โครงการจัดหาวิตามินเอเสริมขององค์การยูนิเซฟทำให้เด็กมีชีวิตรอดได้ถึง 12-24%

แต่ก็มีผู้สนับสนุนโครงการข้าวสีทอง โดยให้ความเห็นว่าข้าวสีทองจะช่วยลดภาวะการขาดวิตามินเอในเด็กได้อย่างมีนัยสำคัญ และอาจทำควบคู่ไปกับโครงการจัดหาวิตามินเสริมขององค์การยูนิเซฟได้ ซึ่งน่าจะได้ผลดีกว่าการใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

- กรีนพีซ ประเทศไทย. (2559). ภาพลวงตาสีทองสัญญาณล่อกลางของข้าว "สีทอง" สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2564, จาก <https://www.greenpeace.org/thailand/publication/8506golden-illusion>
- มูลนิธิโลกสีเขียว. (2558). เมื่อข้าวสีทองไม่พออำ. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://greenworld.or.th/green_issue/เมื่อข้าวสีทองไม่พออำ/
- สื่อประกอบการสอน_เรื่อง_สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม_(2)-02011618.pdf จาก <https://www.dltv.ac.th/>

ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรม

การเพิ่มผลกำไรทางธุรกิจทำได้โดยลดต้นทุนการผลิต การสร้างปลาตัดแปรพันธุกรรมที่โตเร็วเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำเช่นนั้น นั่นคือ สร้างปลาแซลมอนแอตแลนติกที่มียืนควบคุมการผลิตฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตที่มาจากปลาแซลมอนสายพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ส่งผลให้ปลาแซลมอนแอตแลนติกตัดแปรพันธุกรรมเติบโตได้รวดเร็วกว่าปลาแซลมอนแอตแลนติกโดยทั่วไปถึง 2 เท่า

บริษัทอะควา บาวที เทคโนโลยีส์ อิงค์ (Aqua Bounty Technologies Inc.) ได้ผลิตและจำหน่ายปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมใช้ชื่อทางการค้าว่า ปลาอะควาแอตเวเนทจแซลมอน ซึ่งกว่าจะจำหน่ายได้จะต้องผ่านกฎข้อบังคับต่าง ๆ มากมาย แต่กระนั้นก็ตามปัญหาที่ตามมาคือ การยอมรับของผู้บริโภคต่อตัวสินค้านี้ เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอื่นๆ ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยทางอาหารยังมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค ถึงแม้ว่าบริษัทจะได้ทดสอบความปลอดภัยที่จะเกิดกับมนุษย์แล้วก็ตาม แต่ก็มีผู้แย้งว่าเป็นการทดสอบโดยบริษัทเท่านั้น และกลุ่มตัวอย่างปลาที่ใช้ในการทดสอบยังมีจำนวนไม่มากพอที่จะยอมรับได้ว่ามีความปลอดภัยต่อสุขภาพ นอกจากนี้ถ้าผู้บริโภคนิยมในสินค้านี้อาจจะเป็นการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงปลาตัดต่อพันธุกรรมมากขึ้น และทำให้ปลาเหล่านี้มีโอกาสหลุดออกไปสู่สิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติได้มากขึ้น ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมอาจไปผสมพันธุ์กับปลาแซลมอนสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติ และเกิดการถ่ายยีนสร้างฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตให้กับปลาแซลมอนสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติ ทำให้ปลาแซลมอนในธรรมชาติสายพันธุ์ดั้งเดิมลดลงจนอาจสูญพันธุ์ได้ โดยอาจไปคุกคาม แย่งอาหาร และที่อยู่อาศัย



ภาพที่ 2 ปลาแซลมอน

<https://www.dmcr.go.th/detail/ALL/1923/rn/0>

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาได้ประเมินว่า ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมไม่ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพราะมีความเป็นไปได้น้อยที่ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมจะสามารถหลบหนีออกจากถังเพาะเลี้ยงบนบกไปอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ หรือรอดชีวิตจนผสมข้ามกับปลาแซลมอนจากธรรมชาติ อีกทั้งปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมเหล่านี้เป็นหมัน และทางบริษัทผู้ผลิตเองก็มีแผน

ที่จะจำหน่ายเฉพาะไขปลาตัวเมียเท่านั้น แต่กระนั้นก็ตาม ในเดือนพฤศจิกายน 2563 ศาลแขวงแห่งสหรัฐอเมริกา ประจำแขวงกลางแคลิฟอร์เนียได้ตัดสินว่าสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา ได้เพิกเฉยต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรงและยังละเมิดพระราชบัญญัติสิ่งแวดล้อมแห่งชาติด้วย 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.dmer.go.th/detailAll/1923/m/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

February 15, 2021, from <https://thefishsite.com/articles/ruling-puts-pressure-on-genetically-modified-salmon>

ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม

เป็นที่ทราบกันดีว่าแบคทีเรียในดินที่มีชื่อว่า *Bacillus thuringiensis* หรือ บีที (Bt) เป็นแบคทีเรียที่มีถิ่นสร้างโปรตีนที่เป็นพิษต่อแมลงหลายชนิด เกษตรกรจึงใช้แบคทีเรียชนิดนี้ฉีดพ่นเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชในพืชหลายชนิด รวมถึงข้าวโพดแทนการใช้สารเคมีซึ่งมีราคาแพง และอาจมีผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ใช้สารเคมี ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม วัชพืชจากแบคทีเรียมักจะสลายตัวอย่างรวดเร็วเมื่อถูกรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากแสงอาทิตย์ และจะถูกชะล้างออกไปเมื่อฝนตก ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงหาวิธีกำจัดหนอนแมลงศัตรูพืชโดยกระบวนการพันธุวิศวกรรม จากการนำยีนของแบคทีเรียที่ควบคุมการสร้างสารพิษต่อหนอนแมลงศัตรูพืชใส่เข้าไปในเซลล์ในระยะเอ็มบริโอของพืช เช่น ข้าวโพด ฝ้าย เมื่อข้าวโพดหรือฝ้ายบีทีเหล่านี้เจริญเติบโตก็จะมียีนที่ควบคุมการสร้างสารพิษในเซลล์ และถ้าหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดซึ่งเป็นศัตรูสำคัญต่อข้าวโพดมากัดกินใบพืช สารพิษก็จะทำลายระบบย่อยอาหารของหนอน ส่งผลให้หนอนตายในที่สุดด้วยเหตุที่สารพิษจากแบคทีเรียสร้างขึ้นภายในเซลล์ของข้าวโพด จึงช่วยป้องกันการสลายตัวของสารพิษจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต นอกจากนี้ข้าวโพดบีทียังสามารถสร้างสารพิษได้ตลอดฤดูกาลเก็บเกี่ยว ทำให้เกษตรกรนิยมปลูกข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม เพราะนอกจากสารพิษที่ข้าวโพดสร้างขึ้นจะฆ่าหนอนแมลงศัตรูพืชส่งผลให้ผลผลิตไม่เสียหายแล้วยังลดการปนเปื้อนสารเคมีในสิ่งแวดล้อม



(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 โดยนักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองโดยไปรยเรณูของข้าวโพดบีทีไปยังใบของต้นรักปริมาณใกล้เคียงกับในไร่ข้าวโพด จากนั้นให้หนอนผีเสื้อจักรพรรดิกินใบไม้นี้เป็นเวลา 4 วันเปรียบเทียบกับหนอนผีเสื้อที่กินใบรักที่มีเรณูของข้าวโพดปกติ และใบรักที่ไม่มีเรณูของข้าวโพด ผลการทดลองพบว่าหนอนผีเสื้อจักรพรรดิที่กินใบรักที่มีเรณูของข้าวโพดบีทีตายไปถึงร้อยละ 44

เอกสารอ้างอิง

ใบกิจกรรม เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม (2)-02011618.pdf จาก <https://www.dltv.ac.th/>

**ใบกิจกรรมที่ 2 การยอมรับ หรือไม่ยอมรับ
และประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม**

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้และลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในประเด็นการยอมรับหรือไม่ยอมรับ และประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยให้เติมข้อความและเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ต้องการลงในตาราง

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ / ไม่ยอมรับ การใช้ประโยชน์
ชื่อ..... ประเภท <input type="checkbox"/> พืช <input type="checkbox"/> สัตว์ <input type="checkbox"/> จุลินทรีย์	<input type="checkbox"/> ด้านสุขภาพ <input type="checkbox"/> ด้านการเกษตร <input type="checkbox"/> ด้านผลผลิตอาหาร <input type="checkbox"/> ด้านสิ่งแวดล้อม <input type="checkbox"/> ด้านอื่น โปรดระบุ	ข้อดี ข้อเสีย	<input type="radio"/> ยอมรับ <input type="radio"/> ไม่ยอมรับ เหตุผล

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
บอกประโยชน์ ผลกระทบ และให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องและครบถ้วน	ผ่าน
บอกประโยชน์ ผลกระทบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนหรืออธิบายไม่ถูกต้อง	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

แนวคำตอบ

**ใบกิจกรรมที่ 2 การยอมรับ หรือไม่ยอมรับ
และประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรม**

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้และลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมในประเด็นการยอมรับหรือไม่ยอมรับ และประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมโดยให้เต็มข้อความ และเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ต้องการลงในตาราง

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ / ไม่ยอมรับ การใช้ประโยชน์
ชื่อ... ข้าวสีทอง ประเภท <input checked="" type="checkbox"/> พืช <input type="checkbox"/> สัตว์ <input type="checkbox"/> จุลินทรีย์	<input checked="" type="checkbox"/> ด้านสุขภาพ <input type="checkbox"/> ด้านการเกษตร <input type="checkbox"/> ด้านผลผลิตอาหาร <input checked="" type="checkbox"/> ด้านสิ่งแวดล้อม <input type="checkbox"/> ด้านอื่น โปรดระบุ	ข้อดี แก้ปัญหาการขาดวิตามินเอในเด็ก เป็นผลให้ตาแห้ง และอาจตาบอดได้ ข้อเสีย - อาจเกิดการผสมกันของยีนของข้าวสีทองกับข้าวสายพันธุ์ดั้งเดิม ส่งผลให้สายพันธุ์พื้นเมืองลดจำนวนลง - ทำให้เกิดความเสียดังต่อสุขภาพของมนุษย์เพิ่มขึ้น เช่น การแพ้ หรือการดื้อยาปฏิชีวนะ	<input type="radio"/> ยอมรับ <input type="radio"/> ไม่ยอมรับ เหตุผลขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียน

ชื่อและประเภทของ สิ่งมีชีวิตตัดแปร พันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบ ต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ / ไม่ยอมรับ การใช้ประโยชน์
<p>ชื่อ...ปลาแซลมอนตัดแปรพันธุกรรม.....</p> <p>ประเภท</p> <p><input type="checkbox"/> พืช</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> สัตว์</p> <p><input type="checkbox"/> จุลินทรีย์</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> ด้านสุขภาพ</p> <p><input type="checkbox"/> ด้านการเกษตร</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ด้านผลผลิตอาหาร</p> <p><input type="checkbox"/> ด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ด้านอื่น โปรตีนระดับด้านเศรษฐกิจ</p>	<p>ข้อดี</p> <p>- เติบโตเร็วเป็น 2 เท่าของปลาแซลมอนแอตแลนติก</p> <p>ข้อเสีย</p> <p>- ความกังวลต่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ เพราะกลุ่มตัวอย่างปลาที่ใช้ในการทดสอบยังมีจำนวนจำกัด</p> <p>- ความวิตกกังวลต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยปลามีโอกาสหลุดออกไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและอาจผสมพันธุ์กับปลาแซลมอนสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติ ทำให้ปลาแซลมอนในธรรมชาติสายพันธุ์ดั้งเดิมลดลง อาจสูญพันธุ์ได้ และอาจไปคุกคาม แย่งอาหาร และที่อยู่อาศัย</p> <p>- การผูกขาดด้านการค้าเนื่องจากปลาแซลมอนตัดแปรพันธุกรรมไม่สามารถแพร่พันธุ์ได้เอง</p>	<p><input type="radio"/> ยอมรับ</p> <p><input type="radio"/> ไม่ยอมรับ</p> <p>เหตุผล</p> <p>.....</p> <p>.....ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียน</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

ชื่อและประเภทของ สิ่งมีชีวิตดัดแปร พันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบ ต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ / ไม่ยอมรับ การใช้ประโยชน์
ชื่อ...ข้าวโพดดัดแปร พันธุกรรม..... ประเภท <input checked="" type="checkbox"/> พืช <input type="checkbox"/> สัตว์ <input type="checkbox"/> จุลินทรีย์	<input checked="" type="checkbox"/> ด้านสุขภาพ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านการเกษตร <input checked="" type="checkbox"/> ด้านผลผลิตอาหาร <input checked="" type="checkbox"/> ด้านสิ่งแวดล้อม <input type="checkbox"/> ด้านอื่น โปรดระบุ	ข้อดี - มีความต้านทานแมลง ศัตรูพืช ทำให้ผลผลิตสูง ช่วยแก้ปัญหาการขาด แคลนอาหารในอนาคต -ลดการปนเปื้อนสารเคมี ในสิ่งแวดล้อม ข้อเสีย - สารพิษจากยีนที่ติดต่อสู่ ข้าวโพดมีผลทำให้หนอน ผีเสื้อจักรพรรดิมีอัตรา การตายสูงขึ้น ส่งผล กระทบต่อสายใยอาหาร และความหลากหลายทาง ชีวภาพ	<input type="radio"/> ยอมรับ <input type="radio"/> ไม่ยอมรับ เหตุผลขึ้นอยู่กับเหตุผลใน การตัดสินใจของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
บอกประโยชน์ ผลกระทบ และให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องและครบถ้วน	ผ่าน
บอกประโยชน์ ผลกระทบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรืออธิบายไม่ถูกต้อง	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 5

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ความเสี่ยงของสุขภาพ

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว. 3.2 ป.3/2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) ลงข้อสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อโรคมะเร็งปอดจากข้อมูลที่กำหนดให้
- 2) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม

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 มลพิษที่เกิดจากไฟฟ้าทำให้เกิดหมอกควันที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ มลพิษที่เกิดจากการเผาป่าของซากพืชซากสัตว์ และมลพิษทางอากาศที่เกิดจากฝุ่นละออง เมื่อถูกกระแสลมก็จะทำให้กระจายตัวอยู่ในอากาศ

มลพิษในอากาศเป็นหนึ่งในสาเหตุการเสียชีวิตของประชาชน และยังอาจส่งผลให้อัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเพิ่มขึ้นอย่างมาก เช่น การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง การเสียชีวิตก่อนวัยจากโรคหัวใจ โรคหอบหืด หลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง มะเร็งปอด และเด็กที่เกิดใหม่ในย่านที่มีมลพิษสูงจะมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ และสตรีมีครรภ์ก็มีอัตราการคลอดก่อนกำหนดเพิ่มขึ้น

มะเร็งปอด เป็นโรคหนึ่งซึ่งมีปัจจัยเสี่ยงจากมลพิษในอากาศ โดยกรมการแพทย์ ระบุว่า ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอด ได้แก่ การสูบบุหรี่หรือได้รับควันบุหรี่ ควันจากท่อไอเสีย และมลพิษทางอากาศ

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มะเร็งปอด ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
- 2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
- 3) วิดิทัศน์ เรื่อง ผู้ตรวจการแผ่นดิน แก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการประกอบกิจการของโรงงาน ในเขตพื้นที่ใกล้เคียง. https://www.youtube.com/watch?v=NhJ_rYPPyTE

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวิดิทัศน์สำหรับการจัดกิจกรรม
- 2) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอภาพโรงงานอุตสาหกรรม และใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนดังนี้
 - เห็นภาพนี้แล้ว นักเรียนรู้สึกอย่างไร (ให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน)
 - แนวการตอบ** อึดอัด ไม่สบายตัว หายใจไม่ออก
 - นักเรียนคิดว่าโรงงานอุตสาหกรรมมีผลอย่างไรกับอากาศบนโลกของเรา
 - แนวคำตอบ** การปล่อยควันในโรงงานอุตสาหกรรมทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ
 - นักเรียนคิดว่ามนุษย์เราได้รับผลกระทบจากมลพิษนี้อย่างไรบ้าง
 - แนวการตอบ** เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ และโรคอื่น ๆ ที่มีผลมาจากควันของสารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรม



ที่มาภาพ : Image by freepik



ที่มาภาพ : Image by master1305 on Freepik

- 2) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับผลกระทบของมลภาวะที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มะเร็งปอด และตอบคำถาม
- 3) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกการโต้แย้งและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์จากวิดีโอ ผู้ตรวจการแผ่นดิน แก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการประกอบกิจการของโรงงาน ในเขตพื้นที่ใกล้เคียง และแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน ให้ร่วมกันอภิปรายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม
- 4) ผู้สอนให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปราย โดยใช้ประเด็นดังต่อไปนี้
 - กลุ่มของนักเรียนมีข้อสรุปว่าอย่างไร
 - นักเรียนกลุ่มอื่นเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - กลุ่มของนักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวอย่างไร เพื่อให้เพื่อนเห็นด้วยกับข้อสรุปของตน
- 5) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
 - มลพิษทางอากาศอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยสารมลพิษทางอากาศจะค่อย ๆ แทรกซึมเข้าสู่ร่างกายผ่านการหายใจ และเมื่อได้รับในปริมาณสะสมมากขึ้นเรื่อย ๆ อาจทำให้เกิดโรคร้าย เช่น โรคปอดบวม หลอดลมอักเสบ เกิดการระคายเคืองที่จมูก คอ ตา ผิวหนัง ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ และคลื่นไส้ และหากได้รับสารมลพิษทางอากาศติดต่อกันเป็นเวลานานหลายปี ยังอาจทำให้เกิดโรคหัวใจ มะเร็งปอด และโรกระบบทางเดินหายใจ เช่น ถุงลมโป่งพอง ได้เช่นกัน
 - ในภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับโรงงานอุตสาหกรรม ภาครัฐมีวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศหลายแนวทาง เช่น ภาครัฐกำหนดให้โรงงานติดตั้งเครื่องมือ/อุปกรณ์พิเศษเพื่อรายงานมลพิษทางอากาศจากปล่องควันในโรงงานอุตสาหกรรม ภาครัฐให้โรงงานควบคุมการปล่อยมลพิษตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนด ภาครัฐให้โรงงานที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบต่อประชาชนที่ได้รับผลกระทบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

- 1) หากมีเวลาเพียงพอ ผู้สอนอาจจะพิจารณาให้ผู้เรียนนำเสนอการผลการตอบคำถามกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มะเร็งปอด และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำถามในประเด็นต่อไปนี้
 - กลุ่มของนักเรียนมีข้อสรุปว่าอย่างไร
 - นักเรียนกลุ่มอื่นเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - กลุ่มของนักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวอย่างไร เพื่อให้เพื่อนเห็นด้วยกับข้อสรุปของตน

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

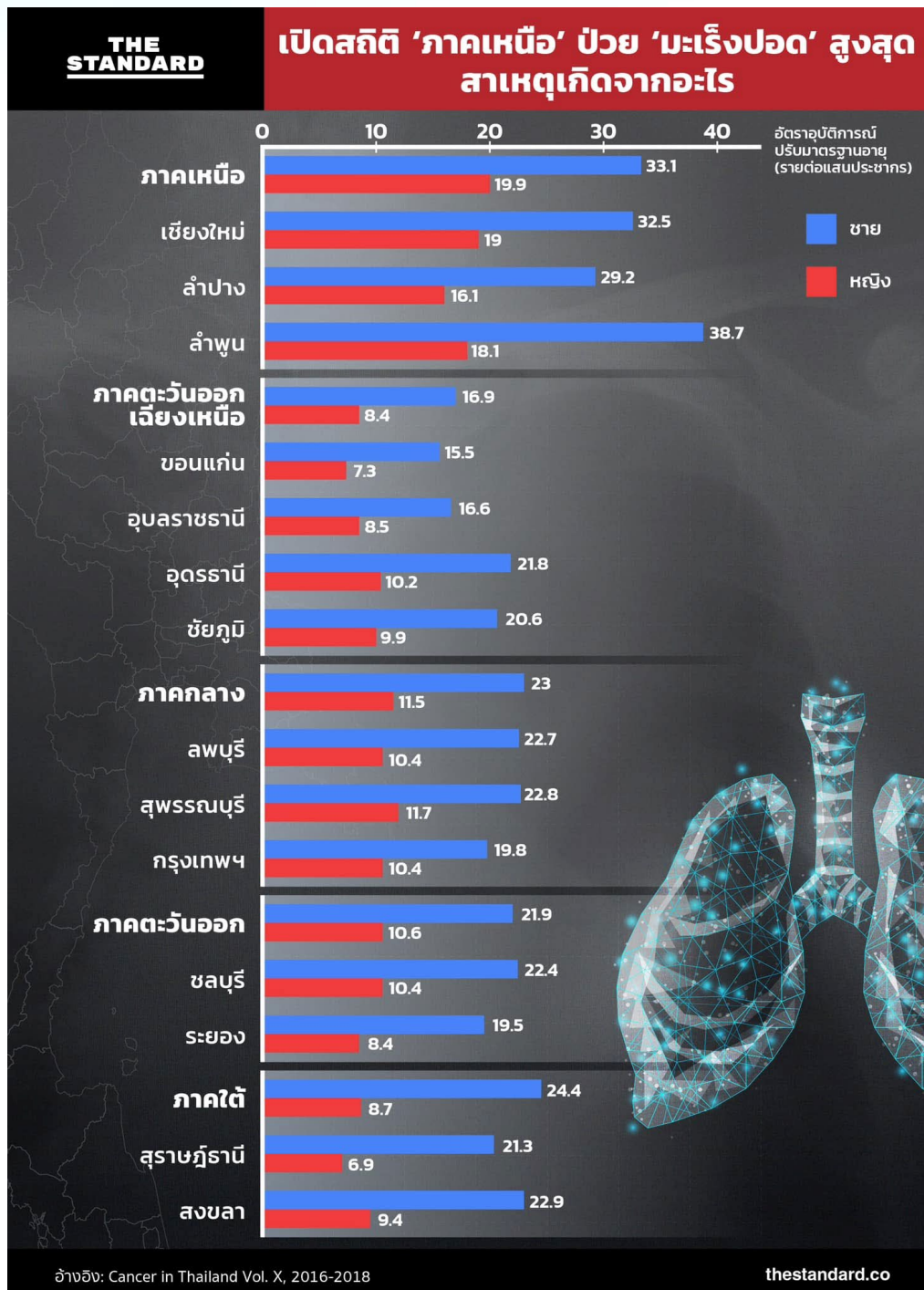
- 1) มลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร?
<https://healthenvi.com/how-air-pollution-affects-health/>
- 2) ยกระดับความปลอดภัย ด้วยขั้นตอนการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในโรงงาน
<https://healthenvi.com/how-to-check-environment-in-factory/>

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ลงข้อสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อโรคมะเร็งปอดจากข้อมูลที่กำหนดให้	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มะเร็งปอด	- สามารถลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล หลักฐานที่ใช้มีความน่าเชื่อถือ และตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้องทั้ง 4 ข้อ
2) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาจากการตอบคำถามในใบกิจกรรม - การสังเกตพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม - แบบประเมินพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน	- สามารถโต้แย้งโดยใช้หลักฐานประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล และหลักฐานที่ใช้มีความน่าเชื่อถือได้อย่างเหมาะสมในระดับพอใช้ และตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มะเร็งปอด

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



ที่มา : The Standard



ที่มาภาพ : กรมการแพทย์

ตารางอัตราการสูบบุหรี่ของคนไทย รายภาค ปี 2560

ภาค	สูบเป็นประจำ	สูบนาน ๆ ครั้ง
กรุงเทพ	13.7	1.7
กลางไม่รวม กทม	15.5	2.1
เหนือ	14.9	2.3
ตะวันออกเฉียงเหนือ	18.6	2.5
ใต้	21.9	2.6

ที่มา : มูลนิธิรณรงค์เพื่อการไม่สูบบุหรี่

https://www.ashthailand.or.th/uploads/ckfiles/1657006549_2560_Full-Report.pdf

คำถาม

1. จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปเกี่ยวกับการเกิดโรคมะเร็งปอดได้อย่างไร

.....

.....

2. ข้อมูลส่วนใดเป็นข้อสนับสนุนการสรุปข้อมูลของนักเรียน

.....

.....

3. นักเรียนสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปแนะนำผู้อื่น และปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

4. ถ้านักเรียนมีโอกาสหาข้อมูลเพิ่มเติม นักเรียนจะหาข้อมูลใดเพื่อมาสนับสนุนการลงข้อสรุปของนักเรียน และควรหาข้อมูลเหล่านี้มาจากแหล่งใด

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 4 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-3 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มะเร็งปอด

คำถาม

1. จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปเกี่ยวกับการเกิดโรคมะเร็งปอดได้อย่างไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ และแปลความหมายข้อมูล)

แนวคำตอบ ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมะเร็งปอด เช่น การสูบบุหรี่หรือรับควันบุหรี่ การได้รับสารก่อมะเร็งมลภาวะทางอากาศ เป็นต้น จากข้อมูลการเกิดโรคมะเร็งปอดในประเทศไทย พบว่า เพศชายมีอัตราการเกิดมะเร็งปอดมากกว่าเพศหญิง และภาคเหนือมีอัตราการเกิดมะเร็งปอดสูงสุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราการสูบบุหรี่ของคนไทยรายภาค พบว่า ภาคเหนือมีอัตราการสูบบุหรี่น้อยกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่านอกจากการสูบบุหรี่แล้วยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเกิดมะเร็งปอดของประชาชนในภาคเหนือ

2. ข้อมูลส่วนใดเป็นข้อสนับสนุนการสรุปข้อมูลของนักเรียน

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ข้อมูลปัจจัยเสี่ยงการเกิดมะเร็งปอด จากกรมการแพทย์ ข้อมูลอัตราการเกิดมะเร็งปอดของประชาชนไทย จาก **The Standard** และข้อมูลอัตราการสูบบุหรี่ จากมูลนิธิณรงค์เพื่อการไม่สูบบุหรี่

3. นักเรียนสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปแนะนำผู้อื่น และปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ควรเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อการเกิดมะเร็งปอด เช่น การสูบบุหรี่ หรือการรับควันบุหรี่ สภาพแวดล้อมที่มีมลภาวะทางอากาศ

4. ถ้านักเรียนมีโอกาสหาข้อมูลเพิ่มเติม นักเรียนจะหาข้อมูลใดเพื่อมาสนับสนุนการลงข้อสรุปของนักเรียน และควรหาข้อมูลเหล่านี้มาจากแหล่งใด

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ปัจจัยเสี่ยงอื่นที่ส่งผลต่อโรคมะเร็งปอด ข้อมูลอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอด และอัตราการสูบบุหรี่ ย้อนหลัง 10 ปี

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 4 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-3 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์จากการดูวิดีโอ และตอบคำถามต่อไปนี้

จากวิดีโอ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้ลงข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

ผู้สรุป	ข้อสรุป
ประชาชน	ยังคงพบประชาชนที่เจ็บป่วยอยู่ อาจเนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมไม่ตรงตามมาตรฐาน/ชำรุด ส่งผลให้ค่าที่วัดได้ไม่ตรงตามมาตรฐาน
เจ้าของโรงงาน	ภายในโรงงานมีการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐานและแม่นยำ
รัฐบาล	โรงงานอุตสาหกรรมนี้มีผู้เชี่ยวชาญเรื่องฝุ่นละอองตรวจสอบอย่างเข้มงวดให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามเงื่อนไขที่ภาครัฐกำหนด

1. จากข้อมูลในวิดีโอ นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของใคร

.....

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเห็นด้วยกับข้อสรุปนั้น และข้อมูลใดในวิดีโอสนับสนุนข้อสรุปดังกล่าว

.....

.....

3. ถ้านักเรียนมีโอกาสหาข้อมูลเพิ่มเติม นักเรียนจะหาข้อมูลใดเพื่อมาสนับสนุนการลงข้อสรุปของนักเรียน และควรหาข้อมูลเหล่านี้มาจากแหล่งใด

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปริมาณฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์จากการดูวิดีโอ และตอบคำถามต่อไปนี้

จากวิดีโอ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้ลงข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

ผู้สรุป	ข้อสรุป
ประชาชน	ยังคงพบประชาชนที่เจ็บป่วยอยู่ อาจเนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมไม่ตรงตามมาตรฐาน/ชำรุด ส่งผลให้ค่าที่วัดได้ไม่ตรงตามมาตรฐาน
เจ้าของโรงงาน	ภายในโรงงานมีการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐานและแม่นยำ
รัฐบาล	โรงงานอุตสาหกรรมนี้มีผู้เชี่ยวชาญเรื่องฝุ่นละอองตรวจสอบอย่างเข้มงวดให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามเงื่อนไขที่ภาครัฐกำหนด

1. จากข้อมูลในวิดีโอ นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของใคร

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ตามความเห็นของนักเรียน เช่น ประชาชน เจ้าของโรงงาน หรือรัฐบาล

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเห็นด้วยกับข้อสรุปนั้น และข้อมูลใดในวิดีโอสนับสนุนข้อสรุปดังกล่าว

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ตามความเห็นของนักเรียน เช่น

ประชาชน เนื่องจากมีข้อมูลจากประชาชนว่าประชาชนยังได้รับผลกระทบจากมลพิษ ประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมไม่ตรงตามมาตรฐาน/ชำรุด ส่งผลให้ค่าที่วัดได้ไม่สอดคล้องกับผลกระทบที่เกิดขึ้น

เจ้าของโรงงาน เนื่องจากโรงงานมีการตรวจสอบเครื่องมือและผ่านมาตรฐาน ประชาชนอาจได้รับผลกระทบจากแหล่งอื่น

รัฐบาล เนื่องจากรัฐบาลมีการกำกับดูแลโรงงานตามมาตรฐาน

3. ถ้านักเรียนมีโอกาหาข้อมูลเพิ่มเติม นักเรียนจะหาข้อมูลใดเพื่อมาสนับสนุนการลงข้อสรุปของนักเรียน และควรหาข้อมูลเหล่านี้มาจากแหล่งใด

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ข้อมูลมาตรฐานมลภาวะหรือฝุ่นที่อยู่ในระดับไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ข้อมูลมาตรฐานเครื่องมือที่โรงงานให้ ข้อมูลสภาพแวดล้อมรอบโรงงาน และข้อมูลสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ดังกล่าว แหล่งข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐบาลไทย เช่น กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือหน่วยงานของนานาชาติที่น่าเชื่อถือ เช่น World Health Organization

เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

กิจกรรมที่ 6

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง กันแดด

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.2/4

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 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) ที่บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวหนังได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารกันแดด ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เห็นด้วยหรือไม่ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลของผลิตภัณฑ์สารกันแดดที่วางขายในท้องตลาด จากภาพต่อไปนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามจากข้อมูลของผลิตภัณฑ์สารกันแดดดังกล่าว



ภาพแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารกันแดด

แนวคำตอบ

- SPF คืออะไร
 - สารกันแดดแต่ละยี่ห้อมีความสามารถในการกันแดดเท่ากันหรือไม่
 - สารกันแดดที่มีค่า SPF สูง ราคาจะสูงด้วยหรือไม่
 - สารกันแดดที่ใช้ทาตัว จะสามารถทาหน้าได้ด้วยหรือไม่
 - เราจะมียวิธีทดสอบประสิทธิภาพของสารกันแดดได้อย่างไร
- 2) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสามารถในการป้องกันแดดของสารกันแดด ได้ข้อสรุปว่า “สารกันแดด (sunscreen) เป็นสารที่ช่วยปกป้องผิวหนังจากรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายให้กับเซลล์ผิวได้ สารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (Sun Protection Factor: SPF) ที่บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูง จะปกป้องผิวหนังได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ” จากนั้นผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นการคิดและการออกแบบการทดลองว่า
 - 2.1) ผู้เรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการหาคำตอบ
 - 2.2) ผู้เรียนจะมั่นใจได้อย่างไรว่าการได้มาซึ่งคำตอบนั้นมีความน่าเชื่อถือ
 - 2.3) ผู้สอนทบทวนเกี่ยวกับการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร นิยามเชิงปฏิบัติการ และการออกแบบการทดลองตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน และร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 โดยเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้

- ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของสถานการณ์ในใบกิจกรรม มาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง
 - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้และควรปรับแก้อย่างไร
- 4) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำใบกิจกรรมที่ 1 โดยต้องคำนึงถึงความสอดคล้องและความเหมาะสมของคำถาม สมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และวิธีการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปตรงตามจุดประสงค์ของการทดลอง “เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดแต่ละชนิด” ครุณาอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า
- จุดประสงค์ของการทดลองนี้คืออะไร
- 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
- ความสามารถในการกันแดดของสารกันแดด S1 เท่ากับ S2 และ S3 เท่ากับ S4
 - สารกันแดด S3 และ S4 มีความสามารถในการกันแดดมากกว่าสารกันแดด S1 และ S2
 - สารกันแดด S3 และ S4 มีซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ทำให้มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดมากกว่าสารกันแดด S1 และ S2

- สารกันแดดแต่ละชนิดมีความสามารถในการกันแดดแตกต่างกัน คือ S3 และ S4 มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดมากกว่า S1 และ S2 เนื่องจาก S3 และ S4 มี ZnO เป็นส่วนประกอบ
- 5) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันศึกษาและทำใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นอภิปรายเพื่อกระตุ้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ด้วยประเด็นคำถามต่อไปนี้
- นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้หรือไม่ “ในการทำกิจกรรมกลางแดดนาน 400 นาที ควรเลือกใช้สารกันแดดที่มีค่า SPF สูง ๆ เช่น SPF 50 แทนการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF 30 เพราะเชื่อว่าค่า SPF สูง ๆ จะช่วยป้องกันรังสี UVB ได้หลายเท่า” และนักเรียนมีเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อย่างไร
 - หากเป็นนักเรียน นักเรียนจะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ใด เพราะเหตุใด และมีเหตุผลสนับสนุนทางวิทยาศาสตร์อย่างไร
 - นักเรียนมีความเห็นต่างกับเพื่อนหรือไม่ ถ้ามี นักเรียนมีเหตุผลโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และใช้หลักฐานใดสนับสนุนข้อโต้แย้งดังกล่าว

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

ผู้สอนสามารถนำผลิตภัณฑ์สารกันแดดของจริงมาแทนการใช้ภาพในการนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ได้

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

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) สร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจากชุดข้อมูลได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เห็นด้วยหรือไม่	- สามารถสร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจากชุดข้อมูลได้

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 4 ข้อ ขึ้นไป	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-3 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารกันแดด

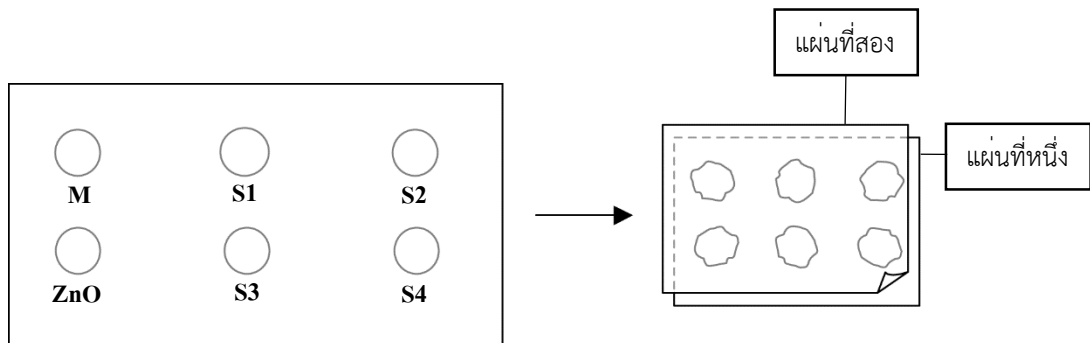
คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

มีนาและदनัย สงสัยว่าสารกันแดดชนิดใดจะป้องกันผิวจากแสงแดดได้ดีที่สุด ซึ่งสารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (Sun Protection Factor: SPF) ที่บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวหนังได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ

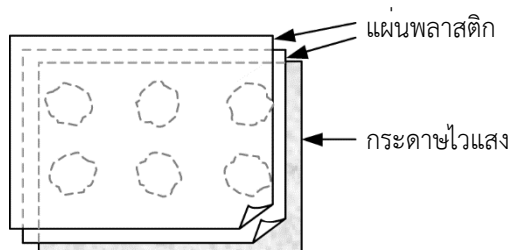
ทั้งสองคนหาวิธีเปรียบเทียบสารกันแดดชนิดต่าง ๆ จึงได้รวบรวมสิ่งต่อไปนี้

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

และใช้น้ำมันแร่เพราะง่ายยอมให้แสงแดดผ่านได้เกือบทั้งหมด ส่วนซิงค์ออกไซด์จะป้องกันแสงแดดได้เกือบสมบูรณ์ ดนัยหยดสารชนิดละ 1 หยดลงในวงกลมที่เขียนไว้บนแผ่นพลาสติกแผ่นที่หนึ่ง แล้วใช้แผ่นพลาสติกแผ่นที่สองวางทับด้านบน กดทับบนแผ่นพลาสติกทั้งสองด้วยหนังสือเล่มใหญ่ ๆ



จากนั้นวางแผ่นพลาสติกทั้งสองบนกระจกขาวแสง กระจกขาวแสงมีสมบัติเปลี่ยนสีจากเทาเข้มเป็นสีขาว (หรือสีเทาอ่อนมาก) ขึ้นอยู่กับว่าจะถูกแสงแดดนานเท่าใด จากนั้นนำไปวางไว้กลางแดด



1. มีนากับบัตนัยทำการทดลองเพื่อทดสอบอะไร

.....

2. สมมติฐานของการทดลองคืออะไร

.....

3. ตัวแปรต้นของการทดลองคืออะไร

.....

4. ตัวแปรตามของการทดลองคืออะไร

.....

5. ตัวแปรควบคุมคืออะไร (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)







.....

6. เพราะเหตุใดต้องกดแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองลงบนแผ่นแรก







.....

7. นักเรียนคิดว่าผลการทดลองควรเป็นไปตามรูปใด เพราะเหตุใด







1.

		
M	S1	S2
		
ZnO	S3	S4







3.

		
M	S1	S2
		
ZnO	S3	S4

2.

		
M	S1	S2
		
ZnO	S3	S4

4.

		
M	S1	S2
		
ZnO	S3	S4

.....

8. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองของสารกันแดดทั้ง 4 ชนิดว่าอย่างไร

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารกันแดด

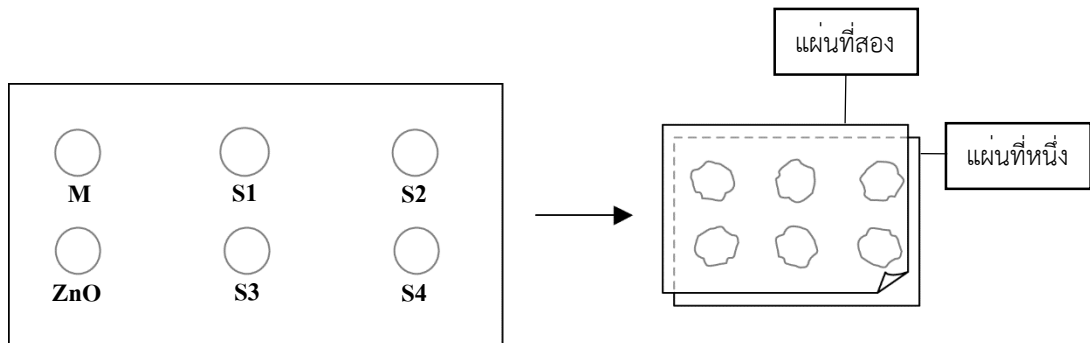
คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

มีนาและदनัย สงสัยว่าสารกันแดดชนิดใดจะป้องกันผิวจากแสงแดดได้ดีที่สุด ซึ่งสารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (Sun Protection Factor: SPF) ที่บ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวหนึ่งได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ

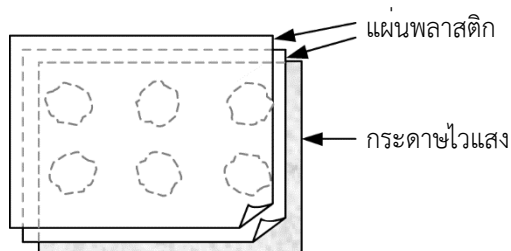
ทั้งสองคนหาวิธีเปรียบเทียบสารกันแดดชนิดต่าง ๆ จึงได้รวบรวมสิ่งต่อไปนี้

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

และใช้น้ำมันแร่เพราะง่ายให้แสงแดดผ่านได้เกือบทั้งหมด ส่วนซิงค์ออกไซด์จะป้องกันแสงแดดได้เกือบสมบูรณ์ ดนัยหยดสารชนิดละ 1 หยดลงในวงกลมที่เขียนไว้บนแผ่นพลาสติกแผ่นที่หนึ่ง แล้วใช้แผ่นพลาสติกแผ่นที่สองวางทับด้านบน กดทับบนแผ่นพลาสติกทั้งสองด้วยหนังสือเล่มใหญ่ ๆ



จากนั้นวางแผ่นพลาสติกทั้งสองบนกระจกใส กระจกใสมีสมบัติเปลี่ยนสีจากเทาเข้มเป็นสีขาว (หรือสีเทาอ่อนมาก) ขึ้นอยู่กับว่าจะถูกแสงแดดนานเท่าใด จากนั้นนำไปวางไว้กลางแจ้ง



1. มีนากับคณีย์ทำการทดลองเพื่อทดสอบอะไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดแต่ละชนิด

2. สมมติฐานของการทดลองคืออะไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ถ้าความสามารถในการป้องกันแสงแดดขึ้นอยู่กับชนิดของสารกันแดด ดังนั้น สารกันแดดที่ต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการป้องกันแสงแดดได้ต่างกัน

3. ตัวแปรต้นของการทดลองคืออะไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ชนิดของสารกันแดด

4. ตัวแปรตามของการทดลองคืออะไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ความสามารถในการป้องกันแสงแดด

5. ตัวแปรควบคุมคืออะไร (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ปริมาณสารกันแดด (ความหนาของสารในการหยด) สถานที่ทำการทดลอง ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดด (เวลาที่ใช้ในการทดลอง) ความเข้มของแสงที่ได้รับ ช่วงเวลาที่ทดลอง

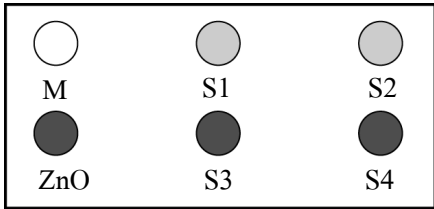
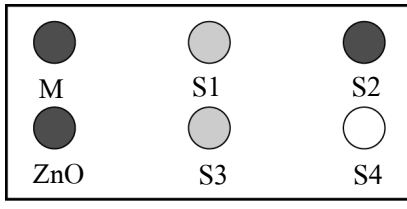
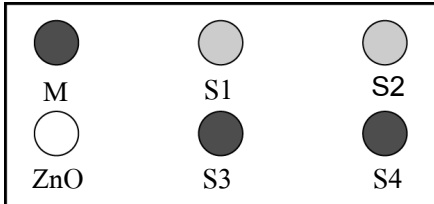
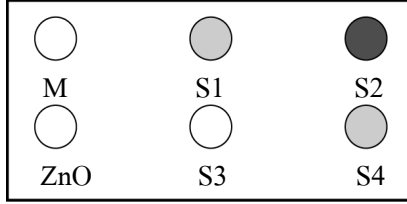
6. เพราะเหตุใดต้องกดแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองลงบนแผ่นแรก

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เพื่อให้หยดของสารมีความหนาเท่ากัน

7. นักเรียนคิดว่าผลการทดลองควรเป็นไปตามรูปใด เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

1.		3.	
2.		4.	

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

8. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองของสารกันแดดทั้ง 4 ชนิดว่าอย่างไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า (แนวคำตอบ 3 ประเด็น)

- ความสามารถในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดด S1 เท่ากับ S2 และสารกันแดด S3 เท่ากับ S4

หรือ

- สารกันแดด S3 และ S4 มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดมากกว่าสารกันแดด S1 และ S2 และสารกันแดด S3 และ S4 มีซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ทำให้มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดมากกว่าสารกันแดด S1 และ S2

หรือ

- สารกันแดดแต่ละชนิด มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดแตกต่างกัน คือสารกันแดด S3 และ S4 มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดมากกว่าสารกันแดด S1 และ S2 เนื่องจาก สารกันแดด S3 และ S4 มี ZnO เป็นส่วนประกอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เห็นด้วยหรือไม่

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ตารางแสดงข้อมูลระยะเวลาในการป้องกันรังสี UVB สำหรับผิวคนไทยและปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB ของครีมกันแดดที่มีค่า SPF ต่าง ๆ

ชนิดครีม	ค่า SPF	ระยะเวลา ในการป้องกัน รังสี UVB สำหรับ ผิวคนไทย (นาฬิกา)	ปริมาณการดูดกลืน รังสี 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

- 1) จากข้อมูล ถ้ามีคำถามว่า “ในการทำกิจกรรมกลางแจ้งนาน 400 นาที ควรเลือกใช้สารกันแดดที่มีค่า SPF สูง ๆ เช่น SPF 50 แทนการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF 30 เพราะเชื่อว่าค่า SPF สูง ๆ จะช่วยป้องกันรังสี UVB ได้หลายเท่า” นักเรียนเห็นด้วยกับคำถามนี้หรือไม่ และให้อธิบายเหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เห็นด้วยหรือไม่

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ตารางแสดงข้อมูลระยะเวลาในการป้องกันรังสี UVB สำหรับผิวคนไทยและปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB ของครีมกันแดดที่มีค่า SPF ต่าง ๆ

ชนิดครีม	ค่า SPF	ระยะเวลาในการป้องกันรังสี UVB สำหรับผิวคนไทย (นาทีก)	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

- 1) จากข้อมูล ถ้ามีคำกล่าวว่า “ในการทำกิจกรรมกลางแจ้งนาน 400 นาที ควรเลือกใช้สารกันแดดที่มีค่า SPF สูง ๆ เช่น SPF 50 แทนการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF 30 เพราะเชื่อว่าค่า SPF สูง ๆ จะช่วยป้องกันรังสี UVB ได้หลายเท่า” นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้หรือไม่ และให้อธิบายเหตุผล

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ไม่เห็นด้วย เพราะจากข้อมูล จะเห็นว่า

- เมื่อค่า SPF สูงมากขึ้น ระยะเวลาในการปกป้องรังสี UVB จะสูงขึ้น

แต่ในช่วง SPF 30 ขึ้นไป ค่าการดูดกลืนรังสี UVB ไม่ได้เพิ่มขึ้นมาก โดยที่ SPF 30 ปกป้องรังสี UVB ได้ 96.7%

ในขณะที่ SPF 50 ปกป้องได้ 98.0% ซึ่งแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย จึงอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้

ครีมกันแดดที่มี SPF สูง

- ประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดชนิด C และ G มีค่าปริมาณการดูดกลืนรังสี UVB ใกล้เคียงกัน แต่ C มีราคาถูกกว่า

- สารกันแดด ชนิด C และ D มีค่า SPF 30 เท่ากัน แต่ C มีราคาถูกกว่า

หรือ เห็นด้วย เพราะการป้องกันแสงแดดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า SPF ที่สูงขึ้น โดยจะเห็นว่าเมื่อค่า SPF สูงขึ้น ระยะเวลาในการปกป้องรังสี UVB จะนานขึ้น

กิจกรรมที่ 7

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ลิปมัน

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.2/4

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสมบัติของอิมัลซิฟายเออร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
- 2) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับสมบัติของอิมัลซิฟายเออร์ของลิปมันได้
- 3) ระบุ สื่อสาร และประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

อิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) เป็นสารที่ทำให้สารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ซึ่งปกติแล้วสารเหล่านี้ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสารผสมที่เกิดขึ้นเรียกว่า อิมัลชัน (emulsion) ตัวอย่างของอิมัลชันในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำสลัด ซึ่งเป็นการผสมน้ำมันพืชกับน้ำส้มสายชูเข้าด้วยกันโดยมีไข่แดงเป็นอิมัลซิฟายเออร์ การซักล้างขจัดคราบไขมันบนเสื้อผ้า เป็นการผสมน้ำกับไขมันโดยมีผงซักฟอกเป็นอิมัลซิฟายเออร์

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้อัจฉริยะกับลิปสติคกันเถอะ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 3) ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอภาพลิปมันและลิปสติก และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับลิปมันและลิปสติก ดังนี้



- ภาพดังกล่าวเป็นภาพอะไร

แนวคำตอบ ภาพลิปมันกับลิปสติก

- สิ่งของในภาพทั้งสองภาพมีความเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น

มีความเหมือนกัน คือ ใช้ทาปาก เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับริมฝีปาก

มีความแตกต่างกัน คือ สีของลิปมันกับลิปสติก ลักษณะเนื้อสัมผัส

หมายเหตุ ในกรณีที่สามารถหาลิปมันและลิปสติกของจริงได้ อาจปรับคำถามทั้ง 2 คำถามข้างต้นเป็น “สิ่งของนี้คืออะไร” และ “สิ่งของทั้งสองอย่างมีความเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร” และอาจสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม เช่น สมบัติการละลายน้ำ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส หรืออื่น ๆ

- 2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดลิปมันและลิปสติกจึงมีสมบัติแตกต่างกัน
- 3) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า นักเรียนอยากรู้หรือไม่ว่าลิปมันและลิปสติกมีส่วนผสมต่างกันอย่างไร จากนั้นผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้จักลิปมันกับลิปสติกกันเถอะ ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับส่วนผสมของลิปมันและลิปสติก รวมทั้งวิธีทำลิปมันและลิปสติก จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามในใบกิจกรรม
- 4) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 โดยเชื่อมโยงความรู้จากการศึกษาใบกิจกรรม จากนั้นให้สุ่มตัวแทน 1-2 กลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้
 - ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของสถานการณ์ในใบกิจกรรม มาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง
 - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือมีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร
 - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร

- 5) ผู้สอนถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันไปสู่ความรู้เกี่ยวกับอิมัลซิฟายเออร์ตามแนวคำถาม ดังนี้
- ถ้าลิปติกเปื้อนเสื้อผ้า นักเรียนจะมีวิธีทำความสะอาดอย่างไร
- แนวคำตอบ ใช้สบู่ ผงซักฟอก น้ำยาซักผ้า**
- นักเรียนคิดว่าสารเหล่านี้ทำความสะอาดลิปติกออกจากเสื้อผ้าได้อย่างไร
- แนวคำตอบ ตอบตามความคิดหรือประสบการณ์ของผู้เรียน**
- 6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร และให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามในใบกิจกรรม
- 7) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร จากนั้นให้สุ่มตัวแทน 1-2 กลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังตัวอย่างคำถามในข้อ 4)
- 8) ผู้สอนแนะนำสถานการณ์เพื่อเชื่อมโยงเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง โดยสถานการณ์ระบุว่า “น้องมะลิต้องการทำลิปมันเพื่อใช้ในบ้าน และได้ทดลองตามสูตรในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มาร์จกัลิปมันกับลิปติกกันเถอะ แล้วพบว่า ลิปมันมีเนื้อแข็ง ทำให้ใช้ยาก น้องมะลิควรจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้ได้ลิปมันที่มีเนื้ออ่อนตามความต้องการ” นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยน้องมะลิออกแบบการทดลองอย่างไร
- 9) ก่อนที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ประกอบด้วย การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การระบุขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง
- 10) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ
- 11) ผู้สอนให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบการทดลองของกลุ่มตนเอง โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบการทดลองในการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เช่น
- กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
 - คำถามสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่
 - สมมติฐานสอดคล้องกับคำถามหรือไม่
 - ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมเหมาะสมหรือไม่
 - ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลองเหมาะสมหรือไม่
- 12) ผู้สอนตั้งประเด็นให้ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ถ้าเพื่อนของนักเรียนกล่าวว่า “ไม่ควรซื้อลิปติกจากประเทศเขตนานามาใช้ในประเทศเขตร้อน เพราะลิปติกจะไหลเยิ้มได้ง่าย” นักเรียนจะหาข้อมูลใดเพื่อมาสนับสนุนหรือโต้แย้งคำกล่าวนี้

แนวคำตอบ

- ชนิดและสัดส่วนของส่วนผสมของลิปสติกในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน
- จุดหลอมเหลวของลิปสติกในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน
- ส่วนผสมพิเศษของลิปสติกในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน
- กระบวนการผลิตลิปสติกในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน

จากนั้นผู้สอนให้ตัวแทนผู้เรียน 3 - 4 คน นำเสนอคำตอบ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นได้เสนอความคิดเห็นและอภิปรายว่าเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

- 13) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
- อิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) เป็นสารที่ทำให้สารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ซึ่งปกติแล้วสารเหล่านี้ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสารผสมที่เกิดขึ้นเรียกว่า อิมัลชัน (emulsion) ตัวอย่างของอิมัลชันในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำสลัด ซึ่งเป็นการผสมน้ำมันพืชกับน้ำส้มสายชูเข้าด้วยกันโดยมีไข่แดงเป็นอิมัลซิฟายเออร์ การซักล้างขจัดคราบไขมันบนเสื้อผ้าเป็นการผสมน้ำกับไขมัน โดยมีผงซักฟอกเป็นอิมัลซิฟายเออร์
 - ในการออกแบบการทดลอง ต้องคำนึงถึงความสอดคล้องและความเหมาะสมของคำถาม สมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง
 - ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ควรมีการสืบค้น ประเมิน และสื่อสารข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยเป็นข้อมูลที่สำคัญ ครอบคลุม และมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ต้องการค้นหาคำตอบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน -

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) อิมัลชัน. <https://sciplanet.org/content/9248>
- 2) อิมัลชัน. <https://archive.lib.cmu.ac.th/fulV/T/2557/enen51257papch2.pdf>

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายสมบัติของ อิมัลซิฟายเออร์ และนำความรู้ ไปประยุกต์ใช้ ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบ คำถามใน ใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อิมัลซิฟายเออร์ สำคัญอย่างไร	- สามารถนำความรู้ เกี่ยวกับอิมัลซิฟายเออร์ ไปอธิบายปรากฏการณ์ ทางวิทยาศาสตร์ ในชีวิตประจำวันอย่างง่าย ได้โดยตอบคำถามข้อที่ 1-3 ได้ถูกต้อง
2) ออกแบบและ ประเมินการทดลอง ที่เหมาะสมเพื่อ ตอบคำถามเกี่ยวกับ ลิปมันได้	- พิจารณาการตอบ คำถามใน ใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบ การทดลองเพื่อ ช่วยน้องมะลิ	- สามารถออกแบบและ ประเมินการทดลอง โดยมีกระบวนการ สอบถาม และตัวแปร ที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบ คำถามเกี่ยวกับลิปมันได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1-5 ได้ถูกต้อง
3) ระบุ สื่อสาร และ ประเมินข้อมูล ที่สำคัญเพื่อใช้ ในการสนับสนุน หรือโต้แย้งประเด็น ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ได้	- พิจารณาการตอบ คำถาม	- คำถามที่ใช้ใน ขั้นตอน การจัดกิจกรรม	- สามารถระบุ สื่อสาร และ ประเมินข้อมูลที่สำคัญ เพื่อใช้ในการสนับสนุน หรือโต้แย้งประเด็นที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้ในระดับพอใช้

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้อัจฉลิปมันกับลิปสติกกันเถอะ

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ตารางนี้แสดงส่วนผสมที่แตกต่างกันของลิปมันและลิปสติกที่นักเรียนสามารถทำได้

โดยลิปมันจะมีเนื้ออ่อนและเป็นมันวาว ส่วนลิปสติกจะมีเนื้อแข็งกว่า

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		อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน	
จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและ		จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและ	
สารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน		สารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน	

1. ลิปมันกับลิปสติกมีสารใดบ้างที่เป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญ

.....

.....

.....

.....

2. ในกระบวนการทำลิปมันและลิปสติก เพราะเหตุใดจึงต้องอุ่นน้ำมันและไขก่อน

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้อัจฉลิปมันกับลิปสติกกันเถอะ

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ตารางนี้แสดงส่วนผสมที่แตกต่างกันของลิปมันและลิปสติกที่นักเรียนสามารถทำได้

โดยลิปมันจะอ่อนและเป็นมันวาว ส่วนลิปสติกจะมีเนื้อแข็งกว่า

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		อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน	
จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและ		จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและ	
สารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน		สารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน	

- ลิปมันกับลิปสติกมีสารใดบ้างที่เป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญ

แนวคำตอบ น้ำมันละหุ่ง ไขผึ้ง ไขมันปาล์ม และสีผสมอาหารถือว่าเป็นส่วนผสมหลัก

โดยสารแต่งรสชาติเป็นส่วนผสมเสริม ที่อาจใส่หรือไม่ใส่ก็ได้

- ในกระบวนการทำลิปมันและลิปสติก เพราะเหตุใดจึงต้องอุ่นน้ำมันและไขก่อน

แนวคำตอบ เพื่อให้ไขหลอมเหลวและผสมกับน้ำมัน

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

อิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) เป็นสารที่ทำให้สารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ซึ่งปกติแล้วสารเหล่านี้ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสารผสมที่เกิดขึ้นเรียกว่า อิมัลชัน (emulsion) ตัวอย่างของอิมัลชันในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำสลัด ซึ่งเป็นการผสมน้ำมันพืชกับน้ำส้มสายชูเข้าด้วยกันโดยมีไข่แดงเป็นอิมัลซิฟายเออร์ การซักล้างขจัดคราบไขมันบนเสื้อผ้า เป็นการผสมน้ำกับไขมันโดยมีผงซักฟอก เป็นอิมัลซิฟายเออร์

1. อิมัลซิฟายเออร์ทำหน้าที่อย่างไร

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดสบู่และน้ำจึงสามารถล้างลิปสติกที่ติดเสื้อผ้าออกได้ แต่น้ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถล้างลิปสติกที่ติดเสื้อผ้าออกได้

.....

.....

.....

.....

3. น้ำมันและไข่เป็นสารที่ผสมกันได้ดี น้ำมันไม่ผสมกับน้ำและไข่ก็ไม่ละลายในน้ำ

ข้อใดต่อไปนี้ น่าจะเกิดขึ้นได้มากที่สุด ถ้าน้ำจำนวนมาก หกลงในส่วนผสมของลิปสติกในขณะกำลังอุ่น

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

เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อิมัลซิฟายเออร์สำคัญอย่างไร

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

อิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) เป็นสารที่ทำให้สารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ซึ่งปกติแล้วสารเหล่านี้ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสารผสมที่เกิดขึ้นเรียกว่า อิมัลชัน (emulsion) ตัวอย่างของอิมัลชันในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำสลัด ซึ่งเป็นการผสมน้ำมันพืชกับน้ำส้มสายชูเข้าด้วยกันโดยมีไข่แดงเป็นอิมัลซิฟายเออร์ การซักล้างขจัดคราบไขมันบนเสื้อผ้า เป็นการผสมน้ำกับไขมันโดยมีผงซักฟอก เป็นอิมัลซิฟายเออร์

1. อิมัลซิฟายเออร์ทำหน้าที่อย่างไร

แนวคำตอบ อิมัลซิฟายเออร์ทำให้สารสองชนิดที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้

2. เพราะเหตุใดสบู่และน้ำจึงสามารถล้างลิปสติกที่ติดเสื้อผ้าออกได้ แต่น้ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถล้างลิปสติกที่ติดเสื้อผ้าออกได้

แนวคำตอบ เพราะสบู่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ เมื่อเติมสารที่เรียกว่าอิมัลซิฟายเออร์ลงไป จะทำให้น้ำมันและไขมันผสมกับน้ำได้ จึงสามารถชำระล้างลิปสติกที่มีน้ำมันและไขมันเป็นส่วนผสมออกจากเสื้อผ้าได้ แต่น้ำเพียงอย่างเดียว ไม่มีสารที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ จึงไม่สามารถล้างลิปสติกออกจากเสื้อผ้าได้

3. น้ำมันและไขมันเป็นสารที่ผสมกันได้อย่างดี น้ำมันไม่ผสมกับน้ำและไขมันก็ไม่ละลายในน้ำ ข้อใดต่อไปนี้ น่าจะเกิดขึ้นได้มากที่สุด ถ้าน้ำจำนวนมาก หลงในส่วนผสมของลิปสติกในขณะกำลังอุ่น

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์)

1. ได้ของผสมที่มันและอ่อนตัวกว่า
2. ของผสมจับตัวกันแน่นขึ้น
3. ของผสมแทบจะไม่เปลี่ยนแปลง
4. มีก้อนไขมันลอยอยู่บนน้ำ

แนวคำตอบ 4. มีก้อนไขมันลอยอยู่บนน้ำ เนื่องจากน้ำไม่รวมตัวกับไขมัน และไขมันมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ

เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

“น้องมะลิต้องการทำลิปมันเพื่อใช้ในบ้าน และได้ทดลองตามสูตรในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วพบว่าลิปมันมีเนื้อแข็งทำให้ใช้ยาก น้องมะลิควรจะทำแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้ได้ลิปมันที่มีเนื้ออ่อนตามความต้องการ”

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยน้องมะลิออกแบบการทดลองอย่างไร

1. คำถามของการทดลองคืออะไร

.....

.....

2. สมมติฐานของการทดลองคืออะไร

.....

.....

3. ตัวแปรต้นคืออะไร

.....

.....

4. ตัวแปรตามคืออะไร

.....

.....

5. ตัวแปรควบคุมคืออะไร (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบการทดลองเพื่อช่วยน้องมะลิ

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

“น้องมะลิต้องการทำลิปมันเพื่อใช้ในบ้าน และได้ทดลองตามสูตรในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วพบว่าลิปมันมีเนื้อแข็งทำให้ใช้ยาก น้องมะลิควรจะทำแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้ได้ลิปมันที่มีเนื้ออ่อนตามความต้องการ”

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยน้องมะลิออกแบบการทดลองอย่างไร

1. คำถามของการทดลองคืออะไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ปริมาณของน้ำมันละหุ่งส่งผลต่อความแข็งของลิปมันหรือไม่ อย่างไร

2. สมมติฐานของการทดลองคืออะไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ถ้าปริมาณของน้ำมันละหุ่งมากขึ้น จะทำให้ลิปมันมีความแข็งลดลง

3. ตัวแปรต้นคืออะไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ปริมาณของน้ำมันละหุ่ง

4. ตัวแปรตามคืออะไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ความแข็งของลิปมัน

5. ตัวแปรควบคุมคืออะไร (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ - ปริมาณไขมันปาล์ม ไขมันงา สีส้มอาหาร และสารแต่งรสชาติ

- อุณหภูมิของน้ำร้อน

- ภาชนะที่ใช้ผสมสาร

- เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนสาร

- ความถี่ในการคนสาร

6. ขั้นตอนการทดลองหรือวิธีการทดลอง

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ

1. เตรียมน้ำมันละหุ่ง 3 กรัม ผสมกับไขมันปาล์ม 0.2 กรัม และไขผึ้ง 0.2 กรัม สีสผสมอาหาร 1 ช้อนชา และสารแต่งรสชาติ 1 หยด
2. นำไปอุ่นในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เย็นตัว
3. ทดสอบความแข็งของลิปมันโดยใช้ช้อนมาขีดเพื่อตรวจสอบเนื้อสัมผัสของลิปมัน สังเกตความลึกของรอยขีด
4. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1.-3. โดยเปลี่ยนปริมาณของน้ำมันละหุ่งเป็น 4, 5, 6 และ 7 กรัม ตามลำดับ
5. เปรียบเทียบความลึกของรอยขีดในเนื้อลิปมันที่ได้ของแต่ละชุดการทดลอง

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 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.2/3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) ระบุ และอธิบายขั้นตอนการทำน้ำดื่มได้
- 2) ออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

น้ำมีความสำคัญต่อสุขภาพและกระบวนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายอย่างมาก ดังนั้น การเลือกดื่มน้ำที่ดีย่อมมีผลต่อสุขภาพร่างกายของเรา ซึ่งน้ำดื่มที่ดีควรปราศจากสารปนเปื้อนทางเคมี และสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น เชื้อจุลินทรีย์ สารโลหะหนัก สารเคมี ดังนั้น ในขั้นตอนการผลิตน้ำดื่มจึงต้องมีการกรอง ทำให้ตกตะกอน เดิมคลอรีน และตรวจสอบคุณภาพน้ำ เพื่อให้ได้น้ำดื่มที่สะอาดปลอดภัย

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มาช่วยกันทำน้ำชุ่นเป็นน้ำใสกันเถอะ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามดังนี้
 - ในชีวิตประจำวันของเรานักเรียนใช้น้ำทำอะไรบ้าง
แนวคำตอบ อุปโภคและบริโภค เช่น ต้ม รดน้ำต้นไม้ อาบน้ำ ซักผ้า
 - นักเรียนคิดว่าน้ำที่เราดื่มควรมีลักษณะอย่างไร
แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น ใส สะอาด ปราศจากเชื้อโรค
- 2) ผู้สอนกล่าวเพิ่มเติมว่า เมื่อเรามีแหล่งน้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะต้องถูกบำบัดในโรงทำน้ำประปา ก่อนส่งออกไปตามครัวเรือน เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่ม
- 3) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน เพื่อศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 จากนั้นร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม เกี่ยวกับขั้นตอนการทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง
- 4) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำน้ำดื่ม จากนั้นผู้สอนยกตัวอย่างสถานการณ์การขาดแคลนน้ำสะอาด เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาดจากวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2
- 5) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 และร่วมกันออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย
- 6) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย
- 7) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายการออกแบบของแต่ละกลุ่มและสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่มีประสิทธิภาพในด้านความใส กลิ่น และเชื้อโรค และตอบคำถามจากประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมครั้งนี้
 - ประเด็นที่ 1 เครื่องกรองน้ำอย่างง่ายของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ออกแบบใช้วัสดุอะไรบ้าง
 - ประเด็นที่ 2 วัสดุนั้นส่งผลอย่างไรต่อคุณภาพของน้ำ
 - ประเด็นที่ 3 นักเรียนคิดว่าน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่นักเรียนออกแบบมานั้น ทำให้น้ำที่กรองได้มีสมบัติเป็นอย่างไร และปลอดภัยต่อการดื่มหรือไม่ อย่างไร
 - ประเด็นที่ 4 การนำเรื่องการทำน้ำดื่มอย่างง่ายไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

- 1) ผู้สอนอาจแนะนำเพิ่มเติมกับผู้เรียนในการทำใบกิจกรรมที่ 2
- 2) ผู้สอนสามารถเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์เพิ่มเติมในการทำใบกิจกรรมที่ 2

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

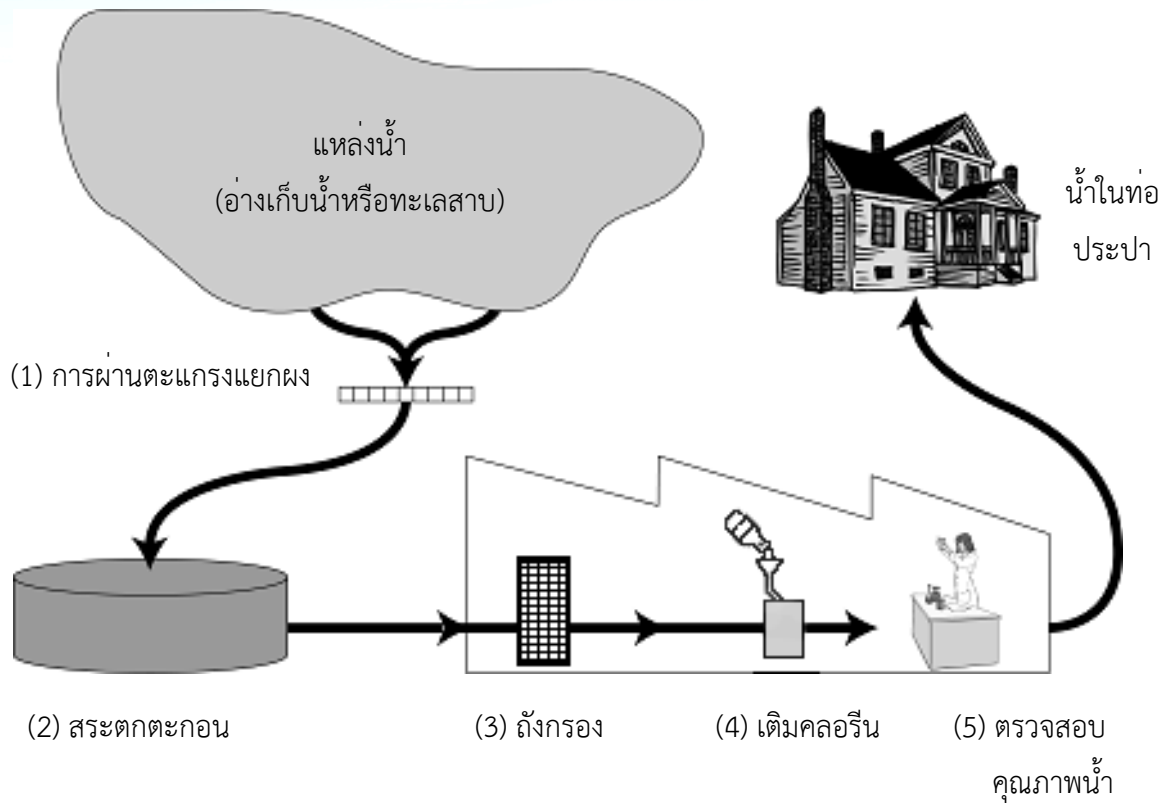
- 1) ขั้นตอนการผลิตน้ำดื่ม <https://mitrwater.com/drinking-water-production-process/>
- 2) วิธีการกรองน้ำของคนสมัยโบราณ <https://www.stkc.go.th/info>

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ระบุ และอธิบาย ขั้นตอนการทำ น้ำดื่มได้	- พิจารณา การตอบ คำถามใน ใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำ น้ำดื่มสำหรับบ้าน ที่อยู่ในชุมชน เมือง	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับ ขั้นตอนในการผลิตน้ำ ไปอธิบายปรากฏการณ์ ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1-5 ได้ถูกต้อง
2) ออกแบบ เครื่องกรองน้ำ อย่างง่ายเพื่อ แก้ปัญหาตาม สถานการณ์ ที่กำหนดได้	- พิจารณา การตอบ คำถามใน ใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มาช่วยกัน ทำน้ำชุ่นเป็นน้ำใส กันเถอะ	- สามารถออกแบบ เครื่องกรองน้ำอย่างง่าย ได้ครบองค์ประกอบด้าน ความปลอดภัยทั้ง 3 ด้าน (ใส กลิ่น และเชื้อโรค)

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



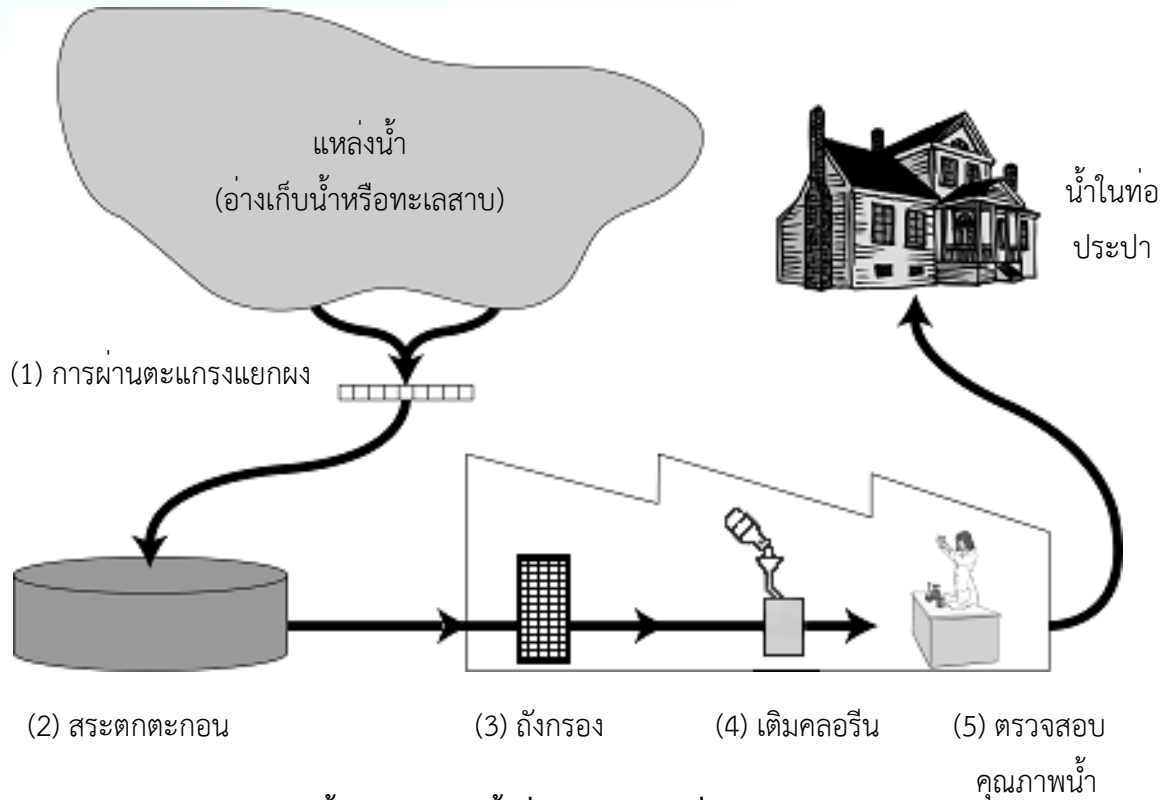
ภาพแสดงขั้นตอนการทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง

1. น้ำส่วนแรกที่ยังไม่ได้รับการบำบัด มีลักษณะเป็นอย่างไร
.....
2. เพราะเหตุใด ในขั้นตอนที่ 1 น้ำจะต้องผ่านตะแกรงแยกขนาดใหญ่
.....
3. หลังการมีการตกตะกอนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนใด
.....
4. ในขั้นตอนที่ 4 มีการเติมคลอรีนลงไปทำไมเพื่อวัตถุประสงค์ใด
.....
5. หากนักวิทยาศาสตร์ทดสอบน้ำในโรงทำน้ำประปา พบว่ายังมีแบคทีเรียบางชนิดที่เป็นอันตรายอยู่ในน้ำ หลังจากผ่านกระบวนการทำน้ำให้สะอาดทั้งหมด ถ้าต้องการใช้น้ำประปาเพื่อดื่ม ควรทำอย่างไร
.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



ภาพแสดงขั้นตอนการทำน้ำดื่มสำหรับบ้านที่อยู่ในชุมชนเมือง

1. น้ำส่วนแรกที่ยังไม่ได้รับการบำบัด มีลักษณะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ มีความขุ่น มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ มีเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์

2. เพราะเหตุใด ในขั้นตอนที่ 1 น้ำจะต้องผ่านตะแกรงแยกขนาดใหญ่

แนวคำตอบ เพื่อกรองเศษขยะ ทราย หรือ อาจเป็นสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น ปลา ออกจากแหล่งน้ำก่อนที่จะเข้าโรงทำน้ำประปา

3. หลังการมีการตกตะกอนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนใด

แนวคำตอบ การกรอง

4. ในขั้นตอนที่ 4 มีการเติมคลอรีนลงไปทำไมเพื่อวัตถุประสงค์ใด

แนวคำตอบ เพื่อกำจัดหรือทำลายแบคทีเรีย จุลินทรีย์ ไวรัส หรือ เชื้อโรค

5. หากนักวิทยาศาสตร์ทดสอบน้ำในโรงทำน้ำประปา พบว่ายังมีแบคทีเรียบางชนิดที่เป็นอันตรายอยู่ในน้ำ หลังจากผ่านกระบวนการทำน้ำให้สะอาดทั้งหมด ถ้าต้องการใช้น้ำประปาเพื่อดื่ม ควรทำอย่างไร

แนวคำตอบ ดื่มน้ำหรือใช้เครื่องกรองน้ำดื่ม

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 5 ข้อ	ดีมาก
ตอบถูกต้อง 3-4 ข้อ	ดี
ตอบถูกต้อง 2 ข้อ	ปานกลาง
ตอบถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มาช่วยกันทำน้ำขุ่นเป็นน้ำใสกันเถอะ

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

หากนักเรียนไปพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำสะอาด แต่นักเรียนสามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่หาได้รอบตัวมาทำให้เป็นน้ำสะอาดได้ นักเรียนจะแก้ปัญหานี้เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดและปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภคโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้ได้อย่างไร

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. หลอดรังสียูวี	1 หลอด
7. ขวดน้ำขนาด 1.5 ลิตร	1 ขวด	15. ภาชนะโลหะ/พลาสติก	1 อัน
8. น้ำตัวอย่าง	1 ลิตร	16. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ชุด

ให้นักเรียนออกแบบภาพร่างเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่ใช้ในการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาด เพื่อให้ได้
น้ำที่สะอาดและปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภค พร้อมทั้งอธิบายหลักการทำงาน และระบุวัสดุและอุปกรณ์
ที่ใช้ในแต่ละชั้นของเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย



ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มาช่วยกันทำน้ำชุ่นเป็นน้ำใสกันเถอะ

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

หากนักเรียนไปพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำสะอาด แต่นักเรียนสามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่หาได้รอบตัวมาทำให้เป็นน้ำสะอาดได้ นักเรียนจะแก้ปัญหานี้เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดและปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภคโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้ได้อย่างไร

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. หลอดรังสียูวี	1 หลอด
7. ขวดน้ำขนาด 1.5 ลิตร	1 ขวด	15. ภาชนะโลหะ/พลาสติก	1 อัน
8. น้ำตัวอย่าง	1 ลิตร	16. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ชุด

ให้นักเรียนออกแบบภาพร่างเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่ใช้ในการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาด เพื่อให้ได้ น้ำที่สะอาดและปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภค พร้อมทั้งอธิบายหลักการทำงาน และระบุวัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ในแต่ละชั้นของเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ผู้สอนพิจารณาความเหมาะสมของหลักการและเหตุผลในการออกแบบภาพร่างของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ออกแบบภาพร่างได้ครบ 3 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย (ใส กลิ่น และเชื้อโรค) และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละชั้นตอนได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	ดี
ออกแบบภาพร่างได้ 2-3 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละชั้นตอนได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่ชัดเจนในบางขั้นตอน	พอใช้
ออกแบบภาพร่างได้เพียง 1-2 องค์ประกอบของด้านความสะอาดและปลอดภัย และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละชั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

กิจกรรมที่ 9

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง แป้งขนมปัง

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.3/3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในแป้งขนมปังที่มีแก๊สเกิดขึ้นโดยยีสต์
- ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ และประเมินการทดลอง เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับแป้งขนมปัง ได้อย่างเหมาะสม
- ระบุ สื่อสาร และประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

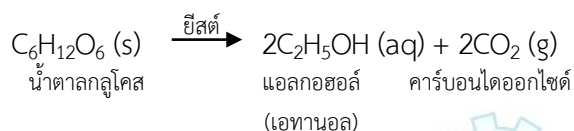
3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี คือ กระบวนการที่สสาร หรือสารใด ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้าง ภายในและสมบัติของสารจนเกิดเป็นสารใหม่ ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากเดิม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การเผาไหม้ การเกิดสนิม การสังเคราะห์ด้วยแสง และการหมัก ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการเกิดสี แก๊ส ควัน ตะกอน หรืออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

ในกระบวนการทำแป้งขนมปัง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยมียีสต์เป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดกระบวนการหมัก เริ่มจากยีสต์ที่ผสมลงไปแป้งขนมปังจะปล่อยเอนไซม์ไปย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลซึ่งมีโมเลกุลเล็กกลง และยีสต์จะใช้น้ำตาลเหล่านี้ในการเจริญเติบโต ผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้อื่น ๆ ที่ช่วยเพิ่มรสชาติของขนมปัง เช่น กรดอินทรีย์และกรดอะมิโน



5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

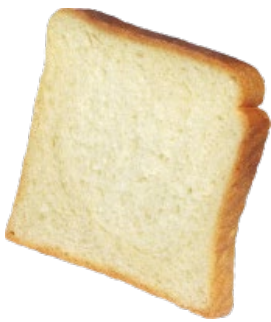
- 1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 2) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม
- 4) สามารถเตรียมผลการทดลองล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกัน

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะของขนมปัง และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ดังนี้



- ถ้านักเรียนลองใช้แวนชยายส่องขนมปัง ขนมปังจะมีลักษณะอย่างไร และถ้าลองสัมผัสขนมปัง จะให้ความรู้สึกอย่างไร

แนวคำตอบ ขนมปังจะมีลักษณะมีรูพรุน มีช่องว่าง และลองสัมผัสขนมปัง จะให้ความรู้สึกนุ่ม พู ไม่แข็งกระด้าง

- นักเรียนคิดว่ารูพรุนในขนมปังเกิดจากอะไร

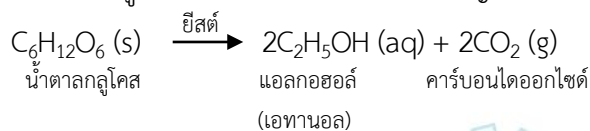
แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา เช่น แป้ง ยีสต์ การอบ (ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ รูพรุนในขนมปังเกิดจาก แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แทรกตัวออกจากเนื้อขนมปัง)

- 2) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูล และทำกิจกรรมการทดลองตอบคำถามตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับส่วนผสมในการทำแป้งขนมปัง และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในแป้งขนมปังที่ทำให้เกิดแก๊ส

- 3) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 โดยเชื่อมโยงความรู้จากกิจกรรม จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย ดังต่อไปนี้

- ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของสถานการณ์ในใบกิจกรรมมาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง
- กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร

- คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้มีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร
 - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
- 4) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำแป้งขนมปัง จากนั้นใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันไปสู่ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือปฏิกิริยาเคมีที่มีแก๊สเกิดขึ้นตามแนวคำถามดังนี้
- ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถพบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือปฏิกิริยาเคมี เช่นอะไรบ้าง
- แนวคำตอบ ปฏิกิริยาการเผาไหม้** การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเกิดการลุกไหม้และการคายความร้อน ในการเผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ออกซิเจนล้วน ๆ เพราะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก แต่จะใช้อากาศแทน โดยอากาศจะมีแก๊สออกซิเจนและแก๊สไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก
- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง** เป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืชสีเขียว โดยมีคลอโรฟิลล์ ทำหน้าที่ดูดพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนสารวัตถุดิบ คือน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นน้ำตาลกลูโคส น้ำ และแก๊สออกซิเจน
- การหมักของยีสต์** กระบวนการทำแป้งขนมปัง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยมียีสต์เป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดกระบวนการหมัก เริ่มจากยีสต์ที่ผสมลงไปแป้งขนมปังจะปล่อยเอนไซม์ไปย่อยแป้งให้ได้เป็นสารโมเลกุลเล็กลง ซึ่งก็คือ น้ำตาล และยีสต์จะใช้น้ำตาลเหล่านี้ในการเจริญเติบโต ผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้อื่น ๆ ที่ช่วยเพิ่มรสชาติของขนมปัง เช่น กรดอินทรีย์และกรดอะมิโน
- 5) ผู้สอนใช้คำถามจากกิจกรรมที่ 1 เพื่อนำสู่กิจกรรมที่ 2 โดยผู้สอนยังไม่เฉลยคำตอบ แต่จะกระตุ้นผู้เรียนให้หาคำตอบจากกิจกรรมที่ 2 ซึ่งใช้คำถาม ดังนี้
- นักเรียนคิดว่าแก๊สที่ได้จากกระบวนการหมัก และทำให้ลูกโป่งพอง คือ แก๊สชนิดใด และแก๊สชนิดนั้นมาจากสารใด
- 6) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลและทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาว่า “คาร์บอนอะตอมในคาร์บอนไดออกไซด์มาจากไหน” และจากคำกล่าวอ้างของนาย A นาย B และนาย C บุคคลใดกล่าวอ้างได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้องมากที่สุด
- 7) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนจากการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม
- 8) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้ เมื่อแป้งและน้ำตาลทำปฏิกิริยาการหมักกับยีสต์จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ ซึ่งแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เบากว่าอากาศจึงลอยตัวสูงขึ้น และดันลูกโป่งให้พองออก หรือมีขนาดใหญ่ขึ้น ดังสมการ



8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

- 1) การเลือกยีสต์ในการทดลอง ควรใช้ยีสต์สด เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่รวดเร็ว
- 2) 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	- พิจารณา การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่ง มหัศจรรย์	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้โดยตอบคำถามข้อที่ 1-4 ได้ถูกต้อง
2) ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ และ ประเมินการทดลอง เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับแป้งขนมปังได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณา การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่ง มหัศจรรย์	- สามารถออกแบบการทดลอง โดยมีการระบุวัตถุประสงค์ สมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง
3) ระบุ สื่อสาร และ ประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้	- พิจารณา การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย	- สามารถระบุ สื่อสาร และประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ในระดับพอใช้

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

บทนำ

การทำขนมปัง คนที่ทำขนมปังจะผสมแป้ง น้ำตาล น้ำ เกลือ และยีสต์เข้าด้วยกัน หลังจากผสมแล้วจะเก็บแป้งไว้ในภาชนะหลายชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหมัก ในระหว่างหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับแป้ง โดยยีสต์ (เห็ดราเซลล์เดียว) ช่วยเปลี่ยนแป้งและน้ำตาลในแป้งให้เป็นแก๊สและแอลกอฮอล์

วัตถุประสงค์

.....

สมมติฐาน

.....

ตัวแปร

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วัสดุและอุปกรณ์

1. แป้งสาลี 5 กรัม
2. ยีสต์ผง 12 กรัม
3. เกลือ 5 กรัม
4. น้ำตาลทราย 5 กรัม
5. กรวยพลาสติก 1 อัน
6. ลูกโป่งขนาด 12 นิ้ว 4 ใบ
7. น้ำเปล่า 80 มิลลิลิตร
8. ขวดพลาสติก 350 มิลลิลิตร
9. กระจกบอทวง 50 มิลลิลิตร

วิธีการทดลอง

1. ใช้กระจกบอทวง ตวงน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ลงในขวดพลาสติก จำนวน 4 ขวด
2. ชั่งสารแต่ละชุดการทดลอง ใส่ในลูกโป่งแต่ละใบ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 แป้งสาลี (5 กรัม) + น้ำตาลทราย (5 กรัม) + เกลือ (5 กรัม)

ชุดการทดลองที่ 2 แป้งสาลี (5 กรัม) + น้ำตาลทราย (5 กรัม) + เกลือ (5 กรัม) +
ยีสต์ (5 กรัม)

ชุดการทดลองที่ 3 เกลือ (5 กรัม) + ยีสต์ (5 กรัม)

ชุดการทดลองที่ 4 ยีสต์ (5 กรัม)

3. นำลูกโป่งทั้ง 4 ใบ ที่บรรจุสารไปสวมที่ปากขวดในแต่ละขวด ดังภาพ จากนั้นยกลูกโป่งขึ้นพร้อมกัน เพื่อให้สารที่บรรจุอยู่ในลูกโป่งลงสู่น้ำกลั่นภายในขวด ซึ่งควรระมัดระวังไม่ให้ปากของลูกโป่งหลุดออกจากปากขวด ซึ่งอาจครอบปากขวดด้วยลูกโป่งและพันด้วยเทปกาว จากนั้นตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 - 10 นาที แล้วสังเกตและบันทึกผล



ที่มาภาพ : รายการบ้านวิทยาศาสตร์น้อย <https://m.facebook.com/tv.witnoi/photos/a.116753378419897/5336794886415694/?type=3> สืบค้นวันที่ 8 เมษายน 2567

ตารางบันทึกผลการทดลอง (ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตัวเอง)

--

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการทดลอง ผลการทดลองที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

2. จากการทดลอง ผลการทดลองที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

3. ชุดการทดลองใดที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด

.....

.....

4. เพราะเหตุใดการหมักจึงทำให้แป้งฟูขึ้น

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

บทนำ

การทำแป้งขนมปัง คนที่ทำขนมปังจะผสมแป้ง น้ำตาล น้ำ เกลือ และยีสต์เข้าด้วยกัน หลังจากผสมแล้วจะเก็บแป้งไว้ในภาชนะหลายชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหมัก ในระหว่างหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับแป้ง โดยยีสต์ (เห็ดราเซลล์เดียว) ช่วยเปลี่ยนแป้งและน้ำตาลในแป้งให้เป็นแก๊สและแอลกอฮอล์

วัตถุประสงค์ (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของยีสต์

สมมติฐาน (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
เมื่อยีสต์ได้รับแป้ง น้ำตาล และเกลือ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น
เมื่อยีสต์ได้รับแป้ง น้ำตาล และเกลือ จะมีแก๊สเกิดขึ้น หรือมีการพองของลูกโป่ง

ตัวแปร (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
ตัวแปรต้น... แป้ง น้ำตาล เกลือ และยีสต์
ตัวแปรตาม... ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของลูกโป่ง
ตัวแปรควบคุม... ปริมาณน้ำ ขนาดของลูกโป่ง ระยะเวลาที่ทำการทดลอง ขนาดของขวด

วัสดุและอุปกรณ์

1. แป้งสาลี 5 กรัม
2. ยีสต์ผง 12 กรัม
3. เกลือ 5 กรัม
4. น้ำตาลทราย 5 กรัม
5. กรวยพลาสติก 1 อัน
6. ลูกโป่งขนาด 12 นิ้ว 4 ใบ
7. น้ำเปล่า 80 มิลลิลิตร
8. ขวดพลาสติก 350 มิลลิลิตร
9. กระบอกตวง 50 มิลลิลิตร

วิธีการทดลอง

- ใช้กระบอกตวง ตวงน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ลงในขวดพลาสติก จำนวน 4 ขวด
- ชั่งสารแต่ละชุดการทดลอง ใส่ในลูกโป่งแต่ละใบ ดังนี้
 - ชุดการทดลองที่ 1 แป้งสาลี (5 กรัม) + น้ำตาลทราย (5 กรัม) + เกลือ (5 กรัม)
 - ชุดการทดลองที่ 2 แป้งสาลี (5 กรัม) + น้ำตาลทราย (5 กรัม) + เกลือ (5 กรัม) + ยีสต์ (5 กรัม)
 - ชุดการทดลองที่ 3 เกลือ (5 กรัม) + ยีสต์ (5 กรัม)
 - ชุดการทดลองที่ 4 ยีสต์ (5 กรัม)
- นำลูกโป่งทั้ง 4 ใบ ที่บรรจุสารไปสวมที่ปากขวดในแต่ละขวด ดังภาพ จากนั้นยกลูกโป่งขึ้นพร้อมกัน เพื่อให้สารที่บรรจุอยู่ในลูกโป่งลงสู่น้ำกลั่นภายในขวด ซึ่งควรระมัดระวังไม่ให้ปากของลูกโป่งหลุดออกจากปากขวด ซึ่งอาจครอบปากขวดด้วยลูกโป่งและพันด้วยเทปกาว จากนั้นตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 - 10 นาที แล้วสังเกตและบันทึกผล



ที่มาภาพ : รายการบ้านวิทยาศาสตร์น้อย <https://m.facebook.com/tv.witnoi/photos/a.116753378419897/5336794886415694/?type=3> สืบค้นวันที่ 8 เมษายน 2567

ตารางบันทึกผลการทดลอง (ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตัวเอง)

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

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

หมายเหตุ ในช่องผลการเปลี่ยนแปลง นักเรียนบันทึกผลจากการสังเกตหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริง
ในชั้นเรียน

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

จากการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลง คือ ชุดการทดลองที่ 2 ลักษณะของลูกโป่งจะยกตัว พองขึ้น ขยายขนาด ส่วนชุดการทดลองที่ 1 3 และ 4 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้ลูกโป่งพองขึ้นได้ เนื่องจากเมื่อแป้งและน้ำตาลทำปฏิกิริยากับยีสต์ จะมีแก๊สเกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของยีสต์ 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 มีแป้งและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งมีแก๊สเกิดขึ้น

3. ชุดการทดลองใดที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

ชุดการทดลองที่ 1 3 และ 4 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เพราะสารแต่ละชนิดในชุดการทดลองดังกล่าว ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่มีกระบวนการหมักของยีสต์เกิดขึ้น

4. เพราะเหตุใดการหมักจึงทำให้แป้งฟูขึ้น

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

จากกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ นักเรียนทราบว่ายีสต์เป็นตัวการเปลี่ยนสารองค์ประกอบในกระบวนการทำขนมปัง โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทำให้มีแก๊สเกิดขึ้น ซึ่งแก๊สนั้นเบากว่าอากาศและจะลอยตัวสูงขึ้น เมื่อแก๊สถูกสร้างผ่านกระบวนการหมักเป็นระยะเวลาานาน จะทำให้ปริมาณของแก๊สมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงดันลูกโป่งให้พองออก หรือมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งแก๊สนั้นคือคาร์บอนไดออกไซด์

ให้นักเรียนพิจารณาว่า “คาร์บอนอะตอมในคาร์บอนไดออกไซด์มาจากไหน” และจากคำกล่าวอ้างของนาย A นาย B และนาย C ดังต่อไปนี้ บุคคลใดกล่าวอ้างได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้องมากที่สุด

นาย A



นาย A บอกว่าคาร์บอนอะตอม
บางส่วนมาจากน้ำตาล

นาย B



นาย B บอกว่าคาร์บอนอะตอม
บางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของเกลือบ

นาย C



นาย C บอกว่าคาร์บอนอะตอม
บางส่วนมาจากน้ำ

1. จากคำกล่าวอ้างของนาย A นาย B และนาย C นักเรียนมีความเห็นสอดคล้องบุคคลใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ยอดนักสืบน้อย

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

จากกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งมหัศจรรย์ นักเรียนทราบว่าฮีโร่เป็นตัวการเปลี่ยนสารองค์ประกอบในกระบวนการทำขนมปัง โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทำให้มีแก๊สเกิดขึ้น ซึ่งแก๊สนั้นเบากว่าอากาศและจะลอยตัวสูงขึ้น เมื่อแก๊สถูกสร้างผ่านกระบวนการหมักเป็นระยะเวลาานาน จะทำให้ปริมาณของแก๊สมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงดันลูกโป่งให้พองออก หรือมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งแก๊สนั้นคือคาร์บอนไดออกไซด์

ให้นักเรียนพิจารณาว่า “คาร์บอนอะตอมในคาร์บอนไดออกไซด์มาจากไหน” และจากคำกล่าวอ้างของนาย A นาย B และนาย C ดังต่อไปนี้ บุคคลใดกล่าวอ้างได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้องมากที่สุด

นาย A



นาย A บอกว่าคาร์บอนอะตอม
บางส่วนมาจากน้ำตาล

นาย B



นาย B บอกว่าคาร์บอนอะตอม
บางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของเกลือ

นาย C



นาย C บอกว่าคาร์บอนอะตอม
บางส่วนมาจากน้ำ

1. จากคำกล่าวอ้างของนาย A นาย B และนาย C นักเรียนมีความเห็นสอดคล้องบุคคลใด เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

นาย A เพราะในกระบวนการทำขนมปัง ยีสต์จะปล่อยเอมไซม์ไปย่อยแป้งได้เป็นน้ำตาล และยีสต์จะใช้น้ำตาลเหล่านี้ในการเจริญเติบโตหรือเกิดกระบวนการหมัก ซึ่งในระหว่างทำปฏิกริยานั้นเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ ดังนั้น จากคำกล่าวอ้างของนาย A ที่บอกว่าคาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล มีเหตุผลและถูกต้องมากที่สุด

กิจกรรมที่ 10

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ความร้อน

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

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

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม
- 2) ออกแบบการทดลองเพื่ออธิบายการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม
- 3) ตีความข้อมูลจากตารางและสามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูล

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ความร้อนทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ เมื่อสารได้รับความร้อนอาจทำให้สารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อสูญเสียความร้อนอาจทำให้สารมีอุณหภูมิลดลง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารอันเนื่องมาจากการได้รับหรือการสูญเสียความร้อน เช่น ปริมาณความร้อน มวลของสาร และความร้อนจำเพาะ

ความร้อนถ่ายโอนจากสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสารทั้งสองเท่ากัน

จุดติดไฟ (ignition point หรือ ignition temperature) คือ อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้สารเกิดการเผาไหม้เมื่อได้รับความร้อน

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) วิดีทัศน์ เรื่อง Specific Heat Capacity Demonstration with Balloons
<https://www.youtube.com/watch?v=l3ta8x5cBq4>

- 2) วิดีทัศน์ เรื่อง Boiling Water in Paper Cup
<https://www.youtube.com/watch?v=l9gKzea3Cno>
- 3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด
- 4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลูกโป่งพองอากาศ ตามจำนวนผู้เรียน คนละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่กิจกรรมด้วยการเปิดวิดีโอเกี่ยวกับความร้อนจำเพาะและลูกโป่ง เรื่อง Specific Heat Capacity Demonstration with Balloons โดยหยุดที่ 0.43 วินาที ให้ผู้เรียนลองคาดคะเนก่อนว่า หากนำลูกโป่งทั้งสองลูกไปลงไฟ จะเกิดผลอย่างไร และอาจให้อธิบายเหตุผลประกอบ จากนั้น จากนั้นเปิดวิดีโอต่อ ให้ผู้เรียนดูผลของการลงไฟ จะพบว่า ลูกโป่งที่ใส่น้ำข้างในจะไม่ระเบิด ทั้งนี้ ผู้สอนสามารถจัดเตรียมอุปกรณ์มาสาธิตได้ โดยเตรียมลูกโป่งที่ใส่น้ำข้างในมาให้ผู้เรียนสังเกต

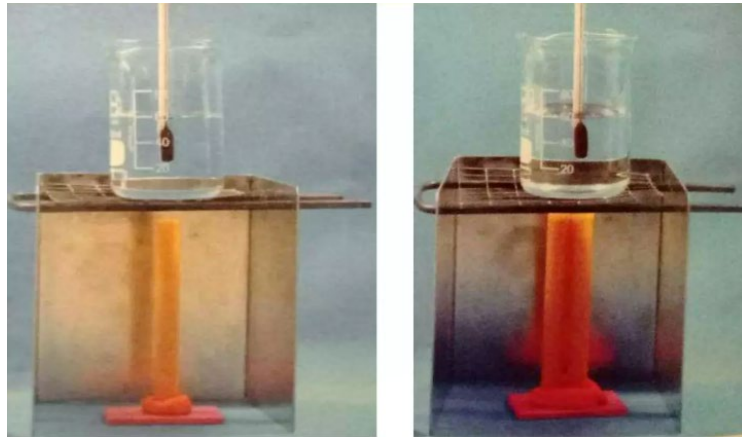


<https://www.youtube.com/watch?v=l3ta8x5cBq4>

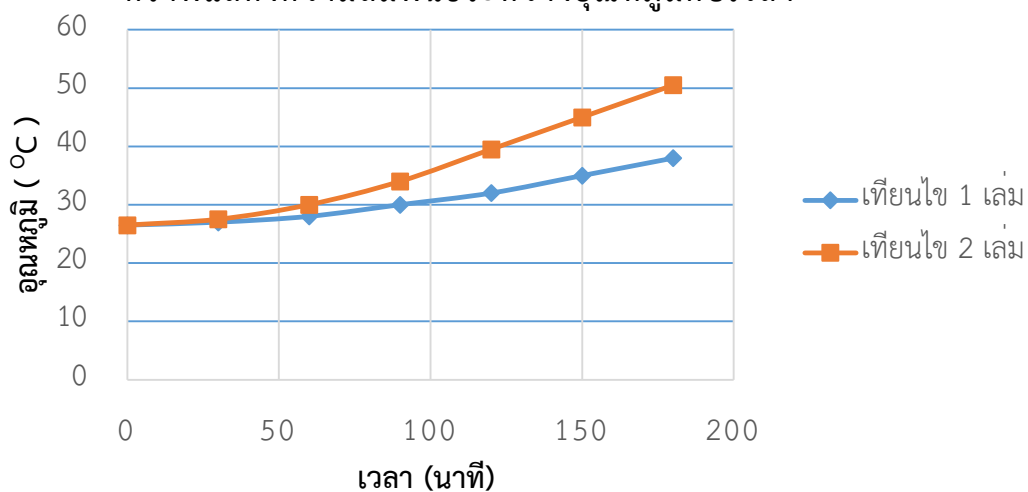
- 2) ผู้สอนนำการอภิปรายว่า “เพราะเหตุใดลูกโป่งที่ใส่น้ำจึงไม่ระเบิด” โดยพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเสนอ **ข้อกล่าวอ้าง** และ **เหตุผล** ของตนเอง รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายโต้แย้งข้อกล่าวอ้างของเพื่อน โดยผู้สอนยังไม่เฉลยหรือบอกว่าถูก/ผิด
- 3) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยว่า “เมื่อสารต่างชนิดกันได้รับความร้อน อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” เพื่อนำไปสู่กิจกรรมสาธิตการทดลองในลำดับต่อไป
หมายเหตุ: ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ระบุไว้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารมี 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปริมาณความร้อนที่ให้กับสาร 2) มวลของสาร และ 3) ชนิดของสาร ผู้สอนสามารถศึกษาตัวอย่างกิจกรรมการทดลองได้ในหนังสือเรียนและคู่มือผู้สอนของ สสวท. (วิทยาศาสตร์)

พื้นฐาน ม.1 เล่ม 2 กิจกรรมที่ 5.2) โดยใช้กราฟและคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร ดังนี้

3.1) ผู้สอนให้ผู้เรียนพิจารณาสถานการณ์ “จัดชุดการทดลองวัดอุณหภูมิของสาร” โดยนำน้ำกลั่น ปริมาตร 60 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ลงในปีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ พร้อมจัดอุปกรณ์ หลังจากนั้นให้ความร้อนโดยชุดการทดลองที่ 1 ใช้เทียนไข 1 เล่ม และชุดการทดลองที่ 2 ใช้เทียนไข 2 เล่ม ดังภาพ และได้ผลการทดลอง ดังกราฟ



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา



ใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม ดังนี้

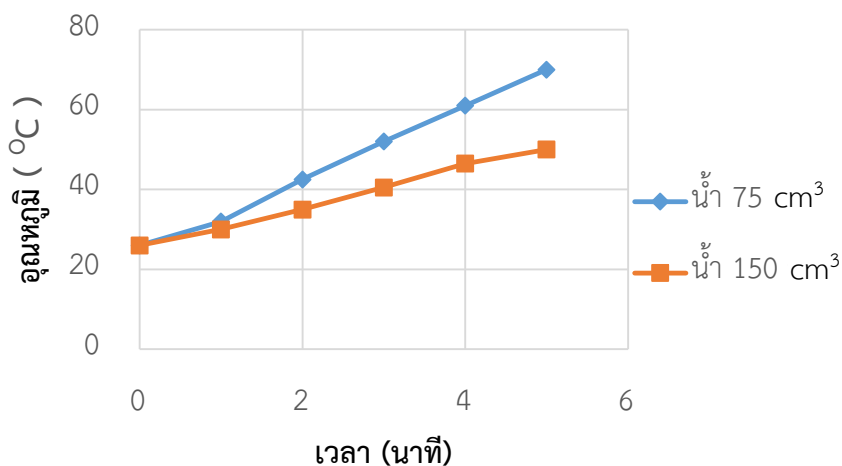
- จากกราฟแสดงปัจจัยใด ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

แนวคำตอบ ปริมาณความร้อน

- 3.2) ผู้สอนให้ผู้เรียนพิจารณาสถานการณ์ “จัดชุดการทดลองวัดอุณหภูมิของสาร” โดยนำน้ำกลั่น ปริมาตร 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ แล้วจัด อุปกรณ์ ดังภาพ จากนั้นให้ความร้อนกับน้ำกลั่น ได้ผลการทดลอง ดังกราฟ



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา



ใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม ดังนี้

- จากกราฟแสดงปัจจัยใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

แนวคำตอบ มวล หรือ ปริมาตรของสาร

- 4) ผู้สอนสาธิตการทดลอง เพื่อหาคำตอบของคำถาม “เมื่อสารต่างชนิดกันได้รับความร้อน อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” โดยใช้ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารอย่างไร และให้ผู้เรียนตอบคำถาม ข้อ 1-5

หมายเหตุ: ผู้สอนสามารถกำหนดบทบาทของผู้เรียนได้ตามความเหมาะสมและเวลาที่มี เช่น ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันออกแบบการทดลองก่อนดำเนินการสาธิตให้ผู้เรียนดู หรือ ให้ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

ในกรณีที่ผู้สอนจัดกิจกรรมสาธิตการทดลองอาจใช้การทดลองคล้ายกับในคู่มือผู้สอน สสวท. (น้ำกับน้ำมันพืช) หรือ ใช้วัสดุอุปกรณ์เหมือนใบกิจกรรมที่ 1 โดยนำทรายและน้ำ ปริมาณเท่ากัน ใส่ในถ้วยโพนหรือถ้วยกระดาษที่มีลักษณะเหมือนกัน แล้ววัดอุณหภูมิก่อนและหลัง (หรือ วัดทุก ๆ ช่วงเวลาที่เท่ากัน) ในช่วงเวลาเดียวกัน แล้วให้สังเกตและเปรียบเทียบรูปแบบของการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิของทรายและน้ำเมื่อเวลาผ่านไป

- 5) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 – 2 จนได้ข้อสรุปได้ว่า ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร จากนั้นผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ “ความจุความร้อน” และ “ความร้อนจำเพาะ” ดังนี้

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

จากนั้นผู้สอนให้ข้อมูลความร้อนจำเพาะของสาร (ที่ความดัน 1 บรรยากาศและอุณหภูมิห้อง 20 องศาเซลเซียส) ดังนี้

- น้ำ (15 องศาเซลเซียส) ความร้อนจำเพาะของสารเท่ากับ 4,186 จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน
- ทราย ความร้อนจำเพาะของสารเท่ากับ 800 จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน

- 6) ผู้สอนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทดลอง เพื่ออธิบายวิวัฒนาการการสัณฐานไฟลูกโป่ง ว่า เพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำภายในจึงไม่ระเบิด โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนคำอธิบายของตนเองกับเพื่อน ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศให้เกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนจะไม่กังวลกับการนำเสนอความคิดของตนเองที่แตกต่างจากเพื่อน ทั้งนี้ ผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนอธิบายโดยใช้หลักฐานสนับสนุนความคิดของตนเอง หรือ ผู้สอนอาจจะพูดคำถามหรือข้อโต้แย้งเพื่อให้ผู้เรียนพิจารณากรณีอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน
- 7) ผู้สอนให้ผู้เรียนเปิดวิดิทัศน์ เรื่อง การต้มน้ำในถ้วยกระดาษ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่คล้ายกันกับลูกโป่ง ลนไฟ โดยผู้สอนตั้งคำถามว่า จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อนำถ้วยกระดาษที่มีน้ำกับไม่มีน้ำไปลนไฟ



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

- 8) หลังชมวิดิทัศน์จบ ให้ผู้เรียนลองคาดคะเนว่าน้ำในถ้วยที่ลนไฟมีอุณหภูมิเท่าใด (ในกรณีที่สาธิตการทดลอง อาจนำเทอร์มอมิเตอร์มาวัดอุณหภูมิของน้ำในแก้วให้ผู้เรียนสังเกต) จากวิดิทัศน์ น้ำในแก้วเดือด แสดงว่าอุณหภูมิของน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นให้ผู้เรียนคิดเปรียบเทียบ

อุณหภูมิของน้ำในแก้วกับจุดติดไฟ (อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้สารเกิดการเผาไหม้เมื่อได้รับความร้อน) ของกระดาษ ที่มีจุดติดไฟประมาณ 233 องศาเซลเซียส (อาจให้ผู้เรียนสืบค้นเกี่ยวกับจุดติดไฟของกระดาษด้วยตนเอง) โดยผู้สอนนำอภิปรายด้วยแนวคำถามดังนี้

- เกิดอะไรขึ้นเมื่อนำถ้วยกระดาษที่มีน้ำกับไม่มีน้ำไปลงไฟ

แนวคำตอบ ถ้วยกระดาษมีน้ำไม่ลุกไหม้ ส่วนถ้วยกระดาษที่ไม่มีน้ำจะลุกไหม้

- เหตุใดถ้วยกระดาษมีน้ำจึงไม่ลุกไหม้

แนวคำตอบ จุดเดือดของน้ำ ต่ำกว่าจุดติดไฟของกระดาษ ถ้วยกระดาษจึงไม่ไหม้

- จากวิดิทัศน์สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ อุณหภูมิจุดเดือดของน้ำ ต่ำกว่า จุดติดไฟของกระดาษ จึงทำให้ถ้วยกระดาษไม่ไหม้

- 9) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเชื่อมโยงเกี่ยวกับจุดติดไฟกับการไม่ระเบิดของลูกโป่ง โดยให้ข้อมูลว่า จุดติดไฟของลูกโป่ง ซึ่งเป็นยาง มีค่าประมาณ 120 องศาเซลเซียส แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 ลูกโป่งธรรมดา ว่าเพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำภายในจึงไม่ระเบิด ผู้สอนและผู้เรียนควรได้ข้อสรุปร่วมกันว่า น้ำที่อยู่ภายในลูกโป่งจะดูดกลืนความร้อนจากเปลวไฟที่ถ่ายโอนผ่านลูกโป่งยาง หรือลูกโป่งมีอุณหภูมิลูกโป่งที่ 120 องศาเซลเซียส แต่น้ำในลูกโป่งจะทำให้อุณหภูมิจุดเดือดของลูกโป่งต่ำกว่าอุณหภูมิลูกโป่ง ลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด

- 10) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม ดังนี้

- ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร ได้แก่ 1) ปริมาณความร้อนที่ให้กับสาร 2) มวลของสาร และ 3) ชนิดของสาร
- ความจุความร้อน เป็นค่าที่แสดงถึงความร้อนที่ทำให้วัตถุมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1 เคลวิน
- ความร้อนจำเพาะ เป็นความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 กิโลกรัมมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1 เคลวิน ซึ่งความร้อนจำเพาะเป็นสมบัติเฉพาะของสาร
- จุดติดไฟ เป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้สารเกิดการเผาไหม้เมื่อได้รับความร้อน

ทั้งนี้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนเขียนด้วยตนเองก่อน แล้วจึงนำเสนอ และอภิปรายสรุปร่วมกัน โดยผู้สอนอาจช่วยแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของผู้เรียนตามความเหมาะสม

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

- 1) หากผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารเพียงพอแล้ว อาจทบทวนตาม **ขั้นตอนการจัดกิจกรรม** ข้อที่ 3 เพียงสั้น ๆ
- 2) ผู้สอนอาจขยายความรู้เพิ่มเติมโดยให้ผู้เรียนใช้ความรู้เพื่ออธิบายการเกิดลมบก ลมทะเล หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

หนังสือเรียนและคู่มือผู้สอนของ สสวท. วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.1 เล่ม 2 กิจกรรมที่ 5.2

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายการเปลี่ยน อุณหภูมิของสาร เนื่องจากได้รับหรือ สูญเสียความร้อน และนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ได้อย่าง เหมาะสม	- พิจารณาการตอบ คำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลูกโป่งพอง	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับ การเปลี่ยนอุณหภูมิของ สารเนื่องจากได้รับหรือ สูญเสียความร้อน ไปอธิบายปรากฏการณ์ ทางวิทยาศาสตร์ ในชีวิตประจำวันอย่างง่าย ได้โดยตอบคำถามข้อที่ 1-2 ได้ถูกต้อง
2) ออกแบบการทดลอง เพื่ออธิบาย การเปลี่ยนอุณหภูมิ ของสารเนื่องจาก ได้รับหรือสูญเสีย ความร้อนและนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบ คำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของ สารส่งผลต่อ การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิของสาร	- สามารถออกแบบและ ประเมินการทดลอง โดยมีการระบุคำถาม สมมติฐาน และตัวแปร ที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบ คำถามได้โดยตอบคำถาม ข้อที่ 1-5 ได้ถูกต้อง
3) ตีความข้อมูลจาก ตารางและสามารถ ลงข้อสรุปที่เหมาะสม จากข้อมูล	- พิจารณาการตอบ คำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 ชนิดของสาร ส่งผลต่อ การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิของสาร	- สามารถออกแบบและ ประเมินการทดลอง โดยมีการระบุคำถาม สมมติฐาน และตัวแปร ที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบ คำถามได้โดยตอบคำถาม ข้อที่ 6 ได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

น้องมะลิอยากรู้ว่า “ถ้าสารต่างชนิดกันได้รับความร้อน สารแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร” โดยน้องมะลิมีทรายและน้ำอยู่ปริมาณหนึ่ง น้องมะลิควรออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้ ดังนี้

1. เตรียมสารชนิดละ 50 กรัม ใส่ปิกร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แยกกันชนิดละหนึ่งใบ
2. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของสารก่อนนำไปตากแดด จากนั้นนำไปตากแดดเป็นเวลา 20 นาที บันทึกผล
3. วัดอุณหภูมิของสารทุก ๆ 5 นาที บันทึกผล

ตอนที่ 1

1. คำถามของการทดลอง

.....

.....

2. สมมติฐานของการทดลอง

.....

.....

3. ตัวแปรต้น

.....

4. ตัวแปรตาม

.....

5. ตัวแปรควบคุม (ระบุอย่างน้อย 3 ตัวแปร)

.....

.....

ตอนที่ 2

6. ถ้าน้องมะลิทำการทดลองให้ความร้อนกับน้ำและทรายปริมาณเท่ากันตามวิธีการที่ออกแบบไว้ และบันทึกอุณหภูมิของน้ำและทราย ณ เวลาต่าง ๆ ได้ดังนี้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของสาร (องศาเซลเซียส)	
	น้ำ	ทราย
เริ่มต้น	25	25
5	26	27
10	28	30
15	31	33
20	35	37

จากข้อมูล ให้สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

- น้องมะลิอยากรู้ว่า “ถ้าสารต่างชนิดกันได้รับความร้อน สารแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร” โดยน้องมะลิมีทรายและน้ำอยู่ปริมาณหนึ่ง น้องมะลิต্বরออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้ ดังนี้
1. เตรียมสารชนิดละ 50 กรัม ใส่ปิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แยกกันชนิดละหนึ่งใบ
 2. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของสารก่อนนำไปตากแดด จากนั้นนำไปตากแดดเป็นเวลา 20 นาที บันทึกผล
 3. วัดอุณหภูมิของสารทุก ๆ 5 นาที บันทึกผล

ตอนที่ 1

1. คำถามของการทดลอง

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารหรือไม่ อย่างไร

2. สมมติฐานของการทดลอง

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร โดยหลังการทดลองอุณหภูมิของน้ำจะต่ำ/สูงกว่าทราย

3. ตัวแปรต้น

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ทราย และ น้ำ / ชนิดของสาร

4. ตัวแปรตาม

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ อุณหภูมิของสาร

5. ตัวแปรควบคุม (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	25
5	26	27
10	28	30
15	31	33
20	35	37

จากข้อมูล ให้สรุปผลการทดลอง

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เมื่อนำทรายและน้ำปริมาณเท่ากันไปตากแดดเป็นเวลา 20 นาที พบว่า อุณหภูมิของทรายเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 12 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส แสดงว่า ทรายและน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกัน โดยทรายมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าน้ำ จึงสรุปได้ว่า ชนิดของสารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร (และอาจชี้แนะให้ผู้เรียนสรุปโดยเชื่อมโยงกับสมมติฐานของตนเองในตอนที่ 1 ข้อ 2 เช่น ผลการทดลองนี้เป็นจริง/ไม่เป็นจริงตามสมมติฐานที่กำหนด)

เกณฑ์การประเมิน

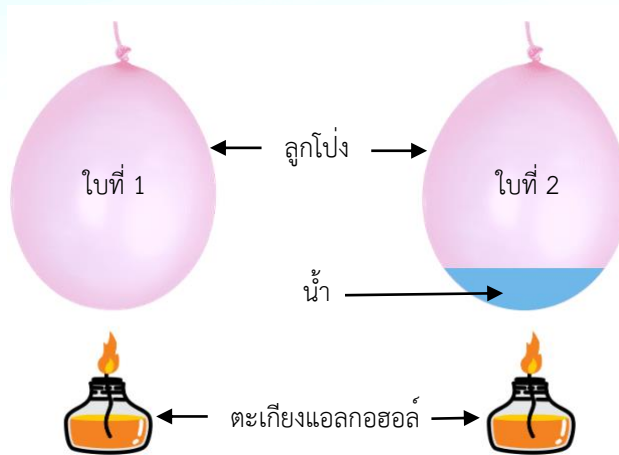
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบข้อที่ 1-6 ถูกต้อง	ดี
ตอบข้อที่ 1-5 ถูกต้อง	พอใช้
ตอบข้อที่ 1-4 ถูกต้องแต่ไม่ครบทุกข้อ หรือไม่ถูกต้องทุกข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลูกโป่งธรรมดา

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



1. เมื่อให้ความร้อนกับลูกโป่งทั้งสองใบเท่ากัน จะเกิดผลอย่างไร

.....

.....

2. จากการทดลองในวิดีโอที่ค้น เพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

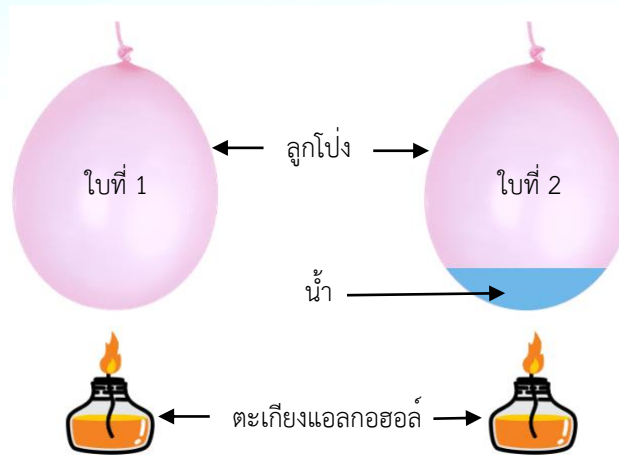
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบได้ถูกต้องทั้งสองข้อ	ดี
ตอบได้ถูกต้องเพียงหนึ่งข้อ	พอใช้
ตอบไม่ถูกต้องทั้งสองข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลูกโป่งธรรมดา

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม



1. เมื่อให้ความร้อนกับลูกโป่งทั้งสองใบเท่ากัน จะเกิดผลอย่างไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ลูกโป่งใบที่ 1 ระเบิด ลูกโป่งใบที่ 2 ไม่ระเบิด

2. จากการทดลองในวิดีโอที่ค้น เพราะเหตุใดลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ น้ำที่อยู่ภายในลูกโป่งจะดูดกลืนความร้อนจากเปลวไฟที่ถ่ายโอนผ่านลูกโป่ง ยางหรือ

ลูกโป่งมีอุณหภูมิลูกใหม่ที่ 120°C แต่น้ำในลูกโป่งจะทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าจุดติดไฟของ

ลูกโป่ง ลูกโป่งที่มีน้ำจึงไม่ระเบิด

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบได้ถูกต้องทั้งสองข้อ	ดี
ตอบได้ถูกต้องเพียงหนึ่งข้อ	พอใช้
ตอบไม่ถูกต้องทั้งสองข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

กิจกรรมที่ 11

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง เส้นใยคาร์บอน

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.1 ม.3/1-2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายสมบัติของเส้นใยคาร์บอนและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
- 2) ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่างแบบจำลองเส้นใยคาร์บอน และประเมินการออกแบบการทดลองได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

เส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber)

เส้นใยคาร์บอนหรือคาร์บอนไฟเบอร์ เป็นวัสดุทางวิทยาศาสตร์ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อยร้อยละ 90 มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 5-10 ไมโครเมตร กระบวนการผลิตเส้นใยคาร์บอนจะเริ่มต้นจากการนำเส้นใยพอลิเมอร์ เช่น พอลิอะคริโลไนไทรล์ (Polyacrylonitrile) หรือ PAN ผลิตเป็นเส้นใยและนำไปเผาเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมี แล้วนำไปเผาด้วยอุณหภูมิสูงมากทำให้เส้นใยมีความแข็งแรงมากขึ้น จากนั้นนำไปผ่านขั้นตอนเสริมแรงยึดเหนี่ยวของเส้นใยและเคลือบผิวเพื่อป้องกันเสียหาย แล้วจึงม้วนเป็นหลอดหรือท่อเป็นผืนเพื่อนำไปใช้ต่อไป เส้นใยคาร์บอนที่ผลิตได้มีสมบัติที่โดดเด่น เช่น มีความแข็งแรงสูง มีน้ำหนักเบา ด้านทานแรงดึงสูง ทนต่อสารเคมี ทนต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ต สมบัติเด่นเหล่านี้ทำให้เส้นใยคาร์บอนถูกนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างและวัสดุต่างๆ ในอุตสาหกรรมผลิตอย่างหลากหลาย เช่น การผลิตเครื่องบินและยานอวกาศ การผลิตรถยนต์ อุปกรณ์ป้องกัน การก่อสร้าง โดยในการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีการเสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยคาร์บอนจะนำผ้าเส้นใยคาร์บอนมาชุบด้วยพลาสติกหรือเรซินเพื่อขึ้นรูปเป็นรูปทรงต่าง ๆ ตามที่ต้องการ

การทดสอบสมบัติของวัสดุ

การทดสอบวัสดุ หมายถึง วิธีการในการทดสอบหรือตรวจสอบสมบัติต่างๆ ของตัววัสดุ เช่น สมบัติเชิงกล (Mechanical Properties) ซึ่งหมายถึง พฤติกรรมอย่างหนึ่งของวัสดุ ที่สามารถแสดงออกมาเมื่อมีแรงจากภายนอกกระทำต่อวัสดุ สมบัติทางเคมี (Chemical Properties) ซึ่งหมายถึง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและองค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทางฟิสิกส์ (Physical Properties) ซึ่งหมายถึงคุณลักษณะของเนื้อวัสดุ การทดสอบ ตรวจสอบ หรือการประเมินสมบัติด้านต่าง ๆ ของวัสดุ มีวิธีที่ใช้แตกต่างกันไปตามสมบัติที่ต้องการทดสอบ เช่น

1) การทดสอบการดึง (Tensile Test) เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าความเค้น (Stress) กล่าวคือเมื่อมีแรงที่มากระทำอยู่ในลักษณะของการดึง (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) วิดีทัศน์ที่ 1 การผลิตโครงสร้างของรถแข่ง **How It's Made: NASCAR Car Bodies.** - <https://www.youtube.com/watch?v=Kxtk5qai8o4>
- 3) วิดีทัศน์ที่ 2 เส้นใยคาร์บอน Carbon Fiber คืออะไร. <https://www.youtube.com/watch?v=3fjUhn9G4>

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม
- 4) ชิ้นงานตัวอย่างแบบจำลองเส้นใยคาร์บอน จำนวน 4 ชุด

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้วีดิทัศน์และคำถามเกี่ยวกับโครงร่าง **How It's Made: NASCAR Car Bodies** <https://www.youtube.com/watch?v=Kxtk5qai8o4> เช่น
 - นักเรียนรู้จักรถแข่งต่าง ๆ เช่น F-1 หรือ NASCAR ในวีดิทัศน์หรือไม่
 โดยเปิดวีดิทัศน์เฉพาะช่วงเวลา 0:00 – 0:35 ให้นักเรียนดูตัวอย่างรถ NASCAR

แนวคำตอบ ตอบตามประสบการณ์ เช่น รู้จัก ไม่รู้จัก



ภาพรถแข่ง NASCAR

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

- 2) ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวิดีโอที่สนต่อช่วงเวลา 0:35-1:03 ซึ่งนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตโครงสร้างรถที่มีการเสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยคาร์บอน โดยเวลาที่ 1:03 อาจอธิบายให้ผู้เรียนทราบว่าแผ่นสไตร์มลายดำที่เห็นนี้ คือ ผ้าเส้นใยคาร์บอน ซึ่งจะถูกตัดเป็นรูปแบบที่ต้องการด้วยเครื่องจักร



ภาพการผลิตชิ้นส่วนรถแข่งจากเส้นใยคาร์บอน

ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวิดีโอที่ค้นต่อไปเรื่อย 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) ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวิดีโอที่ค้นเกี่ยวกับเส้นใยคาร์บอน **Carbon Fiber คืออะไร?**

<https://www.youtube.com/watch?v=3fjUhn9Gb4>

เวลาที่ 0:00–7:26 โดยผู้สอนชี้มาให้สังเกตหรือถามนักเรียนเป็นระยะๆ เช่น

- เส้นใยคาร์บอนคืออะไร

แนวคำตอบ เป็นวัสดุทางวิทยาศาสตร์ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อยร้อยละ 90

- เส้นใยคาร์บอนมีสมบัติอย่างไร

แนวคำตอบ เส้นใยคาร์บอนมีความแข็งแรงแต่เปราะ หักได้ตามแนวยาว แต่แนวขวางมีความเหนียว มีน้ำหนักเบา

4) ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวิดีโอที่ค้น **Carbon Fiber คืออะไร?** ต่อ โดยอาจเปิดเนื้อหาช่วงการนำผ้าเส้นคาร์บอนไปผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรถ ซึ่งเวลาที่ 11:57 จะแสดงการทาอีพ็อกซีเรซินบนผ้าคาร์บอนที่วางอยู่บนเบ้าหล่อ (Mold) ผู้สอนอาจอธิบายเพิ่มเติมว่า สารอีพ็อกซีเรซินที่ใช้ทา เป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง



ภาพการทำสารอีพ็อกซีเรซินในการผลิตชิ้นส่วนรถแข่งจากเส้นใยคาร์บอน

5) ผู้สอนให้ผู้เรียนระดมความคิดเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับพลาสติก โดยใช้คำถาม เช่น

- นักเรียนรู้จักพลาสติกไหม
- นักเรียนรู้จักพลาสติกอะไรบ้างในชีวิตประจำวัน

6) ผู้สอนชี้ให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยว่า “จากวิดีโอทั้งสองเรื่องที่เปิดให้ดู (การผลิตโครงสร้างของรถแข่ง และ Carbon Fiber คืออะไร ?) จะเห็นว่าผู้ผลิตจะมีการทาสารอีพ็อกซีเรซิน ซึ่งเป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง นักเรียนคิดว่าทำไมจึงต้องมีการทาสารพลาสติกนี้ ทำไมจึงไม่ใช่เส้นใยคาร์บอนเปล่า ๆ” ผู้สอนควรให้ผู้เรียนคิดคำตอบได้ตามความคิดของตนเอง และแลกเปลี่ยนกับเพื่อน (อาจใช้เทคนิค Think-Pair-Share)

- 7) ผู้สอนให้ตัวแทนเสนอคำตอบและอภิปรายร่วมกัน โดยคำตอบของผู้เรียนอาจมีหลากหลาย เช่น เพื่อให้ผ้าเส้นใยคาร์บอนยึดเกาะกันเป็นชั้น ๆ ได้, เพื่อให้ขึ้นรูปได้ตามที่ต้องการ, เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง
- 8) ผู้สอนใช้คำตอบของผู้เรียนเพื่อชี้้นำเข้าสู่กิจกรรมที่ 1 เพื่อศึกษาว่า จำนวนชั้นและการทาพลาสติกบนผ้าเส้นใยคาร์บอนส่งผลต่อความแข็งแรงของเส้นใยคาร์บอนอย่างไร โดยผู้เรียนจะได้ออกแบบวิธีการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานผ้าเส้นใยคาร์บอน
- 9) ผู้สอนแสดงตัวอย่างชิ้นงานผ้าเส้นใยคาร์บอนจำนวน 4 ชั้น ที่ได้จากการทากาวบนเส้นใยคาร์บอน พร้อมกับชี้แจงอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างตัวอย่างคาร์บอนไฟเบอร์ ผู้สอนอาจแสดงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น ได้แก่ เศษผ้า, กาว, แผ่นฟรอยล์อะลูมิเนียม และสาธิตวิธีการสร้างชิ้นงานให้ผู้เรียนดู ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจการสร้างแบบจำลอง (ตัวอย่างชิ้นงาน) ที่เป็นตัวแทนของเส้นใยคาร์บอนของจริง
- กาว latex เป็นตัวแทนของอะไร
แนวคำตอบ พลาสติก/อีพ็อกซีเรซิน
 - ผ้า เป็นตัวแทนของอะไร
แนวคำตอบ เส้นใยคาร์บอน
- 10) ผู้สอนให้นักเรียนสังเกตชิ้นงานตัวอย่างคาร์บอนไฟเบอร์ โดยผู้สอนชี้ให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยว่า ชิ้นงานตัวอย่างแต่ละชิ้นจะมีสมบัติความแข็งแรงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร และถ้าหากจะทดสอบสมบัตินั้น ผู้เรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล (เมื่อครูกำหนดอุปกรณ์ตั้งใบกิจกรรม)
- 11) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนการทดลอง จากนั้นตรวจสอบความเข้าใจผู้เรียนโดยใช้คำถาม ซึ่งแต่ละคำถามผู้สอนควรสรุปหรืออธิบายสิ่งที่ถูกต้องให้ผู้เรียนเข้าใจตรงกัน ผู้สอนอาจเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและอภิปรายร่วมกัน
- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร
 - กิจกรรมนี้มีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร
 - ตัวแปรต้นคืออะไร ตัวแปรตามคืออะไร ตัวแปรควบคุมมีอะไรบ้าง
 - นักเรียนต้องสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง
- 12) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามใบกิจกรรม ผู้สอนเดินสังเกตผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และอาจให้ความช่วยเหลือตามความเหมาะสม
- 13) ผู้สอนให้แต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบการทดลอง โดยผู้สอนใช้คำถามดังนี้
- การออกแบบการทดลองของนักเรียน สามารถใช้ทดสอบสมบัติความแข็งแรงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - นักเรียนคิดว่าต้องควบคุมตัวแปรใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

- 14) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปกิจกรรม
- 15) ผู้สอนถามผู้เรียนว่า “นักเรียนรู้หรือไม่ว่า เทคนิคการเสริมความแข็งแรง (reinforcement) ให้เส้นใยคาร์บอนด้วยพลาสติก ถูกนำไปใช้ในงานหลายแบบ ให้นักเรียนลองค้นหาคำตอบว่า ใช้ในงานอะไรบ้าง” (ถ้ามีเวลา ครูอาจให้นักเรียนสืบค้นเองได้)
แนวคำตอบ การผลิตชิ้นส่วนของเครื่องบินและยานอวกาศ การผลิตอุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ (เช่น เสื้อเกราะ) เสื้อยืดคาร์บอนไฟเบอร์ ท่อคาร์บอนไฟเบอร์ การนำไปเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของอาคาร
- 16) ผู้สอนอาจให้ความรู้เพิ่มเติมว่า เทคนิคการเสริมความแข็งแรงของวัสดุด้วยเส้นใย ไม่ได้มีเพียงเส้นใยคาร์บอนเท่านั้น แต่มีเส้นใยวัสดุชนิดอื่น ๆ อีกด้วย เช่น ใยเหล็ก (steel fiber) ซึ่งใช้เสริมความแข็งแรงให้กับคอนกรีต
- 17) ครูให้นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ เช่น เส้นใยคาร์บอนคืออะไร มีสมบัติอย่างไร เพราะเหตุใดการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำจากเส้นใยคาร์บอนจึงต้องมีการทาพลาสติกไปด้วย และการทาพลาสติกหากมีเวลาเพียงพอ ครูควรให้นักเรียนเขียนด้วยตนเองก่อน แล้วจึงนำเสนอ และอภิปรายสรุปร่วมกัน โดยครูอาจช่วยแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนตามความเหมาะสม
- 18) ครูอาจชี้แนะให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เส้นใยคาร์บอนในด้านต่าง ๆ โดยอาจใช้คำถามนำว่า นอกจากการผลิตโครงสร้างรถแข่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้แล้ว เส้นใยคาร์บอนถูกนำไปผลิตอะไรอีกบ้าง

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน -

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://resinsthailand.com/%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/>
- 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>

10.การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายสมบัติของคาร์บอนไฟเบอร์และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง การทดสอบความแข็งแรงของผ้าคาร์บอนไฟเบอร์	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับคาร์บอนไฟเบอร์ไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง
2) ออกแบบการทดลองสังเกตและบันทึกผลแปลความหมายของข้อมูลและอธิบายผลของการทาพลาสติกที่มีต่อสมบัติของคาร์บอนไฟเบอร์ได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ผลของการทาพลาสติกที่มีต่อสมบัติของคาร์บอนไฟเบอร์	- สามารถแปลความหมายของข้อมูลเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับคาร์บอนไฟเบอร์ได้ถูกต้อง

6. ตารางบันทึกผล

--

คำถามท้ายกิจกรรม

การออกแบบการทดลองของนักเรียน สามารถใช้ทดสอบสมบัติความแข็งแรงได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การทดสอบความแข็งแรงของผ้าคาร์บอนไฟเบอร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบการทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่างแบบจำลองเส้นใยคาร์บอน

- จุดประสงค์ ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานตัวอย่างแบบจำลองเส้นใยคาร์บอน 4 ชุด

- สมมติฐาน (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ชิ้นงานที่มีจำนวนชั้นของผ้ามาก จะมีความแข็งแรงมาก

- ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ

ตัวแปรต้น.....จำนวนชั้นของผ้า

ตัวแปรตาม.....แรงที่ใช้ดึงที่มากที่สุดที่ทำให้ผ้าขาด

ตัวแปรควบคุม.....ชนิดของผ้า ชนิดของกาว

- วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้

- ชิ้นงานตัวอย่างแบบจำลองเส้นใยคาร์บอน จำนวน 4 ชุดต่อ 1 กลุ่ม
- ลูกแก้วขนาดเล็ก จำนวน 10 ลูกต่อ 1 กลุ่ม
- คลิป/ลวดโลหะ สำหรับทำขอเกี่ยว
- เชือกขาวแดง จำนวน 1 เส้นต่อ 1กลุ่ม
- เครื่องชั่งสปริง
- ถุงทรายขนาดต่าง ๆ
- ลูกตุ้มถ่วง

- วิธีการทดลอง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ

1. เจาะรูที่ขอบด้านหนึ่งของชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 1 แล้วใช้ลวดโลหะทำเป็นขอเกี่ยว

2. ใช้มือจับผ้าในแนวตั้ง แล้วถ้านำถุงทรายขนาด 200 กรัม มาห้อยกับขอเกี่ยวที่ผ้า

สังเกตการเปลี่ยนแปลงของผ้า

3. เพิ่มมวลของวัตถุที่ถ่วงผ้าโดยใช้ถุงทรายและลูกตุ้มถ่วง ครั้งละ 100 กรัม สังเกต

การเปลี่ยนแปลงของผ้าเมื่อมวลที่ถ่วงมีค่าเพิ่มขึ้น บันทึกมวลมากที่สุดที่ทำให้ผ้าขาด

4. ทำซ้ำ โดยเปลี่ยนเป็นชิ้นงานตัวอย่างหมายเลข 2 3 และ 4

6. ตารางบันทึกผล (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ

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

คำถามท้ายกิจกรรม

การออกแบบการทดลองของนักเรียน สามารถใช้ทดสอบสมบัติความแข็งแรงได้อย่างไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ การทดลองมีการออกแบบให้ใช้มวลที่ใช้ถ่วงผ้า ซึ่งมวลที่ถ่วงจะทำให้เกิดแรงกระทำต่อผ้า และออกแบบให้มีการเพิ่มมวลเรื่อย ๆ จนกระทั่งทำให้ผ้าขาด มวลมากที่สุดที่ทำให้ผ้าขาดสามารถบอกได้ถึงความแข็งแรงของผ้า ผ้าที่มีความแข็งแรงมากกว่า จะสามารถถ่วงมวลได้มากกว่า

กิจกรรมที่ 12

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.3 ม.2/6, ว 3.2 ม.2/3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้โดยใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม
- 2) ตีความข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมเพื่อลงข้อสรุปที่เหมาะสม
- 3) สร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปและวิจารณ์ข้อบกพร่องของข้อสรุปหรือข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

- 1) ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม เช่น

1.1) อัตราเร็วลม

อัตราเร็วลมมีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบอัตราเร็วเฉลี่ยของลมต่อปีก่อนที่จะทำการติดตั้งกังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้า

1.2) ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

กำลังการผลิตไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นตามขนาดของกังหันลม ซึ่งขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขึ้นอยู่กับขนาดกำลังผลิตไฟฟ้า (Capacity) เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด (Rotor Diameter) พื้นที่กวาดของใบพัด (Swept Area) ของกังหันลมผลิตไฟฟ้ารุ่นนั้น ๆ

- 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 หรือ การเพิ่มปริมาณแม่เหล็กให้มากขึ้นเพื่อให้เกิดการสร้างสนามแม่เหล็กที่มากขึ้น

4) กระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า

เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อัตราเร็วลม ความยาวของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) วิดีทัศน์ เรื่อง รู้จักมั๊ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 1
<https://www.youtube.com/watch?v=VhkqB4Lib3O>
- 2) วิดีทัศน์ เรื่อง รู้จักมั๊ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 2
https://www.youtube.com/watch?v=9mwR_Wltz-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 ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 6) อินเทอร์เน็ต ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

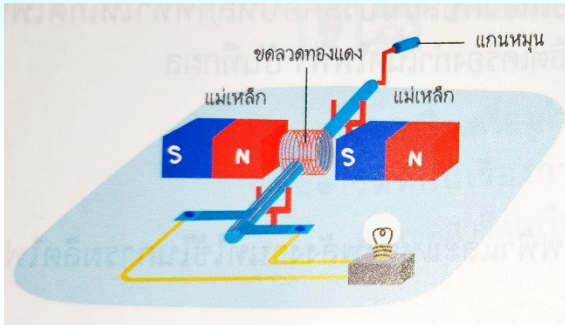
6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม
- 4) ศึกษาวิธีใช้งานโปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม
<https://interactives.ck12.org/simulations/physics/wind-turbine/app/index.html>

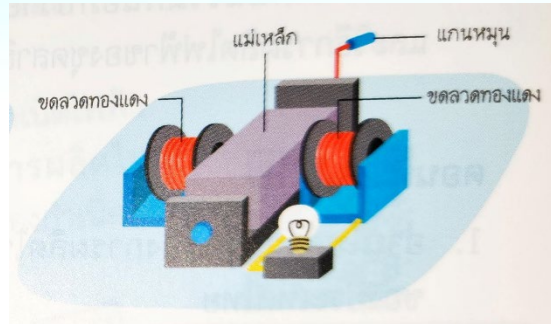
7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนทบทวนความรู้ เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้าและการทำงานของไดนาโม ดังนี้
 - ไฟฟ้าผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติหลายแหล่ง เช่น พลังงานจากลม พลังงานจากน้ำ พลังงานจากแก๊สธรรมชาติ การผลิตไฟฟ้าจะใช้อุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ที่เรียกว่า ไดนาโม ซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่ทำให้เกิดไฟฟ้า คือ แท่งแม่เหล็กและขดลวดทองแดง เมื่อหมุนแกนของขดลวดทองแดงที่อยู่ระหว่าง

แท่งแม่เหล็ก ดังภาพที่ 1 หรือ หมุนแกนของแท่งแม่เหล็กที่อยู่ระหว่างขดลวดทองแดง ดังภาพที่ 2 จะเกิดพลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีขดลวดทองแดงอยู่ระหว่างแท่งแม่เหล็ก

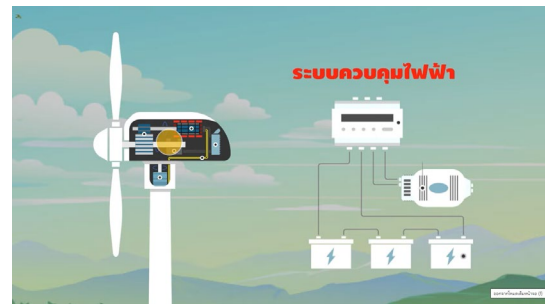


ภาพที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีแท่งแม่เหล็กอยู่ระหว่างขดลวดทองแดง

- 2) ผู้สอนอธิบายเชื่อมโยงไปสู่การผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมโดยเปิดวิดีโอวีดิทัศน์ เรื่อง รู้จักมั๊ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 1 <https://www.youtube.com/watch?v=VhkqB4Lib3Q> และวิดีโอวีดิทัศน์ เรื่อง รู้จักมั๊ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 2 https://www.youtube.com/watch?v=9mwR_Witz-4



ภาพที่ 3 รู้จักมั๊ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 1



ภาพที่ 4 รู้จักมั๊ย? กังหันลมผลิตไฟฟ้า ตอนที่ 2

เมื่อรับชมวิดีโอวีดิทัศน์จบ ผู้สอนถามคำถาม ดังนี้

- ใบพัดของกังหันลมทำหน้าที่ใด

แนวคำตอบ ใบพัด เป็นตัวรับพลังงานและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในกังหันลมทำหน้าที่ใด

แนวคำตอบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

- หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อลมพัดผ่านกังหัน จะมีพลังงานจลน์ที่เกิดจากลมทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุนทำให้ได้พลังงานกล จากนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

- ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกับปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม

แนวคำตอบ ความเร็วลม ความยาวใบพัด สถานที่ติดตั้งกังหันลม

จากนั้นผู้สอนแสดงภาพพลังงานลม เพื่อสรุปความรู้ ดังนี้



ภาพที่ 5 พลังงานลม

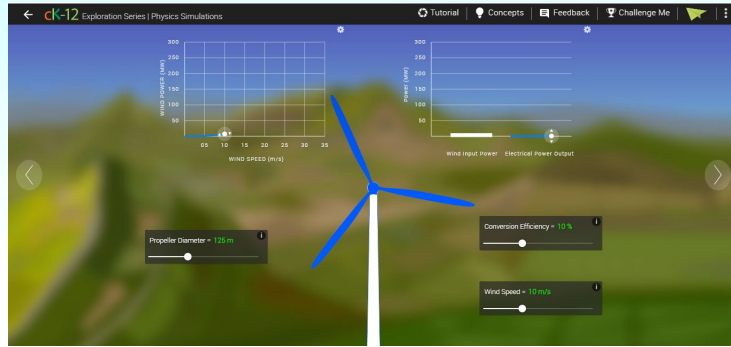
- 3) ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติม เรื่อง กำลังไฟฟ้า เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลม ดังนี้
- กำลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) หรือจูลต่อวินาที (J/s) เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

โดยทั่วไปนิยมวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยที่ใหญ่กว่าหน่วยจูล ซึ่งวัดกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ และคิดช่วงเวลาเป็นชั่วโมง ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าจึงวัดได้เป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือเรียกว่าหน่วยหรือยูนิิต

- 4) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 6 - 7 คน และชี้แจงใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม โดยแนะนำการใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม ดังภาพที่ 4

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



ภาพที่ 6 โปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

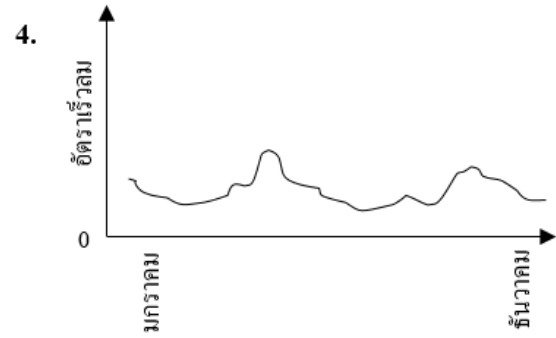
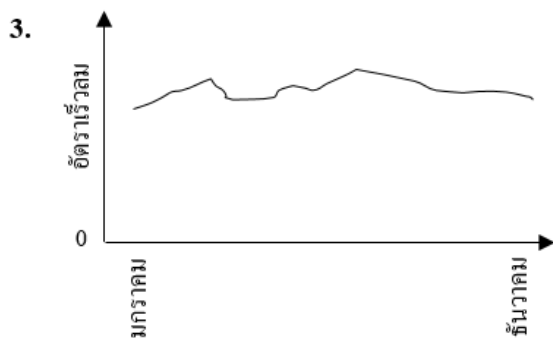
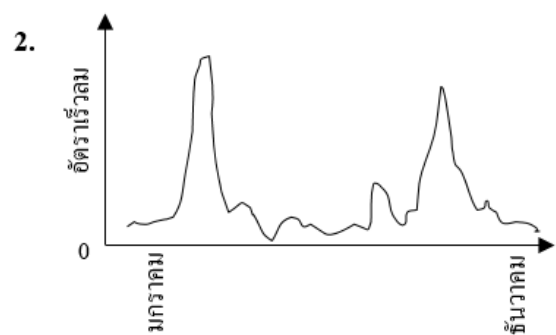
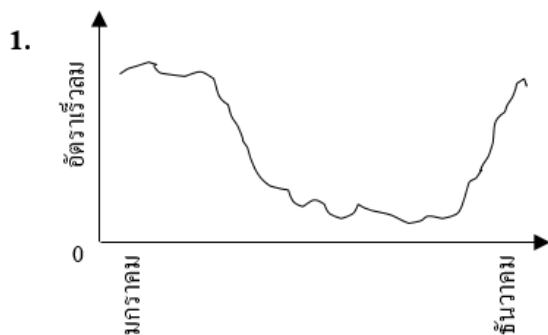
ให้ผู้เรียนทดลองใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม เช่น การปรับค่าของแต่ละตัวแปรที่เป็นปัจจัย การอ่านค่าในกราฟเส้นและกราฟแท่งที่แสดงผลเป็นค่ากำลังลมขาเข้าและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ หน่วยเป็นเมกะวัตต์ (MW) จากนั้นถามคำถามเพื่อให้ผู้เรียนใช้โปรแกรมเพื่อหาคำตอบร่วมกัน เช่น

- หากปรับอัตราเร็วลม 30 เมตรต่อวินาที เส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลม 125 เมตร ประสิทธิภาพของการแปลงพลังงาน 10% จะได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เท่าใด

แนวคำตอบ ประมาณ 19 – 20 เมกะวัตต์

5) ผู้สอนตั้งประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อขยายความรู้ ดังนี้

- พิจารณากราฟแสดงอัตราเร็วลมเฉลี่ยตลอดปีในสี่บริเวณต่างกัน



จากกราฟ หมายเลขใดเป็นสถานที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกังหันลม เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ หมายเลข 3 เนื่องจากกราฟแสดงอัตราเร็วลมที่สูงและสม่ำเสมอตลอดทั้งปี

6) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม ดังนี้

- เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป
 - จากกิจกรรม พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม คือ อัตราเร็วลม ความยาวของใบพัด ประสิทธิภาพของกังหันลม และสถานที่ติดตั้งกังหันลม
- ผู้สอนกล่าวเพิ่มเติมว่า นอกเหนือจากปัจจัยข้างต้นแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมอีก เช่น จำนวนใบพัดของกังหันลม องศาของแต่ละใบพัด เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้จากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมหรือสืบค้นข้อมูลตามความสนใจ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

ในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และอินเทอร์เน็ต สำหรับให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้ เพื่อศึกษาโปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม ผู้สอนสามารถสาธิตการใช้งานเพื่ออภิปรายร่วมกัน ทั้งห้องเรียน หรือ แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มตามจำนวนอุปกรณ์ ที่มีอยู่ได้

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) วิดีทัศน์ เรื่อง ผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร

<https://www.youtube.com/watch?v=FZJcJvO36mA>

- 2) วิดีทัศน์ เรื่อง พลังงานทดแทน

<https://rb.gy/owz349>

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกำลังการผลิตไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม	- สามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกำลังการผลิตไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม ตอบคำถามข้อที่ 1, 2, 5, และ 6 ได้ถูกต้อง
2) ตีความข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมเพื่อลงข้อสรุปที่เหมาะสม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม	- สามารถออกแบบและประเมินการทดลอง โดยมีการระบุคำถามสมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
			คำถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อกำลังการผลิตไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรมการจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วย กังหันลม ตอบคำถามข้อที่ 3 ได้ถูกต้อง
3) สร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปและวิจารณ์ข้อบกพร่องของข้อสรุปหรือข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม	- สามารถระบุ สื่อสาร และประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 4 ได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลปัจจัยที่มีผลการต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมและตอบคำถาม

อัตราเร็วลม Wind Speed (m/s)	เส้นผ่าน ศูนย์กลางของ กังหันลม Propeller Diameter (m)	ประสิทธิภาพ ของการแปลง พลังงาน Conversion Efficiency (%)	กำลังลม ขาเข้า Wind Input Power (MW)	กระแสไฟฟ้า ที่ผลิตได้ Electrical Power Output (MW)	ประสิทธิภาพ ของกังหันลม (กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้/ กำลังลมขาเข้า) $\times 100$ (%)
ชุดข้อมูลที่ 1					
10	150	30	10.6	3.2	30.19
20	150	30	84.8	25.4	29.95
30	150	30	286.3	85.8	29.97
ชุดข้อมูลที่ 2					
30	100	30	127.2	38.2	30.03
30	125	30	198.8	59.6	29.98
30	150	30	286.3	85.8	29.97
ชุดข้อมูลที่ 3					
30	150	5	286.3	14.3	4.99
30	150	10	286.3	28.6	9.99
30	150	20	286.3	57.3	20.01
30	150	30	286.3	85.8	29.97

คำถาม

- จากข้อมูลการศึกษาปัจจัยที่มีผลการต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม คิดว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้

.....

.....

.....

2. หากปรับอัตราเร็วลม 30 เมตรต่อวินาที เส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลม 100 เมตร ประสิทธิภาพของการแปลงพลังงาน 20% จะได้ค่าประสิทธิภาพของกังหันลมเท่าใด

.....

.....

.....

3. หากต้องการทราบว่าประสิทธิภาพของการแปลงพลังงานมีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะต้องเลือกชุดข้อมูลใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

4. “หากเพิ่มขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลมมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพของกังหันลมเพิ่มมากขึ้น” เห็นด้วยกับสมมติฐานนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. นอกจากปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในข้อ 1 นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ให้อยกมา 2 ตัวอย่าง

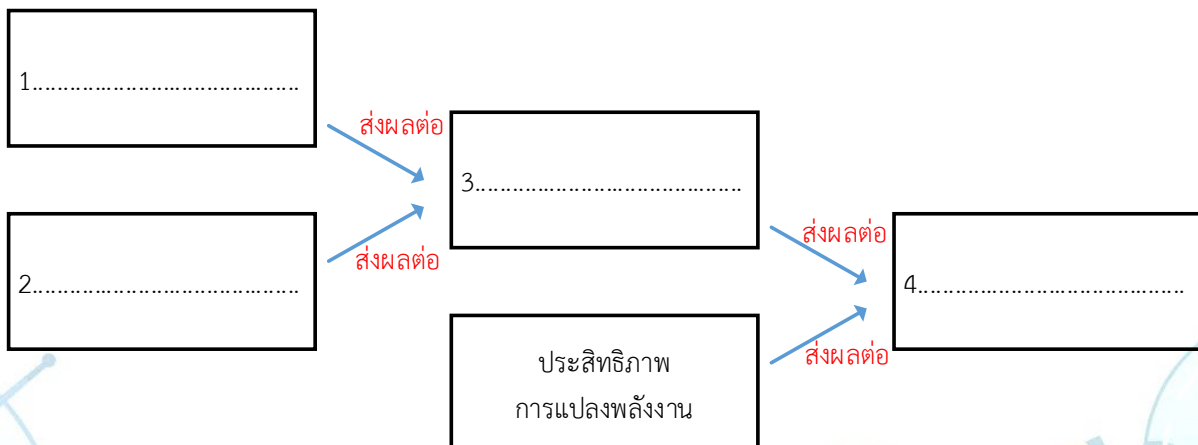
.....

.....

.....

6. ให้เติมคำต่อไปนี้ในช่องว่างให้ถูกต้อง

เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ อัตราเร็วลม กำลังลมขาเข้า



แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลปัจจัยที่มีผลการต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมและตอบคำถาม

อัตราเร็วลม Wind Speed (m/s)	เส้นผ่าน ศูนย์กลางของ กังหันลม Propeller Diameter (m)	ประสิทธิภาพ ของการแปลง พลังงาน Conversion Efficiency (%)	กำลังลม ขาเข้า Wind Input Power (MW)	กระแสไฟฟ้า ที่ผลิตได้ Electrical Power Output (MW)	ประสิทธิภาพ ของกังหันลม (กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้/ กำลังลมขาเข้า) $\times 100$ (%)
ชุดข้อมูลที่ 1					
10	150	30	10.6	3.2	30.19
20	150	30	84.8	25.4	29.95
30	150	30	286.3	85.8	29.97
ชุดข้อมูลที่ 2					
30	100	30	127.2	38.2	30.03
30	125	30	198.8	59.6	29.98
30	150	30	286.3	85.8	29.97
ชุดข้อมูลที่ 3					
30	150	5	286.3	14.3	4.99
30	150	10	286.3	28.6	9.99
30	150	20	286.3	57.3	20.01
30	150	30	286.3	85.8	29.97

คำถาม

- จากข้อมูลการศึกษาปัจจัยที่มีผลการต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม คิดว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ มี 3 ปัจจัย อัตราเร็วลม เส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลม ประสิทธิภาพของการแปลงพลังงาน

- หากปรับอัตราเร็วลม 30 เมตรต่อวินาที เส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลม 100 เมตร ประสิทธิภาพของการแปลงพลังงาน 20% จะได้ค่าประสิทธิภาพของกังหันลมเท่าใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ประมาณ 19 – 20 เมกะวัตต์

3. หากต้องการทราบว่าประสิทธิภาพของการแปลงพลังงานมีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะต้องเลือกชุดข้อมูลใด เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ ชุดข้อมูลที่ 3 เพราะตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ประสิทธิภาพของการแปลงพลังงาน ส่วนตัวแปรควบคุม คือ อัตราเร็วลม และเส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลม ซึ่งเมื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการแปลงพลังงานจะส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มมากขึ้น

4. “หากเพิ่มขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลมมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพของกังหันลมเพิ่มมากขึ้น” เห็นด้วยกับสมมุติฐานนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ไม่เห็นด้วย เนื่องจากเมื่อเพิ่มขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลม ประสิทธิภาพของกังหันลม (%) มีค่าลดลง

5. นอกจากปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในข้อ 1 คิดว่ามีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้ยกมา 2 ตัวอย่าง

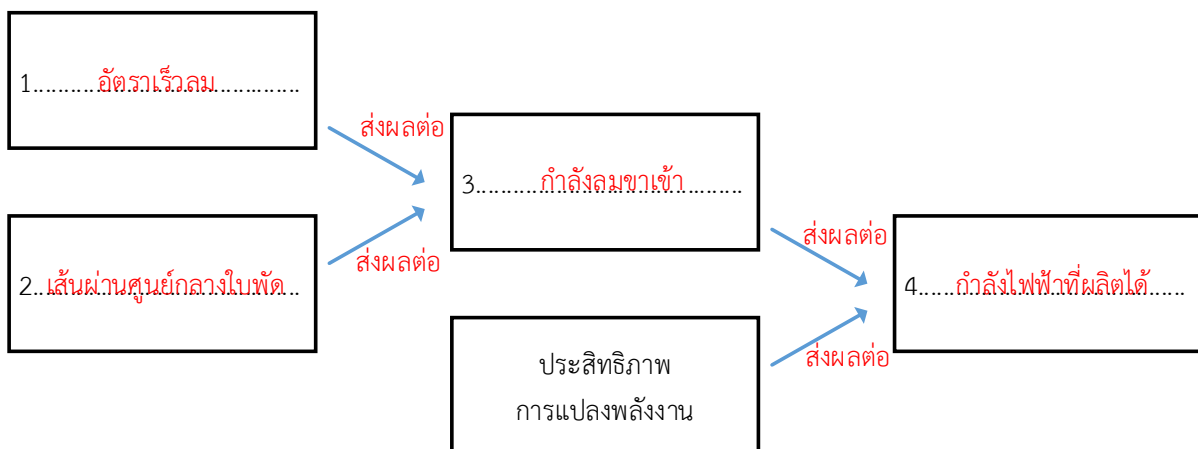
(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ความสูงของกังหันจากพื้นดิน จำนวนใบพัดของกังหันลม ความกว้างของใบพัด ประสิทธิภาพของชุดแกนหมุนใบพัด เป็นต้น

6. ให้เติมคำต่อไปนี้ในช่องว่างให้ถูกต้อง

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ



เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

กิจกรรมที่ 13

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว. 3.2 ม.1/6-7

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 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) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์เรือนกระจกในประเด็นว่า “นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับปรากฏการณ์เรือนกระจก”
- 2) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก เรื่องจริง หรือนวนิยาย? และตอบคำถาม จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลการตอบคำถาม
- 3) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาภาพที่ 1 การปล่อยแก๊สเรือนกระจกของแต่ละประเทศในปี 2022 (ร้อยละ) จากนั้นผู้สอนตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบและร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- ทำอันดับแรกที่ปล่อยแก๊สเรือนกระจกมากที่สุดคือประเทศใดบ้าง ตอบตามลำดับ

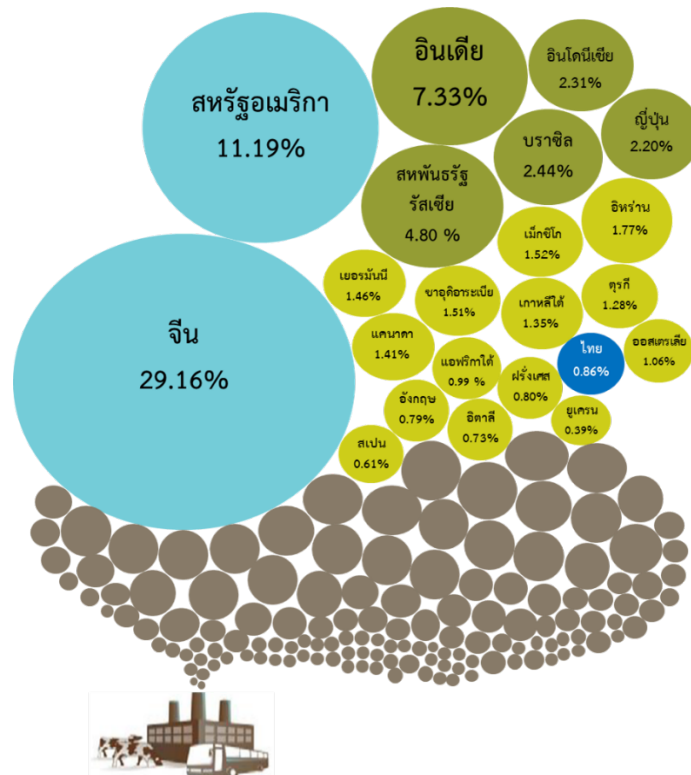
แนวคำตอบ จีน สหรัฐอเมริกา อินเดีย สหพันธรัฐรัสเซีย และบราซิล

- นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดบ้างจากประเทศเหล่านี้ทำให้เกิดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก

แนวคำตอบ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การขนส่ง การผลิตและใช้พลังงาน

- ในปี 2022 ประเทศไทยปล่อยแก๊สเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละเท่าใด

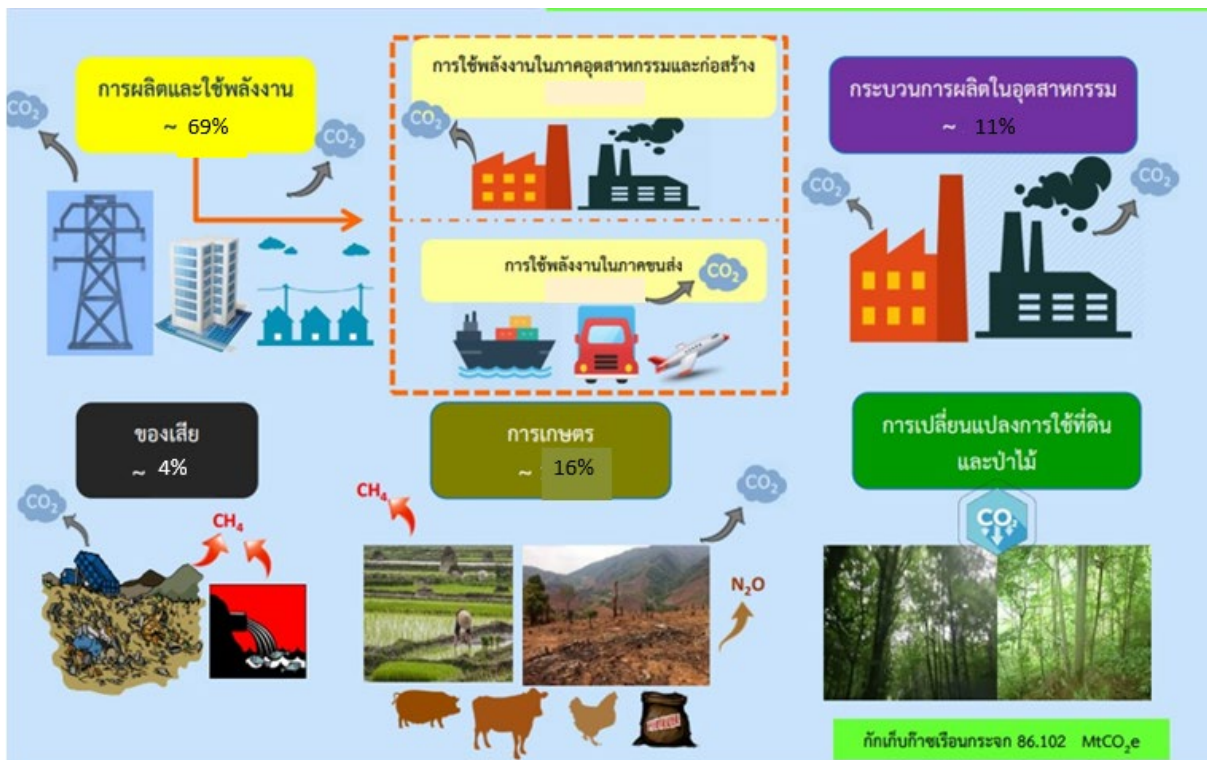
แนวคำตอบ ร้อยละ 0.86



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 ส่งผลให้น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นเป็นสาเหตุให้เกิดการพังทลายบริเวณชายฝั่งทะเล รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านเกษตรและอุตสาหกรรมชายทะเล
- เราทุกคนสามารถช่วยลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกได้โดย
 - ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ และใช้พลังงานทดแทนรูปอื่น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ
 - ลดการตัดไม้ทำลายป่า และปลูกป่าทดแทน
 - ลดการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว และลดการเผาขยะ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

- 1) หากมีเวลาสอนเพียงพอ ผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนออกแบบนวัตกรรมเพื่อลดปริมาณแก๊สเรือนกระจก

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานด้านแก๊สเรือนกระจกของไทย
 - องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) <https://www.tgo.or.th>

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้	- พิจารณาจาก การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ เรือนกระจก เรื่อง จริงหรือนวนิยาย?	- สามารถอธิบายสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เกิดจากปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยตอบคำถามข้อที่ 4-5 ได้ถูกต้อง
2) แปลความหมายจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกได้	- พิจารณาจาก การตอบคำถาม ระหว่างการทำ กิจกรรมและ ในใบกิจกรรม	- คำถามเกี่ยวกับ ภาพที่ 1 การปล่อย แก๊สเรือนกระจก ของแต่ละประเทศ ในปี 2022 (ร้อยละ) และภาพที่ 2 การปล่อย แก๊สเรือนกระจก ของประเทศไทย ปี 2561 - ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ เรือนกระจก เรื่องจริงหรือ นวนิยาย?	- สามารถแปลความหมายจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกจากภาพ รวมทั้งจากใบกิจกรรมได้ โดยตอบคำถามระหว่างเรียนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และตอบคำถามในใบกิจกรรมข้อที่ 1-3 ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ
3) ลงข้อสรุปเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ	- พิจารณาจาก การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม - พิจารณาจาก การให้เหตุผล	- ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ เรือนกระจก เรื่อง จริงหรือนวนิยาย?	- สามารถลงข้อสรุปเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกจากข้อความที่กำหนดให้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ปรากฏการณ์ เรือนกระจกได้	ในการสนับสนุนหรือ โต้แย้งจากข้อความ ที่กำหนดให้	- คำถามสำหรับ การอภิปราย ให้เหตุผล ในการสนับสนุน หรือโต้แย้ง	ได้อย่างเหมาะสมในระดับ พอใช้ และตอบคำถาม ในใบกิจกรรมข้อที่ 1-3 ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ

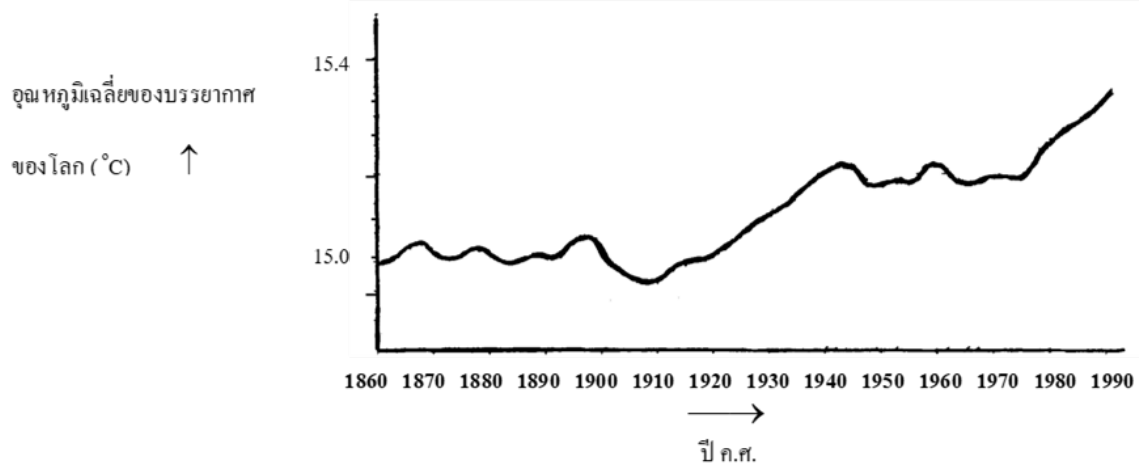
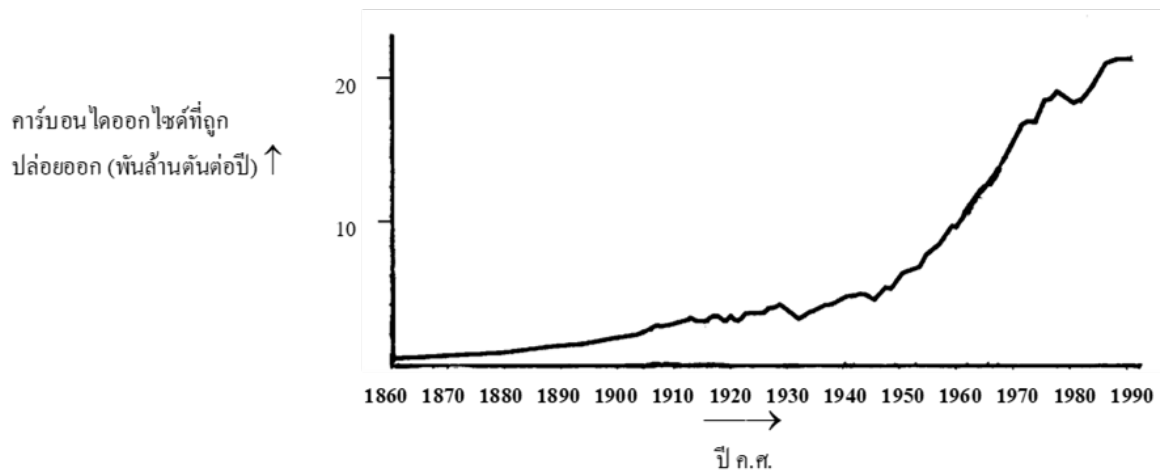
ใบกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก: เรื่องจริงหรือ นวนิยาย?

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ มีการกล่าวถึงกันมากในศตวรรษที่ 20 อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกได้เพิ่มสูงขึ้นจริง หนังสือพิมพ์และวารสารต่าง ๆ มักบอกว่า ตัวการสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 คือ การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์

นักเรียนคนหนึ่งชื่ออัจฉริยะ สนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ที่อาจเป็นไปได้ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลก และ ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาบนโลก

เขาค้นพบกราฟ 2 รูปในห้องสมุดดังต่อไปนี้



อัจฉริยะสรุปจากกราฟสองรูปนี้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกที่สูงขึ้น เป็นเพราะคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาสู่โลกเพิ่มมากขึ้น

1. นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของอัจฉริยะหรือไม่ มีหลักฐานใดสนับสนุนข้อคิดเห็นดังกล่าว

.....

.....

.....

2. นักเรียนอีกคนหนึ่งชื่อ อัจฉราพร สรุปจากข้อมูลเดียวกันว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกไม่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนคิดว่า อัจฉราพรใช้หลักฐานใดในกราฟในการลงข้อสรุปดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนเห็นด้วยกับอัจฉริยะหรืออัจฉราพร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการเพิ่มปริมาณของแก๊สชนิดใดอีกได้บ้าง

.....

.....

5. การที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อบ้าง

.....

.....

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?

- นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของอัจฉริยะหรือไม่ มีหลักฐานใดสนับสนุนข้อคิดเห็นดังกล่าว
(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)
แนวคำตอบ แนวโน้มของกราฟอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศโลก และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
ในบรรยากาศมีลักษณะคล้ายกัน โดยมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป
- นักเรียนอีกคนหนึ่งชื่อ อัจฉราพร สรุปจากข้อมูลเดียวกันว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกไม่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนคิดว่า อัจฉราพรใช้หลักฐานใดในกราฟในการลงข้อสรุปดังกล่าว
(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)
แนวคำตอบ แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ และอุณหภูมิเฉลี่ยของ
บรรยากาศ มีบางช่วงเวลาที่สอดคล้องกัน เช่น
ช่วงปี 1980-1983 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ลดลง แต่อุณหภูมิในช่วงเวลานั้นเพิ่มขึ้น
ช่วงปี 1900-1910 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิในช่วงเวลานั้นลดลง
ช่วงปี 1960-1970 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิในช่วงเวลานั้นลดลง
- นักเรียนเห็นด้วยกับอัจฉริยะหรืออัจฉราพร เพราะเหตุใด
(สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)
แนวคำตอบ ตอบตามความเห็นของนักเรียน เช่น
เห็นด้วยกับอัจฉริยะ เนื่องจากภาพรวมของกราฟทั้งสองสอดคล้องกัน แม้มีบางช่วงไม่สอดคล้องแต่อาจจะ
เกิดจากปัจจัยแทรกซ้อนอื่น
เห็นด้วยกับอัจฉราพร เนื่องจากข้อมูลในกราฟทั้งสอง มีหลายช่วงเวลาที่สอดคล้องกัน
- นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการเพิ่มปริมาณของแก๊สชนิดใดอีกได้บ้าง
(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)
แนวคำตอบ แก๊สมีเทน ไนตรัสออกไซด์ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน อนุภาคน้ำ
- การที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่ออะไรบ้าง
(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)
แนวคำตอบ สภาพอากาศเปลี่ยนแปลง น้ำแข็งหลอมเหลว ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เกิดการกัดเซาะของชายฝั่ง

เกณฑ์การประเมิน

สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ
(ข้อที่ 4 และ 5)

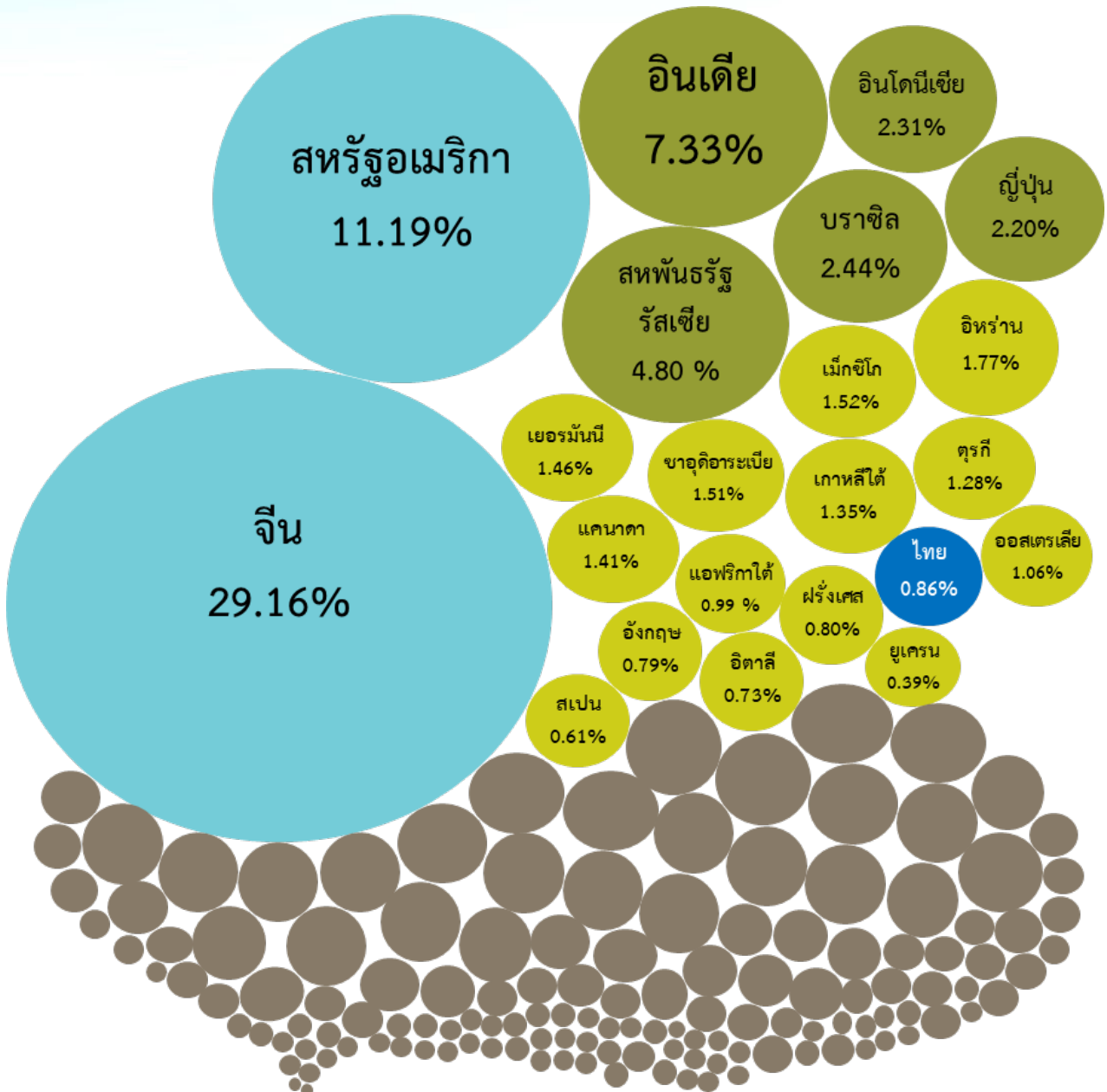
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้อง 2 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-1 ข้อ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

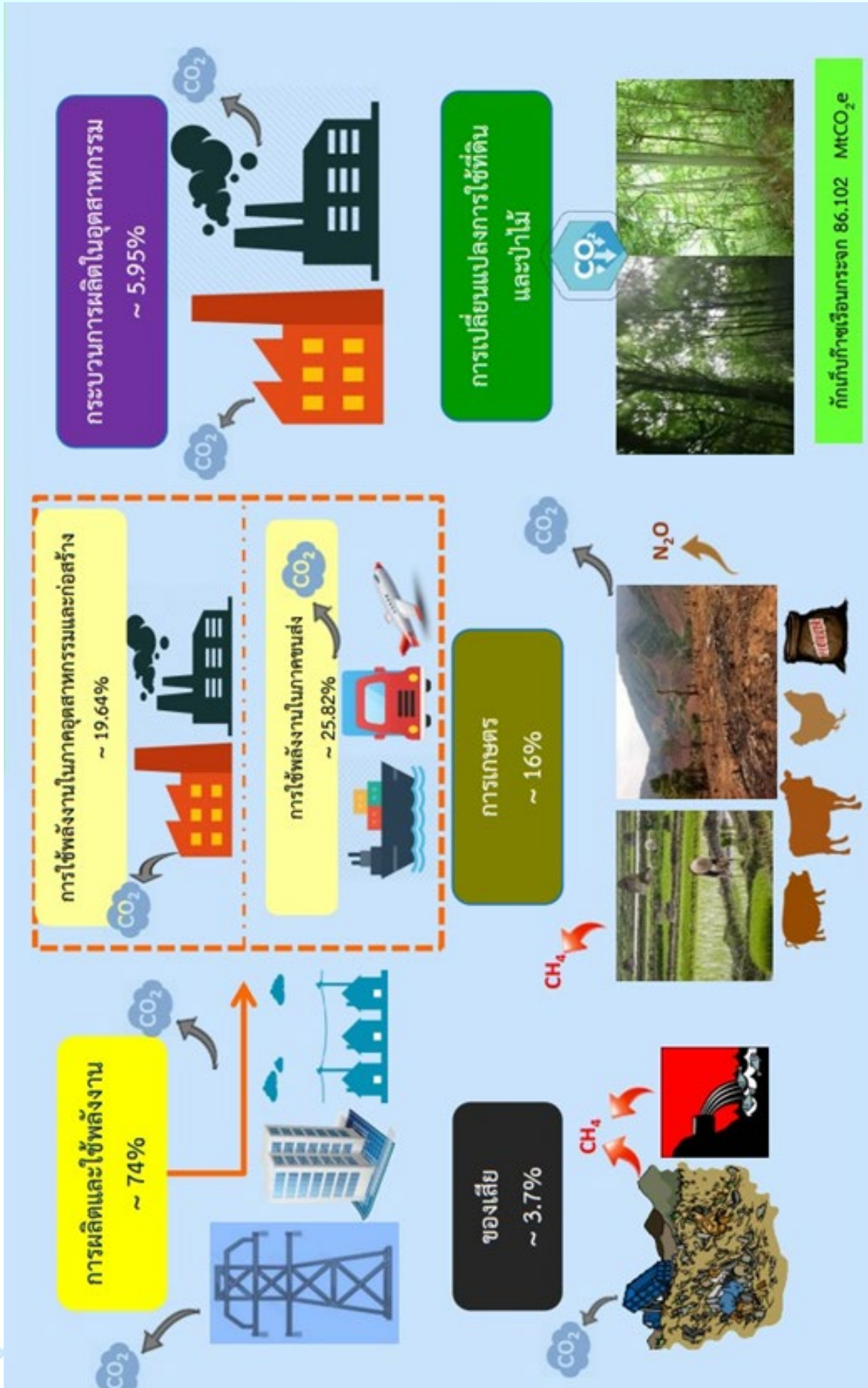
สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ
และศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ
(ข้อที่ 1, 2 และ 3)

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 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.2 ม.2/5

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายสาเหตุของการเกิดฝนกรด ผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และแนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรดได้
- 2) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งเกี่ยวกับผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ในธรรมชาติ เมื่อน้ำฝนรวมตัวกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ สามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับหินบางประเภทได้ เช่น หินปูน หินอ่อน ทำให้เกิดการกร่อนของหินที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ แต่จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่มีการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่อง อันมีสาเหตุสำคัญมาจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากเครื่องยนต์ การปล่อยควันพิษและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือกระบวนการตามธรรมชาติบางอย่าง เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ในบริเวณดังกล่าวเป็นปริมาณมาก เมื่อรวมตัวกับน้ำฝน จะทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่ ที่เรียกว่าฝนกรด 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) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

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

- สิ่ง que เห็นในภาพพบได้ที่ใด

แนวคำตอบ ในถ้ำ

- สิ่ง que เห็นในภาพเกิดขึ้นได้อย่างไร

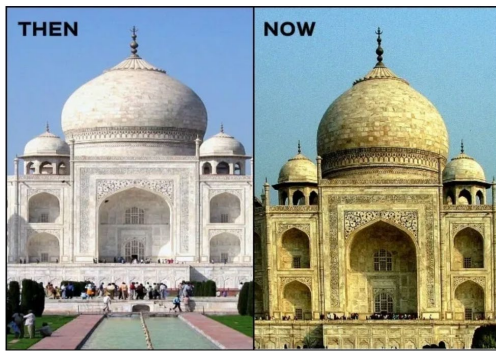
แนวคำตอบ น้ำฝนที่มีสภาพเป็นกรดไหลซึมลงสู่รอยแตกบริเวณโพรงหรือถ้ำหินปูน แล้วทำปฏิกิริยากับแร่แคลไซต์หรือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ที่เป็นองค์ประกอบหลักของหินปูน ได้เป็นสารละลายแคลเซียมไบคาร์บอเนตหรือแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ เมื่อน้ำระเหยออกไปจะเหลือสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมมีลักษณะเป็นแท่งหินบริเวณเพดานถ้ำหรือพื้นถ้ำ

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

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

“สถานที่และรูปสลักในภาพมีการกร่อน นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุของการเกิดเป็นอย่างไร”

แนวการตอบ ฝนกรด การผุพังอยู่กับที่ การกร่อนโดยลม น้ำ ฯลฯ



ทัชมาฮาล ประเทศอินเดีย



วิหารพารเธนอน 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 กลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมทีละข้อ โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้
 - ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของใบความรู้มาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง
 - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือมีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร
 - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
- 7) ผู้สอนตั้งประเด็นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นเกี่ยวกับผลกระทบของฝนกรดและแนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรด ดังต่อไปนี้

7.1) ถ้ามีผู้กล่าวว่า "ฝนกรดจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของภูเขาหินปูนหรือสิ่งก่อสร้างที่เป็นหินปูนเท่านั้น" นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวการตอบ

- เห็นด้วย เพราะฝนกรดทำปฏิกิริยากับหินปูน
- ไม่เห็นด้วย เพราะฝนกรดยังส่งผลกระทบต่ออาคารดำรงชีวิตของพืช สัตว์ และมนุษย์
- ไม่เห็นด้วย เพราะฝนกรดส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น
- ไม่เห็นด้วย เพราะฝนกรดสร้างความระคายเคืองต่อผิวหนัง ดวงตา และระบบทางเดินหายใจ รวมไปถึงระบบทางเดินอาหารของมนุษย์

จากนั้นผู้สอนให้ตัวแทนผู้เรียน 3 - 4 คน นำเสนอคำตอบ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นได้เสนอความคิดเห็นและอภิปรายว่าเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

7.2) ถ้ามีผู้กล่าวว่า "หากรัฐบาลมีนโยบายเรียกเก็บภาษีเพิ่มเติมกับโรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นต้นเหตุในการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งก่อให้เกิดฝนกรด" นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวการตอบ

- เห็นด้วย เพราะโรงงานอุตสาหกรรมจะลดการปล่อยหรือมีมาตรการควบคุมการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งก่อให้เกิดฝนกรด
- ไม่เห็นด้วย เพราะอาจทำให้สินค้าอุปโภคบริโภคมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสินค้าเกี่ยวกับการอุปโภคบริโภคขึ้นราคาสินค้าจากภาษีที่เพิ่มขึ้น

จากนั้นผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นสองกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนกลุ่มหนึ่งแสดงบทบาทสมมติเป็นฝ่ายผู้ได้รับผลกระทบจากโรงงาน ที่ต้องอภิปรายให้เหตุผลสนับสนุนในประเด็นดังกล่าว ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเป็นฝ่ายตัวแทนจากโรงงาน ที่ต้องอภิปรายให้เหตุผลโต้แย้งในประเด็นดังกล่าว

- 8) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
- ในธรรมชาติ อากาศจะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบอยู่เล็กน้อย เมื่อน้ำฝนรวมตัวกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับหินบางประเภทที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบได้ เช่น หินปูน หินอ่อน ทำให้พบการกร่อนของหินปูนได้โดยทั่วไป แต่จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่มีการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่อง อันมีสาเหตุสำคัญจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากเครื่องยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม หรือกระบวนการตามธรรมชาติ บางอย่าง เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นปริมาณมาก เมื่อรวมตัวกับน้ำฝน จะทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่ที่เรียกว่า ฝนกรด เมื่อฝนกรดตกลงมายังพื้นโลกจะส่งผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การลดผลกระทบจากฝนกรดทำได้โดยการควบคุมการเกิดสารประกอบของซัลเฟอร์และไนโตรเจน
 - การสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ควรมีการสืบค้น ประเมิน และสื่อสารข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยเป็นข้อมูลที่สำคัญ ครอบคลุม และมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ต้องการค้นหาคำตอบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

- 1) ในขั้นตอนการเชื่อมโยงเข้าสู่ เรื่อง ฝนกรด ผู้สอนอาจนำภาพสิ่งปลูกสร้าง รูปสลัก ที่เกิดการกร่อนโดยฝนกรดที่พบเห็นในท้องถิ่นของผู้เรียนให้ผู้เรียนพิจารณา เพื่อช่วยดึงดูดหรือกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

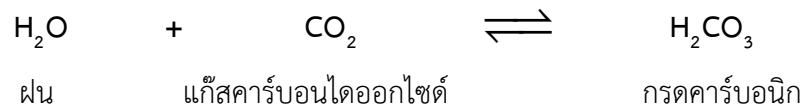
- 1) หินงอกหินย้อยเกิดขึ้นได้อย่างไร.
 - <https://www.youtube.com/watch?v=N4pyt82qtDY> สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567
 - <https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/67016/-blo-sciar-sci-> สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567
- 2) ฝนกรด (Acid Rain) เกิดขึ้นได้อย่างไร
 - <https://ngthai.com/science/27149/acid-rain/> สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายสาเหตุของการเกิดฝนกรด ผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และแนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรดได้	- พิจารณาจาก การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับ ฝนกรดไปอธิบาย ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1-3 ได้ถูกต้อง
2) ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งเกี่ยวกับผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม	- พิจารณาจาก การให้เหตุผล ในการสนับสนุน หรือโต้แย้งจาก ข้อความที่ กำหนดให้ - การสังเกต พฤติกรรม การอภิปราย ในชั้นเรียน	- คำถามสำหรับ การอภิปราย ให้เหตุผล ในการสนับสนุน หรือโต้แย้ง - แบบประเมิน พฤติกรรม การอภิปรายใน ชั้นเรียน	- สามารถใช้ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุน หรือโต้แย้งเกี่ยวกับ ผลกระทบของฝนกรดที่มี ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ อย่างเหมาะสมในระดับ พอใช้

ใบความรู้ เรื่อง ฝนกรด (Acid Rain) เกิดขึ้นได้อย่างไร

ในอากาศประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่เล็กน้อย (0.035 % โดยปริมาตร) เมื่อหยดน้ำขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในอากาศรวมกันเป็นเมฆและตกลงมาเป็นฝน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะสามารถรวมตัวกับน้ำทำให้เกิดกรดคาร์บอนิกในน้ำฝน ดังสมการ

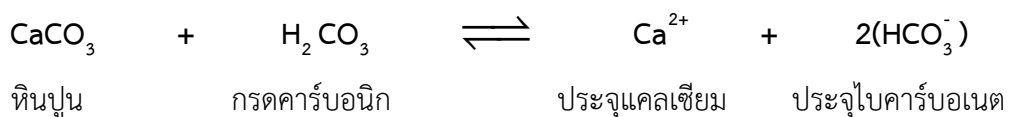


น้ำฝนที่มีสมบัติเป็นกรดอ่อน สามารถที่จะละลายหินบางประเภทได้ดี เช่น หินปูน และหินอ่อน เป็นต้น สภาพแวดล้อมในปัจจุบัน มลพิษทางอากาศจากท่อไอเสียรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้น้ำฝนมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

หินปูน หินอ่อน เป็นหินที่พบบริเวณผิวโลก ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นส่วนใหญ่ และเป็นหินที่สามารถละลายได้อย่างช้า ๆ กับฝนที่มีสมบัติเป็นกรดอ่อน ดังสมการ



ที่มาภาพ : <https://www.paiduaykan.com> สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567



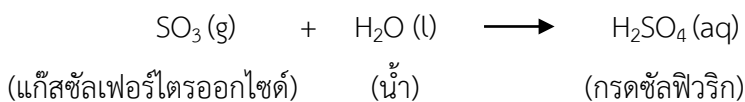
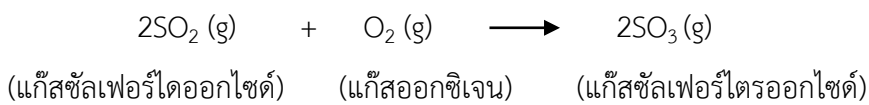
สาเหตุของการเกิดฝนกรด

ในธรรมชาติ เมื่อเกิดการระเบิดของภูเขาไฟ หรือเกิดไฟฟ้า หรือการเน่าเปื่อยของซากพืช มักเป็นสาเหตุของการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide: SO₂) ปริมาณมากเข้าสู่ชั้นบรรยากาศโลก ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงเวลานั้นมีฤทธิ์เป็นกรดมากกว่าน้ำฝนปกติ แต่ปรากฏการณ์ฝนกรดในธรรมชาติเกิดขึ้นไม่บ่อยครั้ง

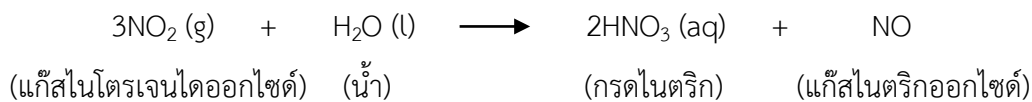
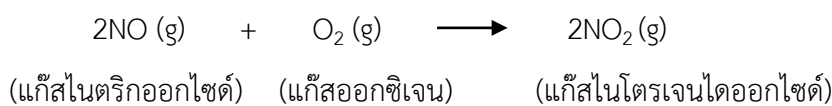
กิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ปริมาณมหาศาล โดยเฉพาะจากการเผาไหม้ถ่านหินในอุตสาหกรรมไฟฟ้า การปล่อยควันพิษและของเสียจากโรงงานต่าง ๆ รวมไปถึงมลพิษจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์

แก๊สพิษสำคัญที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่จะทำให้เกิดฝนกรดมี 2 ชนิด คือ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือแก๊สไนตริกออกไซด์ ซึ่งแก๊สพิษนี้เมื่อลอยขึ้นไปในบรรยากาศ จะละลายกับหยดน้ำฝน ทำให้เกิดเป็นกรดได้ ขึ้นกับชนิดของแก๊สที่เข้าร่วมตัวกับน้ำฝน ดังนี้

สมการเคมีการเกิดฝนกรดจากแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์



สมการเคมีการเกิดฝนกรดจากออกไซด์ของไนโตรเจน



ผลกระทบจากปรากฏการณ์ฝนกรด

- 1. ความเสียหายต่อดินและป่าไม้** ฝนกรดส่งผลกระทบต่อธาตุอาหารของพืชในดิน โดยละลายและพัดพา สารอาหารที่จำเป็น เช่น แคลเซียม (Calcium) แมกนีเซียม (Magnesium) และโพแทสเซียม (Potassium) ในดินลงสู่แหล่งน้ำ รวมถึงสารพิษต่าง ๆ เช่น อะลูมิเนียม (Aluminum) และปรอท (Mercury) ทำให้พืชดูดซึมธาตุอาหารเหล่านี้ได้ยาก นอกจากนี้ การมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศปริมาณมาก ยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการทำงานของปากใบ ซึ่งลดทอนความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ฝนกรดยังสร้างความเสียหายทางกายภาพต่อต้นไม้อีกด้วย ทำให้ป่าไม้มีความเสี่ยงต่อการติดโรคและเผชิญกับภัยจากแมลงต่าง ๆ
- 2. ความเสียหายต่อแหล่งน้ำและสิ่งมีชีวิต** ฝนกรดสร้างผลกระทบทางระบบนิเวศมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อแหล่งน้ำในธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นทะเลสาบ ลำธาร พื้นที่ชุ่มน้ำ หรือแหล่งน้ำบาดาล ฝนกรดทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น รวมถึงการพัดพาสารพิษต่าง ๆ ในดินลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลเสียต่อสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะ

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ ซึ่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจสร้างความเสียหายต่อเนื่องไปยังสิ่งมีชีวิตลำดับถัดไปในห่วงโซ่อาหาร 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 トラบใดที่มนุษย์เรายังทำการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในปริมาณมหาศาลทุกวัน

แนวทางการลดผลกระทบจากฝนกรดทำได้โดยการควบคุมกำเนิดสารประกอบของซัลเฟอร์และไนโตรเจน

1. เลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ต่ำ
2. ปรับปรุงการเผาไหม้ เพื่อควบคุมการเกิดสารประกอบออกไซด์ไนโตรเจน ด้วยการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 1,500 องศาเซลเซียส
3. ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการสันดาป
4. การติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อกำจัดมลพิษก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง

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

2) <https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=15&chap=10&page=t15-10-infodetail11.html> สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567

ใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

รูปถ่ายข้างล่างนี้ เป็นรูปแกะสลักที่เรียกว่า แครียาทิด ซึ่งถูกสร้างไว้ที่มหาวิหารอโครโพลิสในกรุงเอเธนส์ เมื่อกว่า 2,500 ปีมาแล้ว รูปแกะสลักนี้ทำด้วยหินชนิดหนึ่งที่เรียกว่า หินอ่อน หินอ่อนประกอบด้วย แคลเซียมคาร์บอเนต

ในปี ค.ศ.1980 รูปแกะสลักเดิมถูกย้ายมาอยู่ภายในพิพิธภัณฑของอโครโพลิสและเอารูปสลักจำลองวางไว้แทนที่ เนื่องจากรูปแกะสลักเดิมถูกกัดกร่อนจากฝนกรด



1. ฝนกรดเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ผลกระทบที่เกิดจากฝนกรดมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. การป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ฝนกรด

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

รูปถ่ายข้างล่างนี้ เป็นรูปแกะสลักที่เรียกว่า แครียาทิด ซึ่งถูกสร้างไว้ที่มหาวิหารอโครโพลิสในกรุงเอเธนส์ เมื่อกว่า 2,500 ปีมาแล้ว รูปแกะสลักนี้ทำด้วยหินชนิดหนึ่งที่เรียกว่า หินอ่อน หินอ่อนประกอบด้วย แคลเซียมคาร์บอเนต

ในปี ค.ศ.1980 รูปแกะสลักเดิมถูกย้ายมาอยู่ภายในพิพิธภัณฑสถานของอโครโพลิสและเอารูปสลักจำลองวางไว้แทนที่ เนื่องจากรูปแกะสลักเดิมถูกกัดกร่อนจากฝนกรด



1. ฝนกรดเกิดขึ้นได้อย่างไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ เกิดจากน้ำฝนทำปฏิกิริยากับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์และแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ จากโรงงานอุตสาหกรรม หรือการระเบิดของภูเขาไฟ เกิดเป็นสารละลายกรดซัลฟิวริกหรือสารละลายกรดไนตริก ทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่

2. ผลกระทบที่เกิดจากฝนกรดมีอะไรบ้าง

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ - ทำให้สิ่งก่อสร้างผุกร่อนเร็วกว่าปกติ

- สร้างความระคายเคืองต่อผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจของมนุษย์

- ทำให้แหล่งน้ำมีความเป็นกรดสูงขึ้น ไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

- ทำให้ธาตุอาหารในดินของพืชลดลง

3. การป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษได้อย่างไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ - การเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ต่ำ

- ใช้พลังงานทดแทนจากธรรมชาติทดแทนเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ

- ควบคุมการปล่อยควันจากโรงงานอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้าให้มีการจำกัดแก๊สซัลเฟอร์-ออกไซด์และแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ก่อนกำจัดออกสู่บรรยากาศ

- ควบคุมเครื่องจักรกลของโรงงานอุตสาหกรรมให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

เกณฑ์การประเมิน

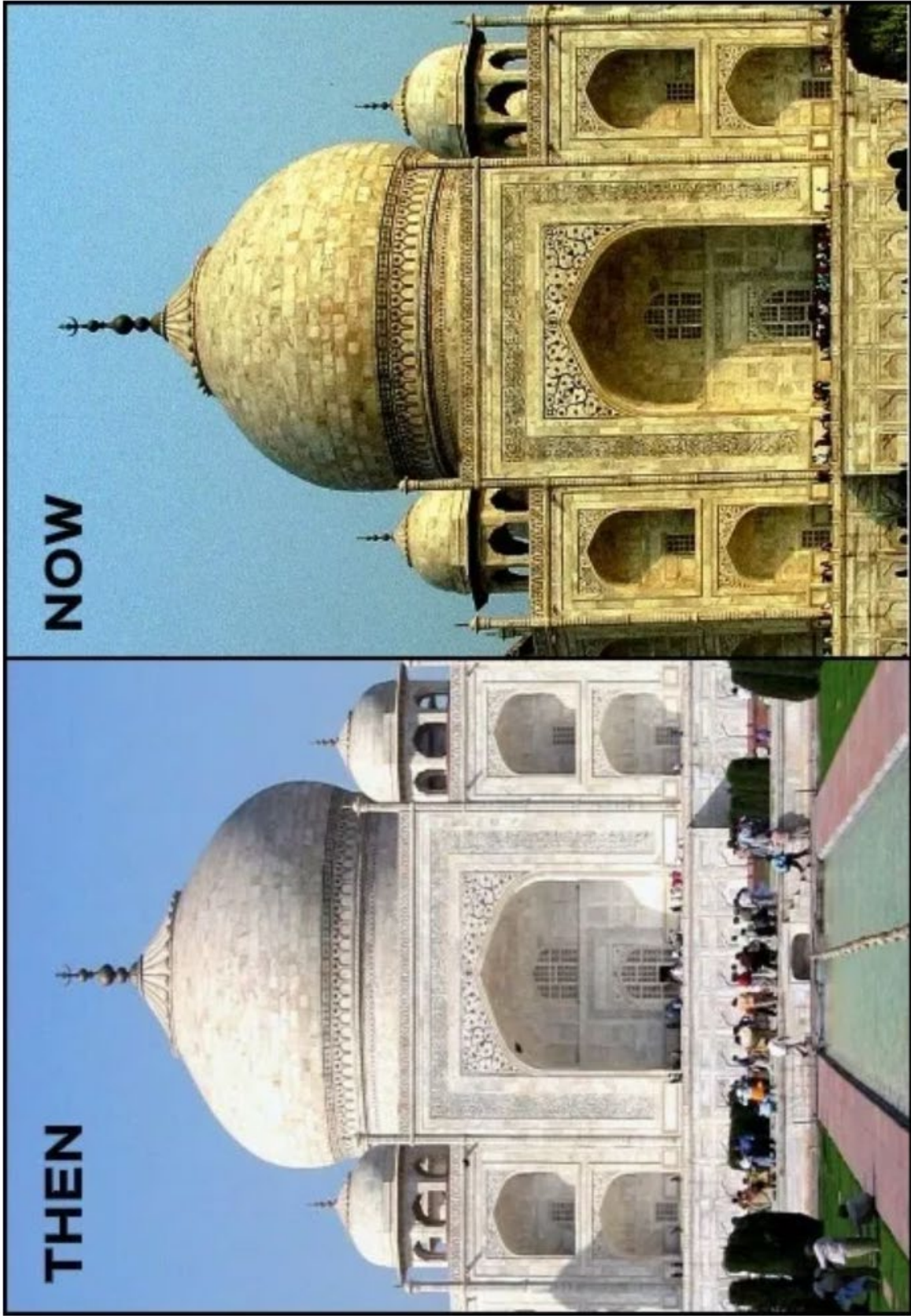
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องทั้ง 3 ข้อ	ผ่าน
ตอบถูกต้อง 0-2 ข้อ	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

ภาพประกอบ



เล่มที่ 3 : กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์



ทัชมาฮาล ประเทศอินเดีย



วิหารพาร์เธนอน ในกรุงเอเธนส์ ประเทศกรีซ



รูปสลัก

กิจกรรมที่ 15

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง แกรนด์แคนยอน

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.2 ม.2/5

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 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 เป็นกระบวนการที่ทำให้เศษหินหรือตะกอนถูกน้ำพาให้หลุดไปหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม 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) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอภาพภูมิประเทศแบบหุบผาลึก (Canyon) และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางธรณี ดังนี้



ที่มาภาพ : https://www.americansouthwest.net/arizona/grand_canyon/comanche-north_1.html

สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

- พื้นที่นี้มีสภาพภูมิประเทศโดดเด่นอย่างไร

แนวคำตอบ หุบผาลึก หน้าผา แม่น้ำ ภูเขา ฯลฯ

- นักเรียนคิดว่ากระบวนการธรรมชาติใดบ้างที่ทำให้เกิดภูมิประเทศในลักษณะนี้

แนวคำตอบ การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน ฯลฯ

- 2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า นักเรียนอยากรู้หรือไม่ว่าลักษณะภูมิประเทศดังภาพเกิดขึ้นได้อย่างไร 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 กลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรม โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายดังต่อไปนี้
 - ในการตอบคำถามข้อนี้ สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนใดของสถานการณ์ในใบกิจกรรม มาใช้ในการตอบคำถามได้บ้าง

- นักเรียนคนอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - คำตอบของเพื่อนครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
 - คำตอบของเพื่อนมีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร
 - นักเรียนคนใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบนี้หรือไม่ อย่างไร
- 4) ผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันถึงสถานที่ที่เรียกว่าแกรนด์แคนยอนเมืองไทย เชื่อมโยงไปสู่กิจกรรมการอภิปรายเพื่อให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคำถาม ดังนี้
- นักเรียนคิดว่าประเทศไทยเรามีภูมิประเทศแบบแคนยอนหรือไม่
 - นักเรียนคิดว่าสถานที่ท่องเที่ยวที่เรียกว่า แกรนด์แคนยอนเมืองไทย ดังกล่าวมีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบเขาลึกจริงหรือไม่
- 5) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อคำตอบถามในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอนเมืองไทย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพลักษณะพื้นที่ ภูมิประเทศ และทางน้ำไหล จากภาพสถานการณ์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งภายในกลุ่มว่า “สถานที่ดังกล่าวมีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบเขาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด”
- 6) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอคำตอบของกลุ่ม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลุ่มอื่นได้เสนอความคิดเห็นและอภิปรายว่าเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร
- 7) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้
- หุบเขาลึกหรือแคนยอน (Canyon) เป็นลักษณะของผิวโลกที่เป็นหุบเขาลึกที่มักเกิดในเขตภูมิอากาศแห้งแล้งที่มีฝนตกเป็นครั้งคราว เกิดจากน้ำไหลกัดเซาะหินจนเป็นร่องลึกลงไปจนเหลือให้เห็นเป็นหน้าผาที่สูงชันทั้งสองฝั่ง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบแคนยอน ประกอบด้วย
 - การผุพังอยู่กับที่* เป็นกระบวนการที่ทำให้หินผุพังลงที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น กระแส น้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ระยะเวลา แรงโน้มถ่วงของโลก ความเป็นกรดของฝน
 - การกร่อนและการพัด* เป็นกระบวนการที่ทำให้เศษหินหรือตะกอนถูกน้ำพาให้หลุดไปหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม โดยตัวนำพาหรือปัจจัยต่าง ๆ เช่น กระแส น้ำ ธารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงของโลก ภูมิประเทศ ระยะเวลา
 - การสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ควรมีการสืบค้น ประเมิน และสื่อสารข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยเป็นข้อมูลที่สำคัญ ครอบคลุม และมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ต้องการค้นหาคำตอบ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

- 1) แนะนำให้ผู้สอนจัดกิจกรรมนี้ให้กับผู้เรียนภายหลังจากที่ผู้เรียนได้ผ่านการเรียนในเนื้อหา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีของผิวโลก แล้ว เพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาของกิจกรรมนี้ได้ง่ายขึ้น

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) การผูกพันอยู่กับที่. <https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33925>
สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2567
- 2) การผูกพัน 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) อธิบายกระบวนการผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน และการพัดพาตะกอนที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบหุบผาลึกได้	- พิจารณาจาก การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาไปอธิบายการเกิดภูมิประเทศแบบหุบผาลึกและปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1-2 และ 5-7 ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ข้อ
2) ระบุคำถามที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกที่สามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้	- พิจารณาจาก การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน	- สามารถระบุคำถามที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกที่สามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้โดยตอบคำถามข้อที่ 3-4 ได้ถูกต้อง
3) ประเมินและใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบ	- พิจารณาจาก การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอน เมืองไทย	- สามารถประเมินข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึกได้ถูกต้องเหมาะสมในระดับพอใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
หุบผาลึกได้ถูกต้อง เหมาะสม	- สังเกต พฤติกรรม การอภิปราย ในชั้นเรียน	- แบบประเมิน พฤติกรรม การอภิปราย ในชั้นเรียน	และตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ

ภาพประกอบการนำเข้าสู่บทเรียน



อุทยานแห่งชาติแกรนด์แคนยอน

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

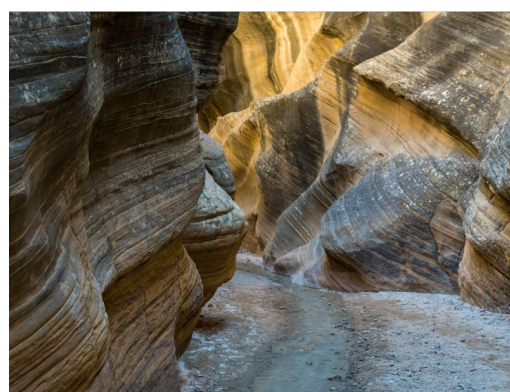
สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

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 เป็นกระบวนการที่ทำให้เศษหินหรือตะกอนถูกน้ำพาให้หลุดไปหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม 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

เล่มที่ 3 : กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แกรนด์แคนยอน

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

แกรนด์แคนยอนตั้งอยู่ในทะเลทรายแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา เป็นหุบเขาที่กว้างใหญ่และลึกมาก ประกอบด้วยชั้นหินหลายชั้น ในอดีตกาลการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกได้ยกชั้นหินเหล่านี้ขึ้นมาเหนือผิวดิน ปัจจุบันแกรนด์แคนยอนหลายส่วนมีความลึก 1.6 กม. มีแม่น้ำโคโลราโดไหลผ่านด้านล่างสุดของหุบเขา

จตุรูปของแกรนด์แคนยอนที่ถ่ายจากขอบด้านทิศใต้ สามารถเห็นชั้นหินที่แตกต่างกันหลายชั้นได้ชัดเจนตามแนวผนังของหุบเขา



หินปูน A

หินชนวน A

หินปูน B

หินชนวน B

หินชีสต์และหินแกรนิต

- กระบวนการผูกพันอยู่กับที่ที่เป็นกระบวนการหลักซึ่งทำให้เกิดภูมิประเทศแบบ “แกรนด์แคนยอน” คือ กระบวนการผูกพันอยู่กับที่ประเภทใด และเกิดจากปัจจัยใด

.....

.....

- ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลำน้ำในแกรนด์แคนยอนมีรูปร่างคดเคี้ยวคืออะไร

.....

.....

ในทุก ๆ ปี จะมีคนประมาณ 5 ล้านคนไปเที่ยวอุทยานแห่งชาติแกรนด์แคนยอน ทำให้มีความกังวลว่า จะมีความเสียหายเกิดขึ้นกับอุทยานเนื่องจากมีคนไปเที่ยวจำนวนมาก

จึงมีความสงสัยและต้องการตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้

3. “การกร่อนที่เกิดขึ้นจากการใช้เส้นทางเดินของนักท่องเที่ยว มีมากน้อยเท่าใด”

ข้อความข้างต้นสามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

4. “พื้นที่ของอุทยานมีความสวยงามเท่ากับเมื่อ 100 ปีก่อนหรือไม่”

ข้อความข้างต้นสามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

5. อุณหภูมิในแกรนด์แคนยอนอยู่ในช่วงตั้งแต่ต่ำกว่า 0°C จนถึงสูงกว่า 40°C แม้ว่าจะเป็นบริเวณทะเลทราย บางครั้งรอยแตกของหินก็กักเก็บน้ำไว้ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและน้ำในรอยแตกของหินไปเร่ง การแตกร้าวของหินได้อย่างไร

.....

.....

6. มีฟอสซิลของซากสัตว์ทะเลหลายชนิด เช่น หอยกาบคู่ ไครนอยด์ และปะการัง อยู่ในชั้นหินปูน A ของแกรนด์ แคนยอน 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: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

แกรนด์แคนยอนตั้งอยู่ในทะเลทรายแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา เป็นหุบเขาที่กว้างใหญ่และลึกมาก ประกอบด้วยชั้นหินหลายชั้น ในอดีตกาลการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกได้ยกชั้นหินเหล่านี้ขึ้นมาเหนือผิวดิน ปัจจุบันแกรนด์แคนยอนหลายส่วนมีความลึก 1.6 กม. มีแม่น้ำโคโลราโดไหลผ่านด้านล่างสุดของหุบเขา

จตุรูปของแกรนด์แคนยอนที่ถ่ายจากขอบด้านทิศใต้ สามารถเห็นชั้นหินที่แตกต่างกันหลายชั้นได้ชัดเจนตามแนวผนังของหุบเขา



หินปูน A

หินชนวน A

หินปูน B

หินชนวน B

หินชีสต์และหินแกรนิต

1. กระบวนการผุพังอยู่กับที่ที่เป็นกระบวนการหลักซึ่งทำให้เกิดภูมิประเทศแบบ “แกรนด์แคนยอน”

คือ กระบวนการผุพังอยู่กับที่ประเภทใด และเกิดจากปัจจัยใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ การผุพังทางกายภาพ เกิดจากการไหลของแม่น้ำ

2. ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลำน้ำในแกรนด์แคนยอนมีรูปร่างคดเคี้ยวคืออะไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ความเร็วของกระแส/ความชันของพื้นที่/อายุของแม่น้ำ/ความคงทนของหินในพื้นที่

ในทุก ๆ ปี จะมีคนประมาณ 5 ล้านคนไปเที่ยวอุทยานแห่งชาติแกรนด์แคนยอน ทำให้มีความกังวลว่า จะมีความเสียหายเกิดขึ้นกับอุทยานเนื่องจากมีคนไปเที่ยวจำนวนมาก

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 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและน้ำในรอยแตกของหินไปเร่ง การแตกร้าวของหินได้อย่างไร (สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ น้ำที่กักเก็บแข็งตัวจะขยายตัวในรอยแตกของหิน จึงเร่งการแตกร้าวของหินได้

6. มีฟอสซิลของซากสัตว์ทะเลหลายชนิด เช่น หอยกาบคู่ ไครนอยด์ และปะการัง อยู่ในชั้นหินปูน A ของแกรนด์ แคนยอน มีอะไรเกิดขึ้นเมื่อหลายล้านปีก่อนที่อธิบายว่าทำไมฟอสซิลเหล่านี้จึงถูกพบที่นั่น

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ ในสมัยก่อนบริเวณนั้นเป็นบริเวณที่มีมหาสมุทร และมีการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกจึงทำให้น้ำทะเลแห้งไป

7. เมื่อเวลาผ่านไปอีก 100 ปีข้างหน้า นักเรียนคิดว่าแกรนด์แคนยอนจะมีสภาพเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ มีความกว้างของหุบเขาและความลึกของร่องเขาเพิ่มขึ้น เนื่องจากกระบวนการผุพังอยู่กับที่ และกระบวนการกร่อนที่ยาวนานมากขึ้น

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

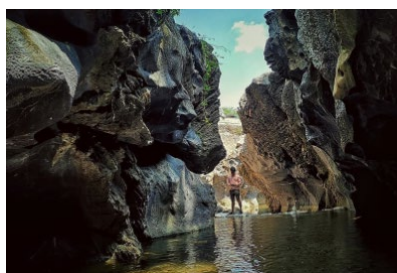
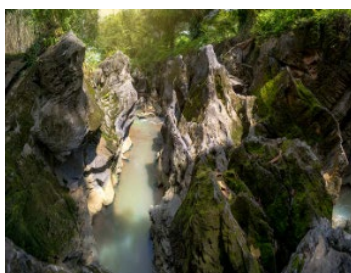
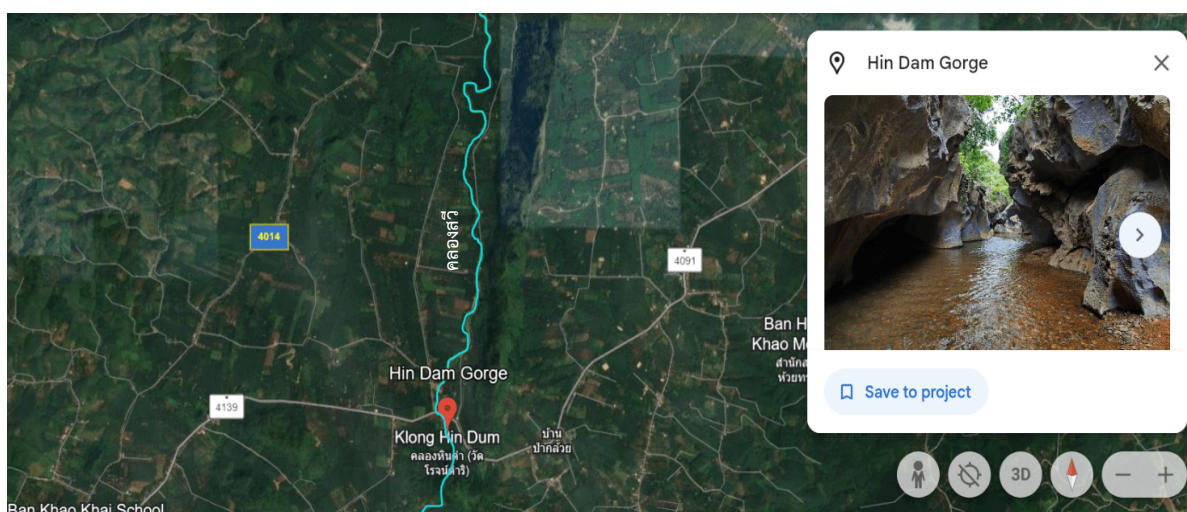
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอนเมืองไทย

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

1. คลองหินดำ แกรนด์แคนยอน จ.ชุมพร



ที่มาภาพ : 1) <https://travel.trueid.net/detail/PErwP7nO0PxX> สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

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

“คลองหินดำ แกรนด์แคนยอน” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด

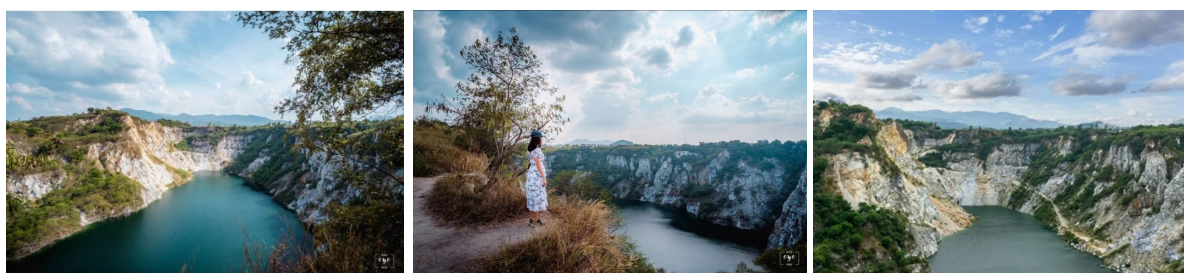
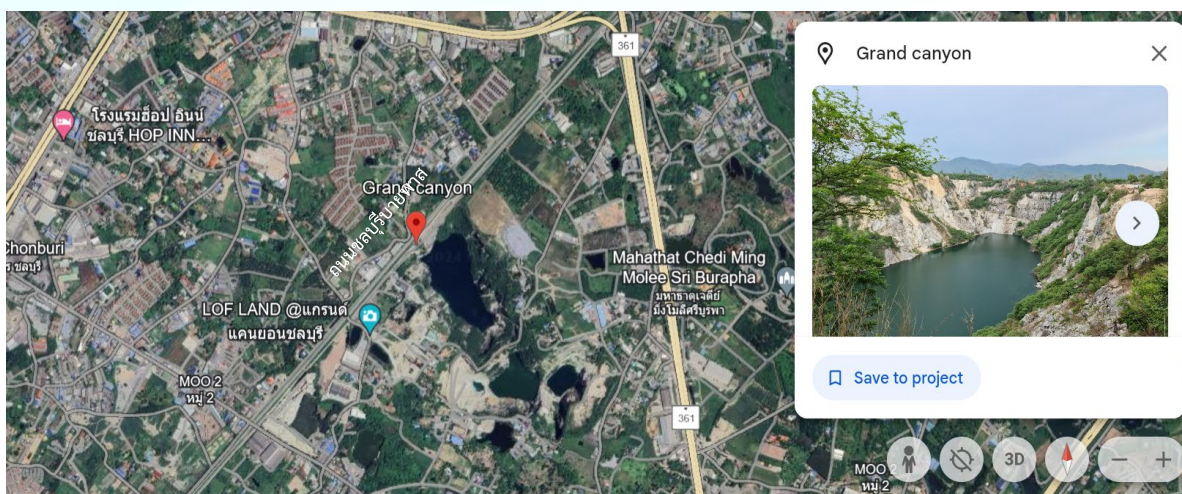
.....

.....

.....

.....

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 หรือแกรนด์แคนยอนคีรี” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด

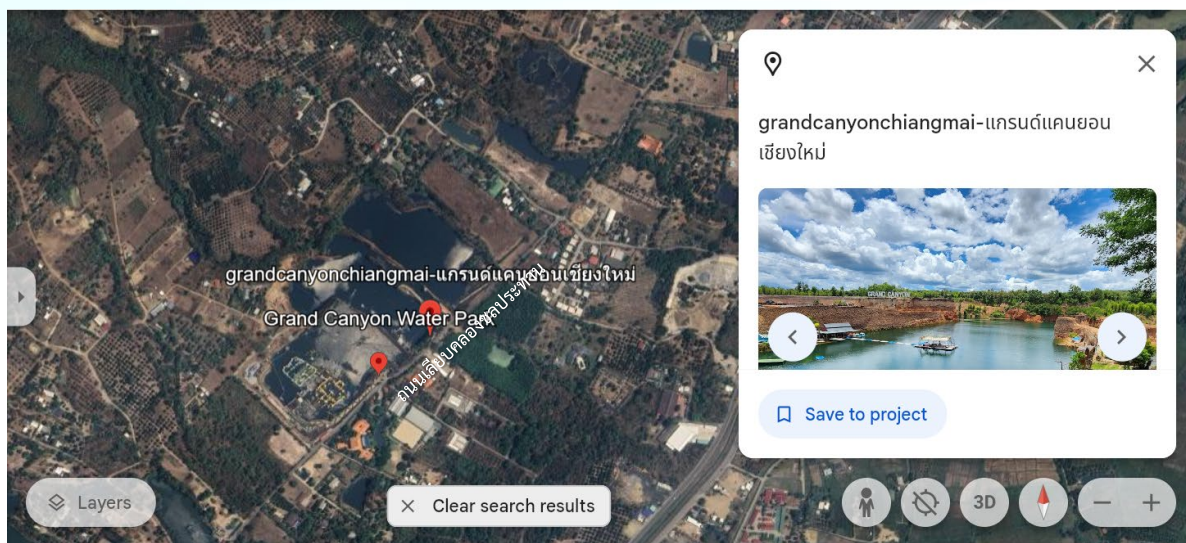
.....

.....

.....

.....

3. แกรนด์แคนยอนเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่



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

“แกรนด์แคนยอนเชียงใหม่” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด

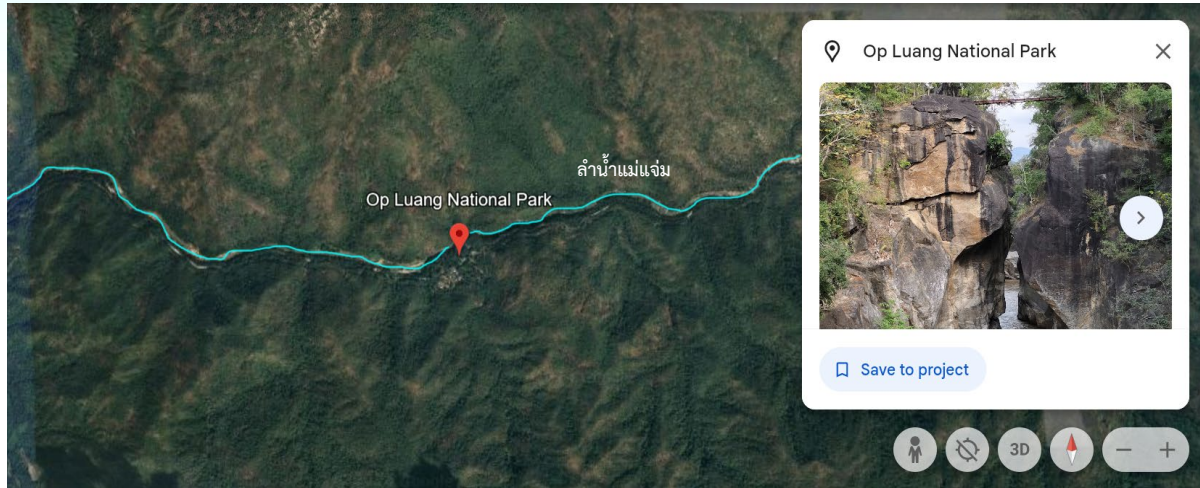
.....

.....

.....

.....

4. ออบหลวง จ. เชียงใหม่



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

2) <https://www.wongnai.com/attractions/324496c5-%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

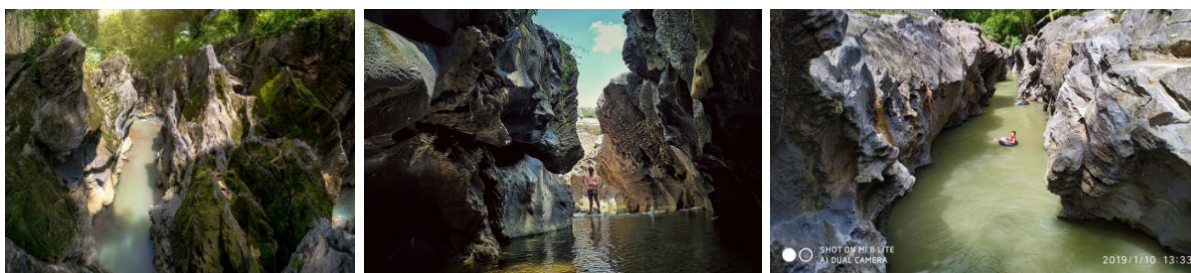
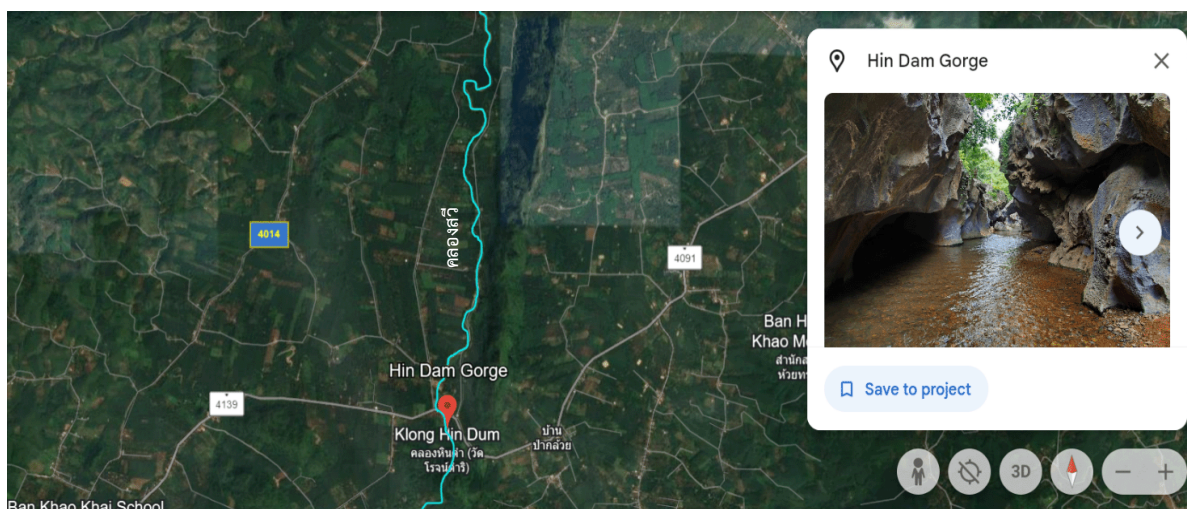
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แกรนด์แคนยอนเมืองไทย

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

1. คลองหินดำ แกรนด์แคนยอน จ.ชุมพร



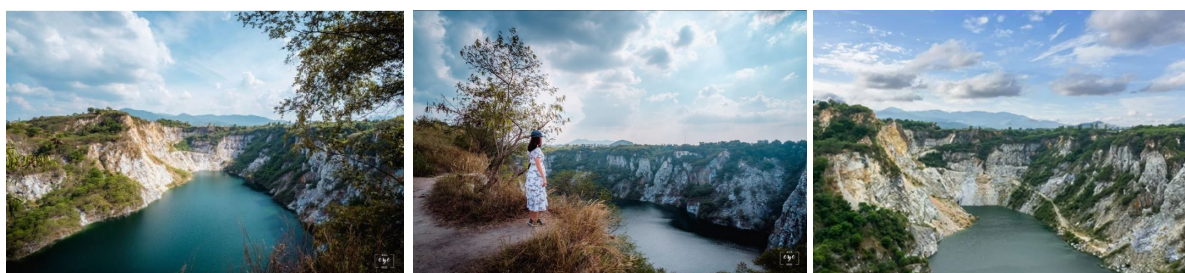
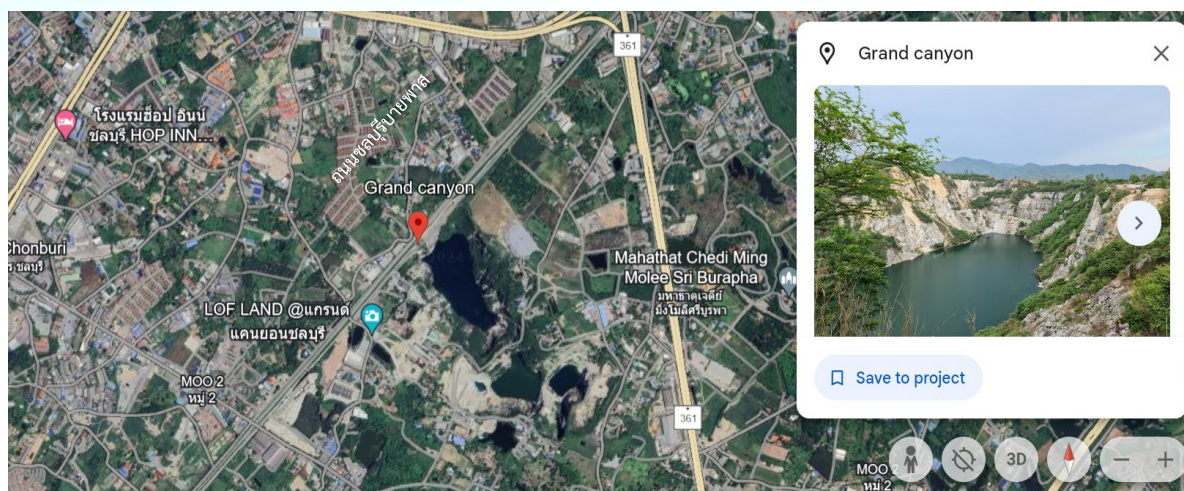
ที่มาภาพ : 1) <https://travel.trueid.net/detail/PErwP7nO0PxX> สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

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

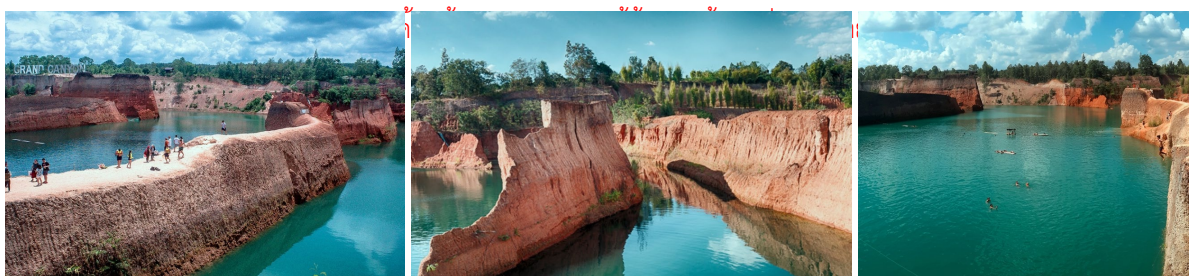
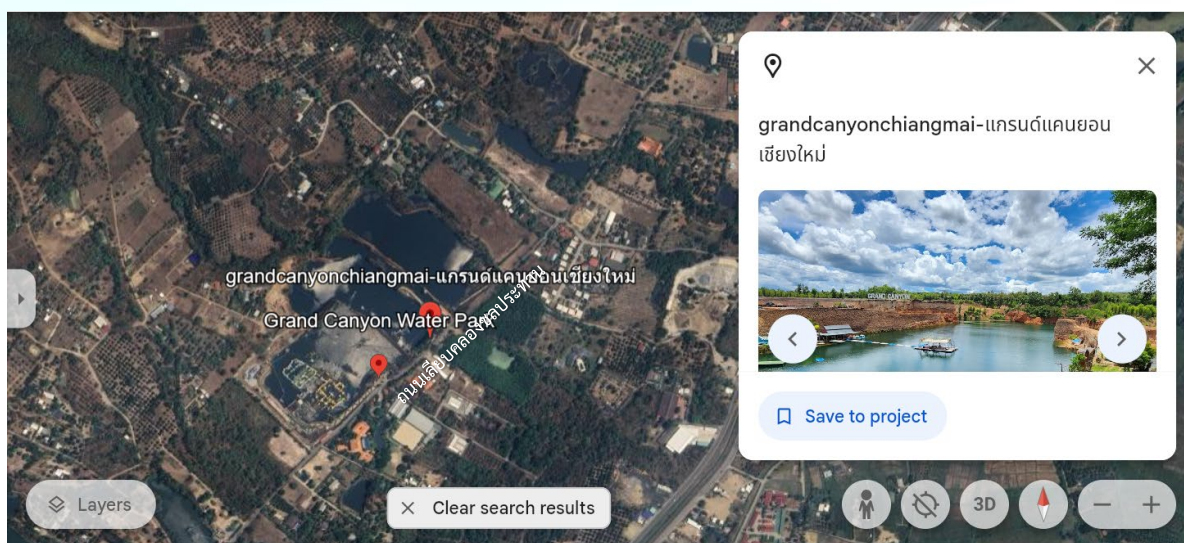


ที่มาภาพ : 1) <https://travel.mthai.com/region/207716.html> สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

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

“แกรนด์แคนยอนชลบุรี หรือแกรนด์แคนยอนคีรี” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด (สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)
แนวคำตอบ ไม่สอดคล้อง เพราะไม่พบทางไหลของน้ำ หลุมลึกดังกล่าวเป็นบ่อดินลูกรังเก่าที่ถูกขุดดินไปใช้ประโยชน์จนมีลักษณะเป็นหลุมลึก ไม่ได้เกิดจากกระแสน้ำไหลกัดเซาะหินจนเป็นร่องลึกลงทำให้เห็นเป็นหน้าผาที่สูงชันเช่นเดียวกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึก

3. แกรนด์แคนยอนเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่

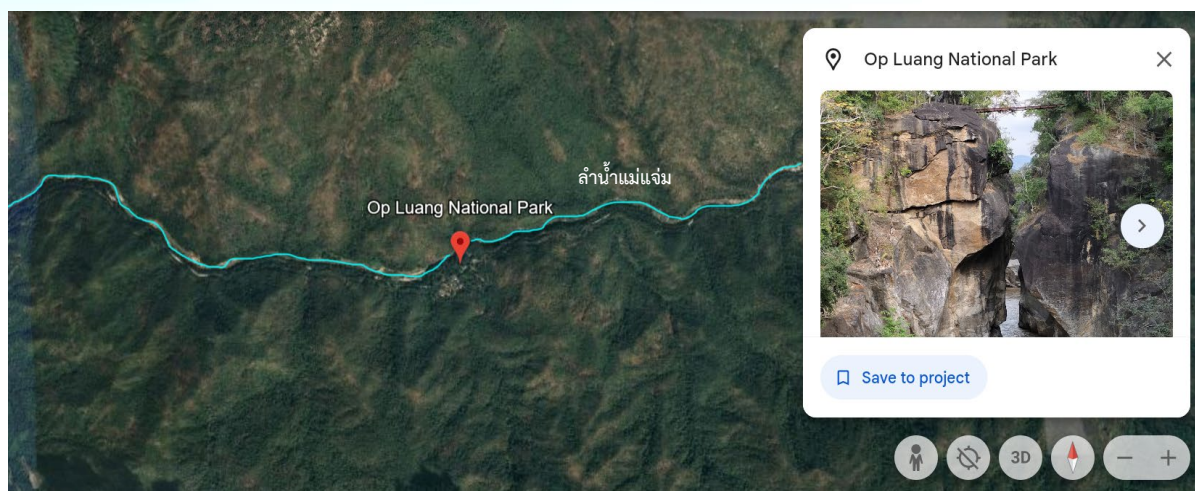


ที่มาภาพ : <https://www.goothai.com/eat/grand-canyon-chiang-mai/> สืบค้นวันที่ 6 เมษายน 2567

“แกรนด์แคนยอนเชียงใหม่” มีกระบวนการเกิดสอดคล้องกับการเกิดของภูมิประเทศแบบหุบผาลึกหรือไม่ เพราะเหตุใด (สมรรถนะ: ศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลฯ)

แนวคำตอบ ไม่สอดคล้อง เพราะไม่พบทางไหลของน้ำ เกิดจากการขุดหน้าดินไปใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดเป็น
 แอ่งน้ำขนาดใหญ่ ไม่ได้เกิดจากกระแสน้ำไหลกัดเซาะหินจนเป็นร่องลึกลงทำให้เห็นเป็นหน้าผาที่สูงชัน
 เช่นเดียวกับภูมิประเทศแบบหุบผาลึก

4. ออบหลวง จ. เชียงใหม่



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

2) <https://www.wongnai.com/attractions/324496c5-%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 ซึ่งเกิดจากการ
กัดเซาะของแม่น้ำเป็นระยะเวลายาวนานจนกลายเป็นร่องลึก

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 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.1 ป.6/1, ว 3.2 ม.3/2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) 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

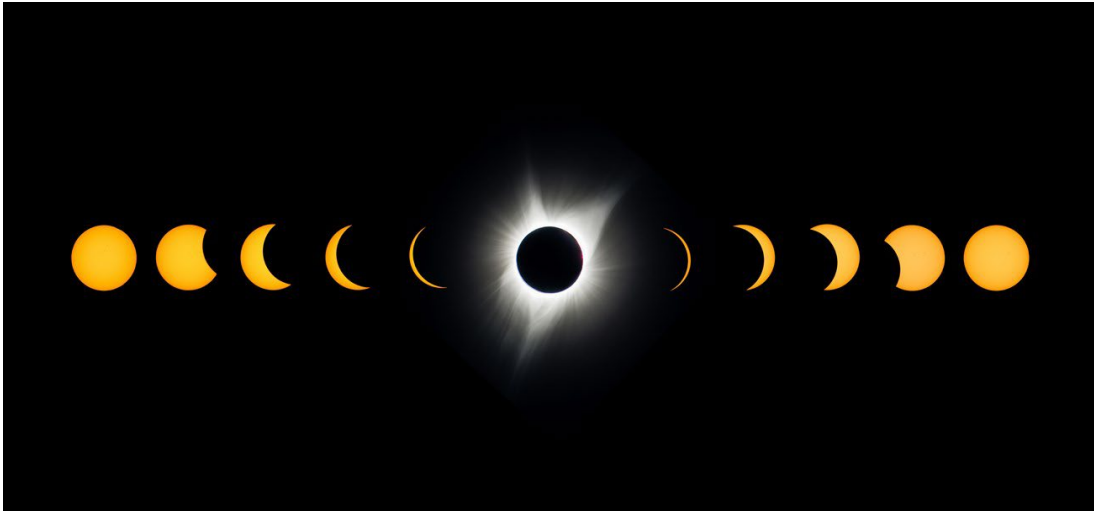
6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

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/nsnsdeclipse recordings.htm>)

และ/หรือ



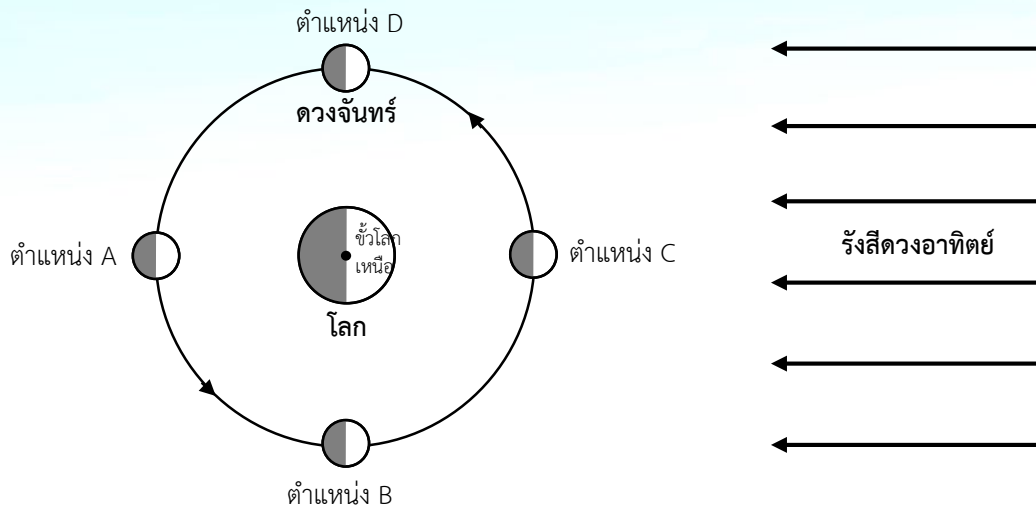
ภาพที่ 2 ภาพสุริยุปราคา บันทึกโดย

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/yulGIDPEOVs?si=MVDluqwCDSiDkrSn>)

- ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์โคจรอยู่ตำแหน่งใดในภาพต่อไปนี้

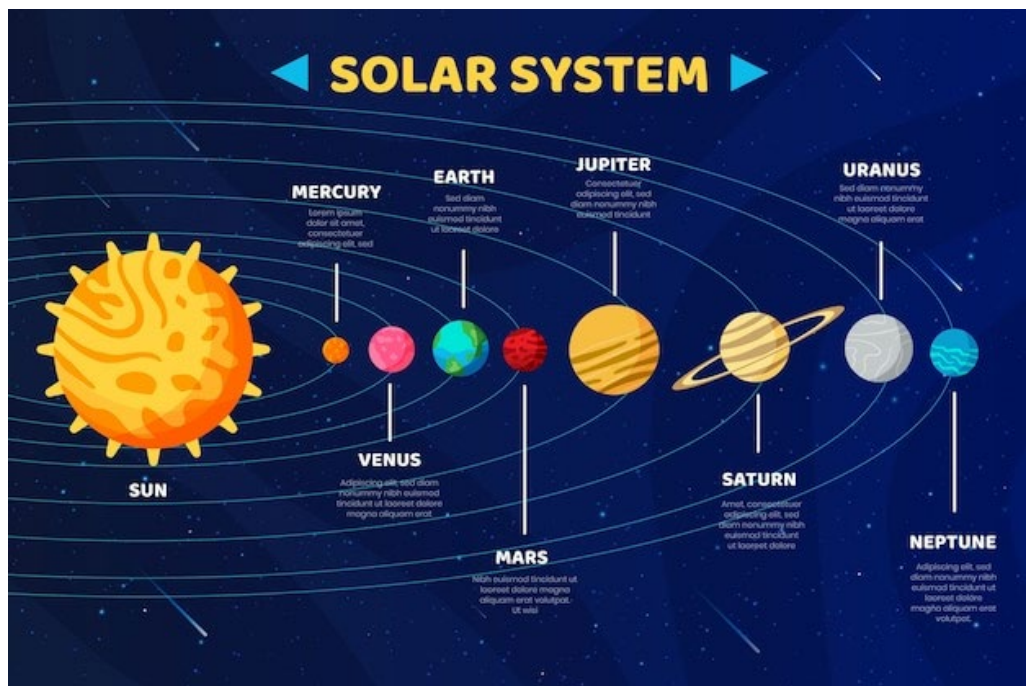


แนวคำตอบ ตำแหน่ง C

- ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ ดวงจันทร์เมื่อโคจรมาอยู่ในแนวเดียวกันระหว่างโลกและดวงอาทิตย์จะทำให้เกิดการบังแสง คนบนโลกจึงเห็นเป็นเงา

- 2) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า “นักเรียนคิดว่าดาวเคราะห์สามารถบังดวงอาทิตย์ได้ คล้ายคลึงกับดวงจันทร์หรือไม่ และเราจะสังเกตปรากฏการณ์ดังกล่าวได้กับดาวเคราะห์ใดบ้าง และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจะเหมือนปรากฏการณ์ที่เกิดจากดวงจันทร์หรือไม่อย่างไร” โดยให้ผู้เรียนศึกษาแผนภาพแบบจำลองระบบสุริยะ



ภาพที่ 3 ระบบสุริยะ

(ที่มา: freepik.com)

แนวคำตอบ ดาวเคราะห์ที่อยู่ระหว่างดวงอาทิตย์และโลก ซึ่งมีวงโคจรแคบกว่าโลก คือ ดาวพุธและดาวศุกร์สามารถเกิดได้ แต่เนื่องจากระยะห่างระหว่างโลกกับดาวพุธ และโลกกับดาวศุกร์ ไกลกว่าโลกกับดวงจันทร์มาก ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจึงจะแตกต่างจากปรากฏการณ์สุริยุปราคา

- 3) ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจผู้เรียนว่า “นักเรียนอยากรู้ไหมว่าเราจะสังเกตเห็นปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ได้อย่างไร” โดยผู้สอนเปิดวิดีโอทัศน์ต่อไปนี้

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



Venus Transit 2012: Incredible Images Caught on NASA Satellite

ภาพที่ 4 ปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์

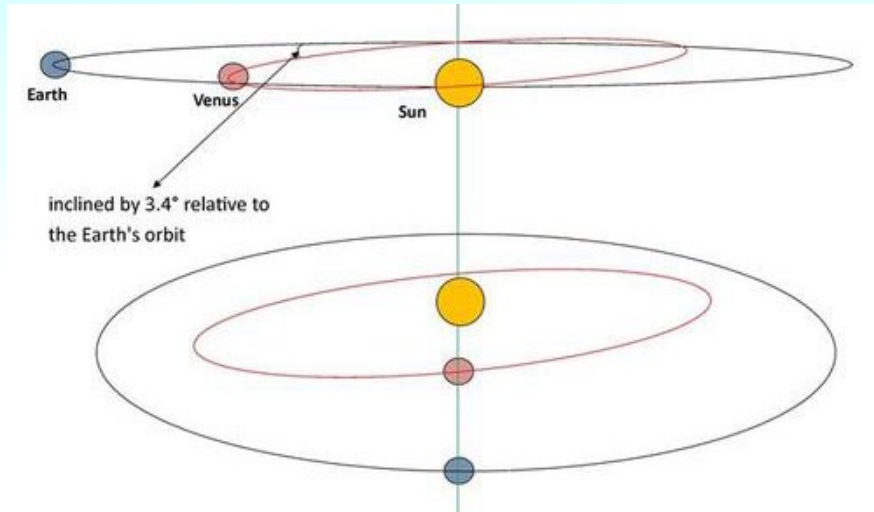
- 4) ผู้สอนใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้จากการดูวิดีโอทัศน์ ดังต่อไปนี้
- เมื่อเกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์ สิ่งที่คุณสังเกตเห็นโลกเห็นได้มีลักษณะเป็นอย่างไร

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 จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของคำถามในใบกิจกรรมที่ละข้อ โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการนำเสนอของแต่ละกลุ่มโดยอาจใช้คำถามต่อไปนี้
 - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือมีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร
 - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
- 7) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลจากการทำกิจกรรม ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้

การเคลื่อนผ่าน (transit) ของดาวเคราะห์ เป็นปรากฏการณ์ที่คนบนโลกสังเกตเห็นดาวเคราะห์เคลื่อนที่ผ่านดวงอาทิตย์ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และโลก เรียงตัวกันในแนวเส้นตรงโดยมีดาวเคราะห์ดังกล่าวอยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ ดังนั้น การเคลื่อนผ่าน จึงเกิดขึ้นได้เฉพาะกับดาวศุกร์และดาวพุธ ซึ่งอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก โดยผู้สังเกตบนโลกจะเห็นดาวเคราะห์ที่เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์เป็นดวงกลมสีดำ ขนาดเล็ก ในช่วงเวลากลางวัน ดังนั้น ในการสังเกตปรากฏการณ์นี้ จึงต้องใช้กล้องโทรทรรศน์ที่มีแผ่นกรองแสงที่เหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสีดวงอาทิตย์ต่อสายตา

- 8) ผู้สอนถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงและขยายความรู้เพิ่มเติม
 “ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ดาวอังคาร จะมีโอกาสเห็นปรากฏการณ์โลกเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์หรือไม่ อย่างไร”
แนวคำตอบ มีโอกาสเห็นโลกเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ เนื่องจากมีโอกาสที่ดาวอังคาร โลก และดวงอาทิตย์อยู่แนวเส้นตรงในระนาบเดียวกัน
- 9) หากผู้สอนพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านของดาวเคราะห์ ผู้สอนควรนำอภิปรายและแก้ไขให้ถูกต้อง

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน -

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
1) อธิบายตำแหน่งของดาวเคราะห์ในวงโคจรที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์เมื่อผู้สังเกตอยู่บนโลก	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมเรื่อง ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับระบบสุริยะ ไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ

ใบกิจกรรม เรื่อง ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ : 6 มิถุนายน 2555

สมาชิกในกลุ่ม 1. ชั้น ม.3/..... เลขที่

2. ชั้น ม.3/..... เลขที่

วันที่/...../..... สถานที่

จุดประสงค์ ระบุเงื่อนไขสำคัญในการเกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์

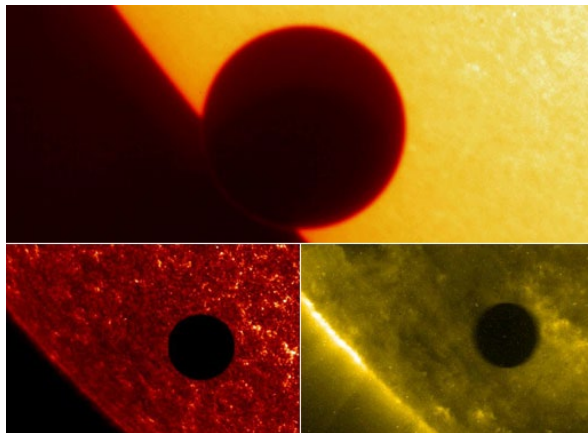
เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม 30 นาที

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ 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 จะเกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ให้เห็นได้ในประเทศไทยอีกครั้ง และนับเป็นครั้งสุดท้ายในศตวรรษนี้ หลังจากครั้งนี้ คู่ถัดไปจะเกิดขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2660 และ พ.ศ. 2668



ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ วันที่ 8 มิถุนายน 2547

ถ่ายจากยานเทรซ (TRACE) ขององค์การนาซา (ภาพ - NASA/LMSAL)

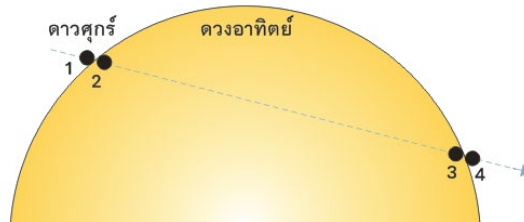
ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์วงใน มีวงโคจรอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก ดาวศุกร์เคลื่อนมาอยู่ในแนวระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เฉลี่ยทุก ๆ 584 วัน แต่ไม่เกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ทุกครั้ง เนื่องจากระนาบวงโคจรของดาวศุกร์ไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกับระนาบวงโคจรของโลก แต่ทำมุมเอียงประมาณ 3.4° ช่วงที่มีโอกาสเกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ได้

เมื่อเกิดการผ่านหน้า ดาวศุกร์จะปรากฏเป็นดวงกลมดำขนาดเล็กบนผิวดวงอาทิตย์ แม้จะเล็ก แต่ก็ใหญ่พอที่จะสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าในยามที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้ขอบฟ้า หรือเมื่อมองผ่านแผ่นกรองแสงในเวลาื่อดวงอาทิตย์อยู่สูงบนท้องฟ้า

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 จะมีโอกาสสังเกตปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ดวงอื่นเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์อีกหรือไม่ อย่างไร
.....
.....
.....

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

สมาชิกในกลุ่ม 1. ชั้น ม.3/..... เลขที่

2. ชั้น ม.3/..... เลขที่

วันที่/...../..... สถานที่

จุดประสงค์ ระบุเงื่อนไขสำคัญในการเกิดปรากฏการณ์เคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวศุกร์

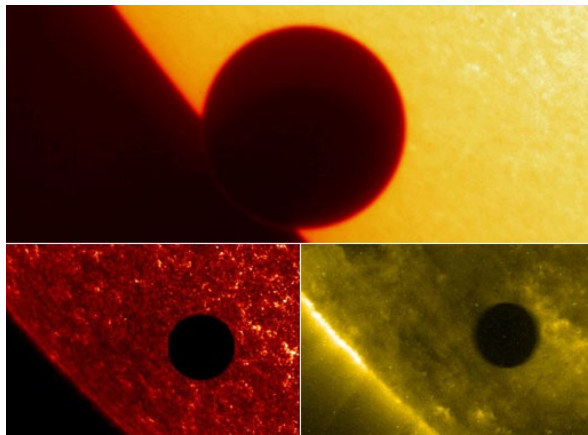
เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม 30 นาที

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ 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 จะเกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ให้เห็นได้ในประเทศไทยอีกครั้ง และนับเป็นครั้งสุดท้ายในศตวรรษนี้ หลังจากครั้งนี้ คู่ถัดไปจะเกิดขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2660 และ พ.ศ. 2668



ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ วันที่ 8 มิถุนายน 2547

ถ่ายจากยานเทรซ (TRACE) ขององค์การนาซา (ภาพ - NASA/LMSAL)

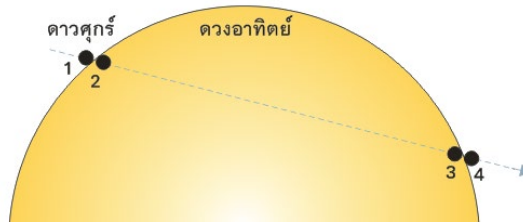
ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์วงใน มีวงโคจรอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก ดาวศุกร์เคลื่อนมาอยู่ในแนวระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เฉลี่ยทุก ๆ 584 วัน แต่ไม่เกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ทุกครั้ง เนื่องจากระนาบวงโคจรของดาวศุกร์ไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกับระนาบวงโคจรของโลก แต่ทำมุมเอียงประมาณ 3.4° ช่วงที่มีโอกาสเกิดปรากฏการณ์ดาวศุกร์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ได้

เมื่อเกิดการผ่านหน้า ดาวศุกร์จะปรากฏเป็นดวงกลมดำขนาดเล็กบนผิวดวงอาทิตย์ แม้จะเล็ก แต่ก็ใหญ่พอที่จะสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าในยามที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้ขอบฟ้า หรือเมื่อมองผ่านแผ่นกรองแสงในเวลาื่อดวงอาทิตย์อยู่สูงบนท้องฟ้า

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 เรียงตัว

กัน ในแนวเส้นตรง โดยมีดาวศุกร์อยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ได้

2. ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่โลก จะมีโอกาสสังเกตปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ดวงอื่นเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์อีกหรือไม่ อย่างไร

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ มีโอกาสสังเกตปรากฏการณ์การเคลื่อนผ่านหน้าดวงอาทิตย์ของดาวพุธได้ เนื่องจากดาวพุธเป็นดาวเคราะห์วงใน จึงมีโอกาสที่ดวงอาทิตย์ ดาวพุธ และโลก อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันในระนาบเดียวกันได้

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 จึงอาจมองดูด้วยตาเปล่าได้ แต่เมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนสูงขึ้นจนแสงอาทิตย์เริ่มสว่างจ้า ห้ามดูด้วยตาเปล่า 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 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.1 ป.6/2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบทโดยใช้แบบจำลอง
- 2) ออกแบบและทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง

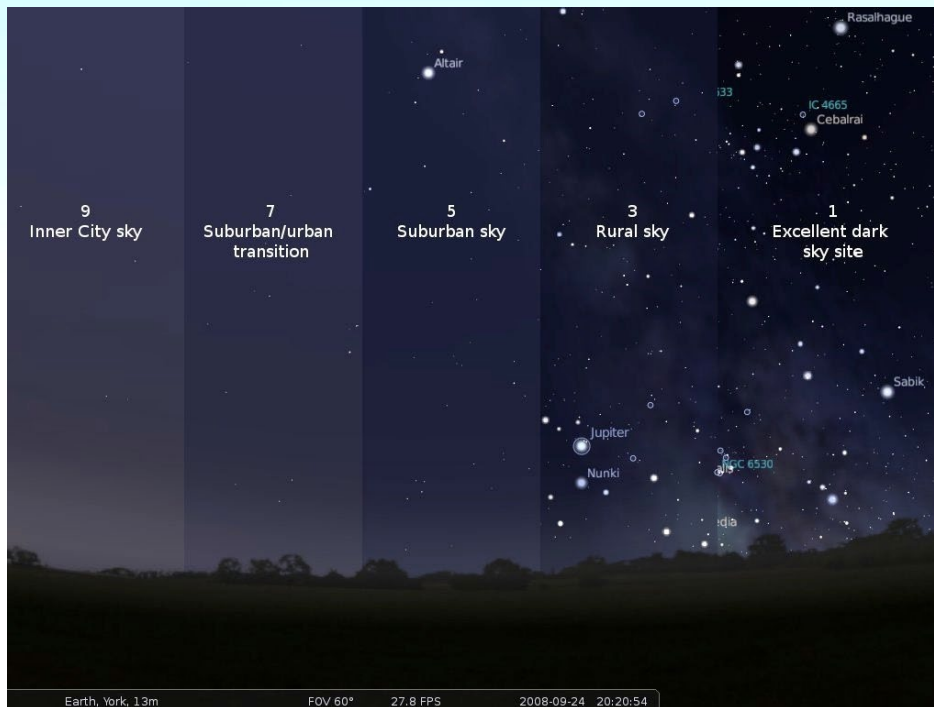
3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- 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 รวมถึงปัจจัยด้านพื้นที่ที่ใช้ดูดาว โดยการดูดาวในพื้นที่เมืองจะมองเห็นดาวได้ยากกว่าพื้นที่ชนบท เนื่องจากมลภาวะทางแสง (Light Pollution) ของสิ่งแวดล้อม

มลภาวะทางแสง คือ แสงที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ในเวลากลางคืนที่สว่างจ้าเกินความจำเป็น หรืออาจเกิดมาจากการออกแบบและติดตั้งหลอดไฟฟ้าหรือโคมไฟที่ไม่เหมาะสม มลภาวะทางแสงส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางดาราศาสตร์ของนักดาราศาสตร์ได้ นักดาราศาสตร์จึงต้องอาศัยเครื่องมือทางดาราศาสตร์ เช่น กล้องโทรทรรศน์ แผ่นกรองแสงในช่วงคลื่นต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็นดวงดาวที่ดีขึ้น



ภาพระดับมลภาวะทางแสง ณ สถานที่ต่างๆ

อ้างอิง : <https://bdi.or.th/movements/milkyway/>

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) แอปพลิเคชัน Stellarium
- 2) ภาพท้องฟ้าตอนกลางคืน ณ สถานที่ต่าง ๆ
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 3) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรม

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยตั้งคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าในช่วงกลางวันมีดาวอยู่บนท้องฟ้าหรือไม่ เพราะอะไร” พร้อมกับเปิดแอปพลิเคชัน Stellarium ให้ผู้เรียนสังเกตท้องฟ้าในช่วงเวลาปัจจุบัน แล้วให้ผู้เรียนสังเกตดาวดวงใดดวงหนึ่งในแอปพลิเคชัน และเปรียบเทียบกับท้องฟ้าจริงด้านนั้น ในเวลาเดียวกัน
- 2) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเปิดรูปท้องฟ้าเมื่อมองจากตำแหน่งแตกต่างกัน คือ ในเมืองและชนบท และให้ผู้เรียนสังเกตความแตกต่างระหว่างจำนวนดวงดาวที่มองเห็นในเมืองและชนบท

- 3) ผู้สอนตั้งคำถามว่า “เพราะเหตุใดจำนวนดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบทจึงแตกต่างกัน”
- 4) ผู้สอนนำเข้ากิจกรรม **เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น** แล้วแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำไปกิจกรรม **ตอนที่ 1**
- 5) ผู้สอนสุ่ม 1-2 กลุ่ม ให้นำเสนอคำตอบ ซึ่งเป็นการนำเสนอ **ข้อกล่าวอ้าง (claim)** และ **การให้เหตุผล (reasoning)** ตามหลักการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้สอนใช้คำถามให้เกิดอภิปรายในชั้นเรียน เช่น
 - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้วหรือไม่ จะเพิ่มเติมให้คำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ได้อย่างไร
 - คำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือมีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ควรปรับแก้อย่างไร
 - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร
- 6) ผู้สอนสรุปคำตอบของผู้เรียน โดยอาจพบ **ข้อกล่าวอ้าง** ของผู้เรียนในการอภิปราย เช่น “ในเมืองมีแสงรบกวนมากกว่า” “ชนบทมีแสงจากสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า” ซึ่งสามารถนำเข้าสู่กิจกรรม **ตอนที่ 2** โดยชี้ให้ผู้เรียนว่าจะได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบว่า แสงรบกวนของสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อการดูดาวจริงหรือไม่ ซึ่งเป็นการใช้การสืบเสาะหาความรู้เพื่อตรวจสอบ **ข้อกล่าวอ้าง**
- 7) ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษากิจกรรมตอนที่ 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** ที่ใช้สนับสนุน **ข้อกล่าวอ้าง**)
แนวคำตอบ จำนวนของดาวที่มองเห็นได้ชัดเจน
- 8) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรมตอนที่ 2 จากนั้นให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การดูดาวในพื้นที่เขตเมืองจะสังเกตเห็นดาวปรากฏบนท้องฟ้าได้น้อยกว่า หรือดูดาวได้ยากกว่า พื้นที่เขตชนบทเนื่องจากพื้นที่เขตเมืองมีแสงรบกวนมากกว่า

- 9) หากผู้สอนพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท ผู้สอนควรนำอภิปรายและแก้ไขให้ถูกต้อง
- 10) ผู้สอนอาจมอบหมายกิจกรรมเพิ่มเติม โดยศึกษาได้ในภาคผนวก ก กิจกรรมที่ 19 เรื่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์ ซึ่งอาจให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้านอกเวลาตามความสนใจ

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน -

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) Light Pollution Map. <https://www.lightpollutionmap.info>
- 2) ระดับมลภาวะทางแสง (Bortle Scale) ณ สถานที่ต่างๆ.
<https://bdi.or.th/movements/milkyway>

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสภาวะทางแสง/แสงรบกวนไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง
2) ออกแบบและทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น	- สามารถออกแบบและประเมินการทดลองโดยมีการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง บันทึกข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อใช้ศึกษาเกี่ยวกับผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น

ตอนที่ 1

คำชี้แจง: ให้ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

คุณป้าข้างบ้านได้บอกกับนักเรียนว่า “ตอนป้าอยู่ที่บ้านนอก ป้ามองเห็นดาวบนท้องฟ้าเยอะมาก แต่พอย้ายเข้ามาอยู่ในเมืองป่าแทบมองไม่เห็นดาวเลย”

นักเรียนเห็นด้วยกับคำบอกเล่านี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น

ตอนที่ 1

คำชี้แจง: ให้ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

คุณป้าข้างบ้านได้บอกกับนักเรียนว่า “ตอนป้าอยู่ที่บ้านนอก ป้ามองเห็นดาวบนท้องฟ้าเยอะมาก แต่พอย้ายเข้ามาอยู่ในเมืองป่าแทบมองไม่เห็นดาวเลย”

นักเรียนเห็นด้วยกับคำบอกเล่านี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ เห็นด้วย เพราะ พื้นที่ในเมืองมีแสงสว่างจากไฟบนถนน จากบ้านเรือนจำนวนมาก

ทำให้มองไม่ค่อยเห็นดวงดาวบนท้องฟ้า แตกต่างกับพื้นที่ชนบทที่มีบ้านเรือนน้อย ไม่ค่อยมีแสงรบกวน

จึงทำให้พื้นที่ชนบทมองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้ดีกว่าพื้นที่ในเมือง

ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น

ตอนที่ 2

คำชี้แจง: ให้ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

จุดประสงค์ของการทดลอง

ออกแบบการทดลอง และทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมือง และเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง

วัสดุและอุปกรณ์

- 1) ไฟฉาย
- 2) กระดาษแข็งสีดำ
- 3) อุปกรณ์สำหรับเจาะรู
- 4) เทปกาว
- 5) ฉากกระดาษสีดำ

ขั้นตอนการทดลอง

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกกลุ่มดาวที่สนใจ แล้วเจาะรูบนกระดาษตามตำแหน่งของดาวแต่ละดวงสำหรับให้แสงจากไฟฉายที่ลอดผ่านเป็นตัวแทนของดาวที่ศึกษา และเจาะรูให้มีขนาดตามความสว่างของดาวโดยกำหนดให้มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่
- 2) นักเรียนนำกระดาษที่เจาะรูมาปิดด้านหน้าของไฟฉาย ดังรูป ติดเทปโดยไม่ให้มีแสงลอดออกทางด้านข้างของกระดาษ ทดสอบโดยเปิดไฟฉายและส่องไปยังฉากกระดาษสีดำ
- 3) ช่วยกันจัดเตรียมสภาพแวดล้อมของห้องให้มีความสว่างภายในห้องแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ห้องมืดสนิท ห้องสว่างเล็กน้อย และห้องสว่างมาก
- 4) นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตจำนวนจุดแสงบนฉาก ซึ่งเป็นตัวแทนของดาว และบันทึกจำนวนของดาวที่สังเกตได้ชัดเจนในแต่ละสภาพแวดล้อม
- 5) วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
- 6) ตอบคำถามท้ายกิจกรรม



คำถามท้ายกิจกรรมตอนที่ 2

- 1) จากแบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง จุดแสงที่ปรากฏบนฉากเป็นตัวแทนของสิ่งใด และสภาพแวดล้อมที่ห้องมีความสว่างมากเป็นตัวแทนของพื้นที่ใด

จุดแสง เป็นตัวแทนของ

สภาพแวดล้อมที่ห้องสว่างมาก เป็นตัวแทนของพื้นที่.....

- 2) เมื่อความสว่างของสภาพแวดล้อมมากขึ้น จำนวนจุดแสงที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

.....
.....

- 3) นักเรียนคิดว่า การทดลองข้างต้นสามารถตรวจสอบและศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบทได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

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

- 4) นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดในพื้นที่เมืองจึงมองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้ยากกว่าในพื้นที่ชนบท

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

แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง แสงไฟในเมืองกับดาวที่มองเห็น

ตอนที่ 2

คำชี้แจง: ให้ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ และตอบคำถาม

จุดประสงค์ของการทดลอง

ออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบท โดยใช้แบบจำลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1) ไฟฉาย 2) กระจกแข็งสีดำ 3) อุปกรณ์สำหรับเจาะรู 4) เทปกาว 5) ฉากกระจกสีดำ

ขั้นตอนการทดลอง

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกกลุ่มดาวที่สนใจ แล้วเจาะรูบนกระจกตามตำแหน่งของดาวแต่ละดวงสำหรับให้แสงจากไฟฉายที่ลอดผ่านเป็นตัวแทนของดาวที่ศึกษา และเจาะรูให้มีขนาดตามความสว่างของดาวโดยกำหนดให้มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่
- 2) นักเรียนนำกระจกที่เจาะรูมาปิดด้านหน้าของไฟฉาย ดังรูป ติดเทปโดยไม่ให้มีแสงลอดออกทางด้านข้างของกระจก ทดสอบโดยเปิดไฟฉายและส่องไปยังฉากกระจกสีดำ
- 3) ช่วยกันจัดเตรียมสภาพแวดล้อมของห้องให้มีความสว่างภายในห้องแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ห้องมืดสนิท ห้องสว่างเล็กน้อย และห้องสว่างมาก
- 4) นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตจำนวนจุดแสงบนฉาก ซึ่งเป็นตัวแทนของดาว และบันทึกจำนวนของดาวที่สังเกตได้ชัดเจนในแต่ละสภาพแวดล้อม
- 5) วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
- 6) ตอบคำถามท้ายกิจกรรม



ตัวแปรของการทดลอง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ตัวแปรต้น : ความสว่างของสภาพแวดล้อม

ตัวแปรตาม : จำนวนจุดแสงที่สังเกตเห็นได้ / จำนวนดาวที่สังเกตเห็นได้

ตัวแปรควบคุม (อย่างน้อย 2 ตัวแปร) : จำนวนรูที่เจาะบนกระดาษ, ขนาดของรูที่เจาะบนกระดาษ,
 ระยะห่างระหว่างไฟฉายกับฉาก, สถานที่ทำการทดลอง,
 ความสว่างของไฟฉาย

ตารางบันทึกผลการสังเกต (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

จำนวนรูที่เจาะบนกระดาษ : รูขนาดเล็ก2..... รูขนาดกลาง2..... รูขนาดใหญ่2.....

ความสว่างของสภาพแวดล้อม	จำนวนจุดแสงที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนบนฉาก (จุด)		
	รูขนาดเล็ก	รูขนาดกลาง	รูขนาดใหญ่
มืดสนิท	2	2	2
สว่างเล็กน้อย	0	2	2
สว่างมาก	0	0	2

ผลในตารางเป็นเพียงตัวอย่าง

สรุปผลการทดลอง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ จากจุดแสงที่เกิดจากรูขนาดเล็กและรูขนาดกลาง พบว่า เมื่อสภาพแวดล้อมมีความสว่างมากขึ้น จำนวนจุดแสงที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนมีจำนวนน้อยลง เพราะสังเกตเห็นจุดแสงบนฉากได้ยากขึ้นหรือมองเห็นได้ไม่ชัด ส่วนจุดแสงที่เกิดจากรูขนาดใหญ่ จำนวนไม่เปลี่ยนแปลง แต่สังเกตเห็นได้ยากขึ้นเมื่อความสว่างมากขึ้น จึงสรุปได้ว่า ความสว่างของสภาพแวดล้อมมีผลต่อจำนวนจุดแสงที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนบนฉาก

คำถามท้ายกิจกรรมตอนที่ 2

- 1) จากแบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง จุดแสงที่ปรากฏบนฉากเป็นตัวแทนของสิ่งใด และสภาพแวดล้อมที่ห้องมีความสว่างมากเป็นตัวแทนของพื้นที่ใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

จุดแสง เป็นตัวแทนของ **ดาวบนท้องฟ้า**

สภาพแวดล้อมที่ห้องสว่างมาก เป็นตัวแทนของพื้นที่... **เขตเมือง**

- 2) เมื่อความสว่างของสภาพแวดล้อมมากขึ้น จำนวนจุดแสงที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

(สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เปลี่ยนแปลง โดยเมื่อความสว่างมากขึ้น จำนวนจุดแสงที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนจะลดลง

- 3) นักเรียนคิดว่าการทดลองข้างต้นสามารถตรวจสอบและศึกษาผลของแสงรบกวนที่มีต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าในเขตเมืองและเขตชนบทได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ

- ได้ เนื่องจากการทดลองใช้แบบจำลองที่มีจุดแสงแทนดาว และมีการเปลี่ยนความสว่างของสภาพแวดล้อม เหมือนเป็นการทำให้มีแสงรบกวนที่แตกต่างกัน คือ แสงสว่างมากแทนพื้นที่เขตเมือง และมีดสนิทแทนพื้นที่เขตชนบท

หรือ

- ไม่ได้ เนื่องจากปัจจัยสภาพแวดล้อมจริงที่ส่งผลต่อการปรากฏของดาวบนท้องฟ้าอาจมีมากกว่าเรื่องแสงรบกวน เช่น เขตเมืองอาจมีเมฆ หมอก หรือควันมากกว่าพื้นที่ชนบท ทำให้บดบังการมองเห็นดวงดาว เขตเมืองมีตึกสูงที่อาจบดบังการมองเห็นดาว ดังนั้น การทดลองที่ดีที่สุดคือ ควรออกแบบการทดลองโดยใช้พื้นที่จริงโดยมีการควบคุมสภาพแวดล้อมที่เป็นตัวแปรควบคุมให้ใกล้เคียงกัน

- 4) นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดในพื้นที่เมืองจึงมองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้ยากกว่าในพื้นที่ชนบท

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)

แนวคำตอบ เพราะว่าพื้นที่เมืองมีแสงรบกวนมาก ทำให้มองเห็นดาวบนท้องฟ้าได้ยากกว่าพื้นที่ชนบท

กิจกรรมที่ 18

รายวิชา ส่งเสริมสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

เรื่อง กลางวัน

เวลาเรียน 1 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.1 ม.3/2

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดกลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาล
- 2) ใช้แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล เพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืน ของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การเกิดกลางวันกลางคืน เกิดจากการหมุนรอบตัวเองหรือการหมุนรอบแกนหมุนของโลก ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปรากฏเหนือขอบฟ้าของพื้นที่นั้น ๆ คือ เวลากลางวัน และเมื่อดวงอาทิตย์ตกกลับขอบฟ้าจะเป็นเวลากลางคืน

การที่แกนหมุนของโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา กับแกนตั้งฉากของระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือน ตำแหน่งการตกตั้งฉากของรังสีดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ระหว่างละติจูด 23.5 °N ถึง 23.5 °S ส่งผลให้แนวทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันเปลี่ยนไป นอกจากนี้ ยังทำให้ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่เหนือขอบฟ้ายาวนานไม่เท่ากันในแต่ละวัน และยิ่งแตกต่างกันไปตามเขตละติจูด

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

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

- ลูกโลกจำลองขนาดเล็ก (ลูกโลกโฟม) ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- แถบสติ๊กเกอร์สี 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) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

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

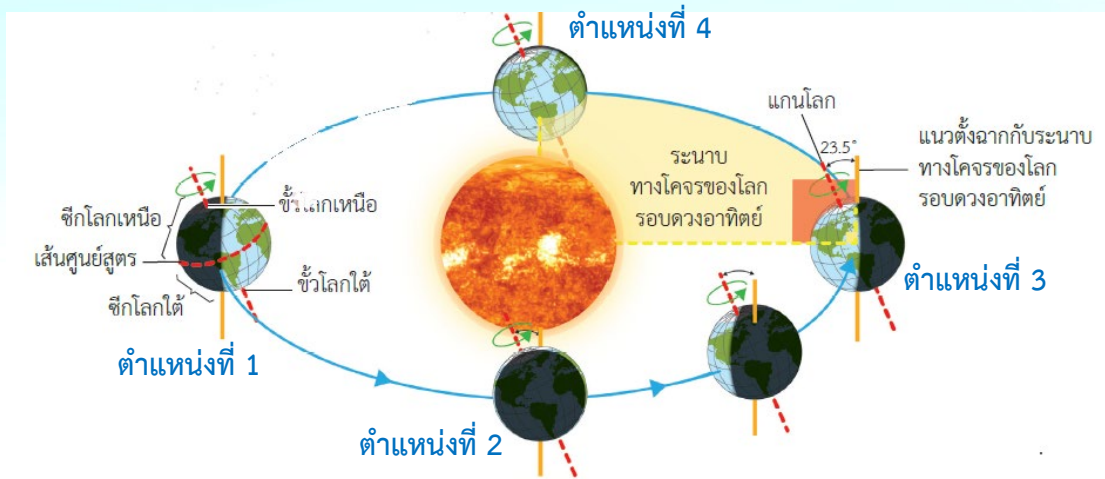
หมายเหตุ : ผู้สอนสามารถเลือกคำถามกระตุ้นผู้เรียนได้ โดยพิจารณาจากแนวคำตอบของผู้เรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน หรืออาจใช้การเปิดวิดีโอต้น “กลางวันกลางคืน ฤดู และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า” <https://www.youtube.com/watch?v=NW1GAmWcflE> เพื่อตั้งคำถามและทบทวนความรู้ของผู้เรียนก็ได้

- 2) ผู้สอนใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าช่วงเวลากลางวัน ของแต่ละฤดูกาล มีระยะเวลายาวนานเท่ากันหรือไม่ และทราบได้อย่างไร”

แนวคำตอบ ผู้เรียนอาจมีแนวคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เรียนควรตอบว่า ไม่เท่ากัน โดยทราบได้จากเวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้า ที่แตกต่างกันในแต่ละฤดู

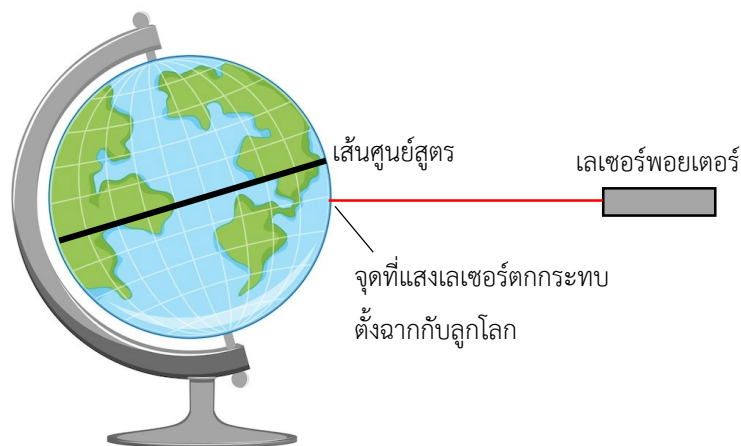
หมายเหตุ : ผู้สอนสามารถใช้คำถามอื่นร่วมได้โดยพิจารณาจากแนวคำตอบของผู้เรียน ทั้งนี้ ผู้เรียนควรมีความรู้เดิมในเรื่องการเกิดฤดูกาลมาแล้ว ซึ่งจะได้เรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- 3) ผู้สอนสาธิตผลที่เกิดจากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และผลจากการเอียงของแกนหมุนที่กระทำกับแนวตั้งฉากกับระนาบทางโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ โดยใช้ลูกโลกจำลองและเลเซอร์พอยเตอร์ (หรืออาจใช้ไม้ยาว ๆ) และภาพตำแหน่งของโลกที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ เพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับการเกิดฤดู



ภาพที่ 1 ตำแหน่งสมมติบนโลกและตำแหน่งของโลกในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์

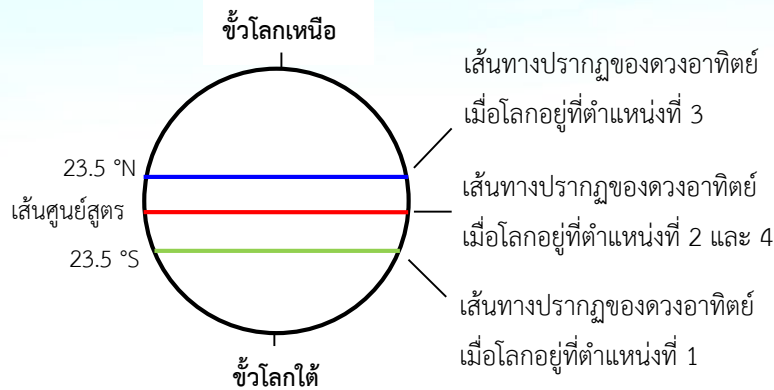
- 4) ผู้สอนแจกวัสดุและอุปกรณ์ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเพื่อใช้ในการทำกิจกรรมดังที่ระบุในหัวข้อ 5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ หรือใบกิจกรรม
- 5) ผู้สอนนำเข้าสู่กิจกรรม ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน ตอนที่ 1 แล้วสาธิตการจำลองเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ โดยฉายแสงเลเซอร์ที่ลูกโลกจำลองขนาดใหญ่ เริ่มจากขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่งที่ 1 ในภาพที่ 1 ซึ่งแกนโลกเอียงออกจากดวงอาทิตย์ โดยให้แสงเลเซอร์ตกกระทบบนตั้งฉากกับผิวโลก ดังภาพ ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตตำแหน่งที่แสงเลเซอร์ตกกระทบบนตั้งฉากกับลูกโลก แล้วหมุนลูกโลกเพื่อให้ผู้เรียนสังเกตเส้นทางการปรากฏของแสงเลเซอร์ที่พาดผ่านลูกโลก ซึ่งเปรียบได้กับเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าที่พาดผ่านลูกโลกที่ละติจูด 23.5°S



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

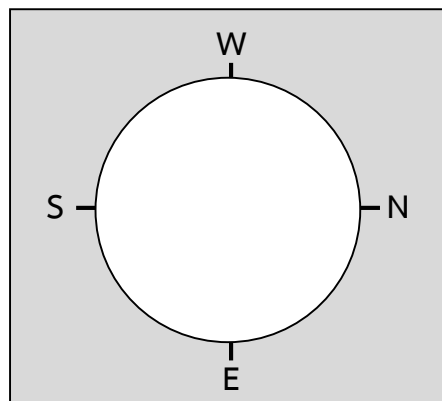
- 6) ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้ปากกาเคมีหรือแถบสติ๊กเกอร์สี คาดตามแนวเส้นทางการปรากฏของดวงอาทิตย์ที่ละติจูด 23.5°S บนลูกโลกโพนของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนจำลองแนวการขึ้นตกหรือเส้นทางการปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่โลกโคจรอยู่ ณ ตำแหน่งที่ 1 ในภาพที่ 1

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



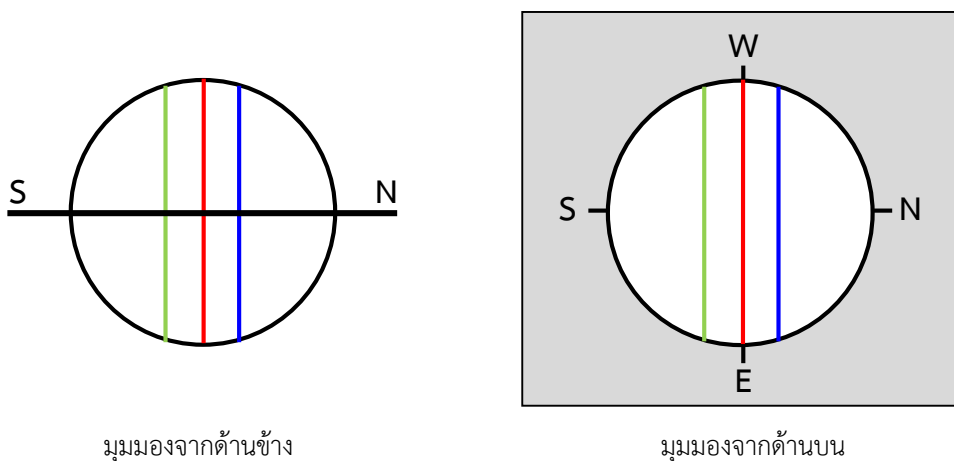
ภาพที่ 3 ตำแหน่งของเส้นทางการขึ้นตกของดวงอาทิตย์

- 8) ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างระนาบขอบฟ้า ตัดกระดาษแข็งเป็นช่องวงกลมให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกโลกโฟม และกำหนดทิศของระนาบขอบฟ้าดังภาพ



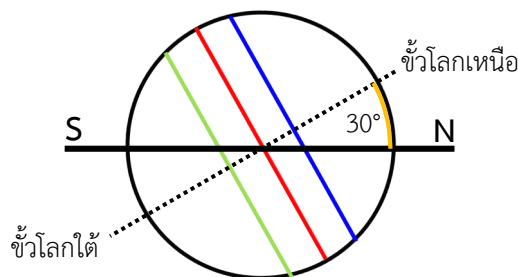
ภาพที่ 4 ระนาบขอบฟ้าที่ทำจากกระดาษแข็ง

- 9) ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้ไม้เสียบลูกชิ้นเสียบที่กึ่งกลางของลูกโลกโฟมตามแนวขั้วโลกเหนือ-ขั้วโลกใต้ เพื่อเป็นแกนหมุนของโลก แล้วนำลูกโลกโฟมวางในระนาบขอบฟ้าที่ตัดไว้โดยให้ขั้วโลกเหนือตรงกับ ทิศเหนือ ขั้วโลกใต้ตรงกับทิศใต้ เส้นศูนย์สูตรตรงกับทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ดังภาพ



ภาพที่ 5 การวางลูกโลกจำลองในระนาบขอบฟ้า

- 10) ผู้สอนให้ผู้เรียนหมุนลูกโลกโพลัม พร้อมทั้งอธิบายให้ผู้เรียนทราบว่า เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแบบจำลองที่สังเกตอยู่นี้เป็นกรณีสำหรับผู้สังเกตที่อยู่ทีละจุดจุด 0 องศา หรือเส้นศูนย์สูตร และชี้ให้ผู้เรียนสังเกตเห็นว่า จุดทั้งสามเคลื่อนขึ้นและตกพร้อม ๆ กัน ซึ่งหมายความว่า ในแต่ละฤดู (ในแต่ละเส้นสี) ความยาวนานของเวลากลางวันสำหรับคนที่อาศัยอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะแตกต่างกันไม่มาก
- 11) ผู้สอนกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนอยากรู้ว่า ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ละจุดจุดอื่น ๆ ผลจะเป็นอย่างไร ช่วงเวลากลางวัน กลางคืนจะเท่ากันหรือไม่ แล้วนำเข้าสู่กิจกรรม **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) ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้ไม้เสียบลูกชิ้นเสียบที่กึ่งกลางลูกโลกโพลัมตามแนวขั้วโลกเหนือ-ขั้วโลกใต้ เพื่อเป็นแกนหมุนของโลก แล้ววางลูกโลกโพลัมในระนาบขอบฟ้า ในกรณีต้องการจำลองเป็นผู้สังเกตในละติจูดทางซีกโลกเหนือ ให้จัดลูกโลกให้ขั้วโลกเหนืออยู่สูงจากระนาบขอบฟ้าเป็นมุมเท่ากับละติจูดของผู้สังเกต เช่น ถ้าผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 30 °N ให้ขั้วโลกเหนือสูงขึ้นจากระนาบขอบฟ้าทางทิศเหนือทำมุม 30° และให้เส้นศูนย์สูตรของลูกโลกตรงกับทิศตะวันออกของระนาบขอบฟ้า ดังภาพ



ภาพที่ 6 แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 30 °N

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

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน

- 1) ผู้เรียนควรมีความรู้เดิมเรื่องการเกิดฤดูมาแล้ว (ตามหลักสูตรแกนกลางฯ จะเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)
- 2) ผู้สอนสามารถใช้โปรแกรม Stellarium เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

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=KmOtCwulYow>
- 3) ปรากฏการณ์ที่เกิดจากโลกหมุนรอบตัวเอง – กลางวันและกลางคืน. <https://www.youtube.com/watch?v=yEq5UKdZHwU>
- 4) กลางวันกลางคืนเกิดขึ้นได้อย่างไร. <https://www.youtube.com/watch?v=XpCHn-G6ChY>
- 5) กลางวันกลางคืน ฤดู และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า. <https://www.youtube.com/watch?v=NW1GAmWcfLE>

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดช่วงเวลากลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาลได้	- พิจารณาการตอบคำถามในชั้นเรียน การปฏิบัติ และการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- คำถามในชั้นเรียน - ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน	- สามารถสร้างแบบจำลองและใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดกลางวันกลางคืนได้ โดยปฏิบัติเขียนภาพแบบจำลองได้ถูกต้อง และตอบคำถามท้ายกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ
2) ใช้แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล เพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืนของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้	- พิจารณาการตอบคำถามในชั้นเรียน การปฏิบัติ และการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- คำถามในชั้นเรียน - ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน	- สามารถสร้างแบบจำลองเขียนแบบจำลอง และใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืนของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้ โดยปฏิบัติ บันทึกผล และสรุปผลการสังเกตได้ถูกต้อง และตอบคำถามท้ายกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ

ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนด สร้างแบบจำลองการเกิดกลางวันกลางคืน และตอบคำถาม

บทนำ

การเกิดกลางวันกลางคืนเกิดจากการหมุนรอบตัวเองหรือการหมุนรอบแกนหมุนของโลก ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปรากฏเหนือขอบฟ้าของพื้นที่นั้น ๆ คือ เวลากลางวัน และเมื่อดวงอาทิตย์ตกกลับขอบฟ้าจะเป็นเวลากลางคืน การที่แกนหมุนของโลกเอียงทำมุม 23.5° กับแกนตั้งฉากของระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือน ตำแหน่งการตกตั้งฉากของรังสีดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ระหว่างละติจูด 23.5° N ถึง 23.5° S ส่งผลให้แนวทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันเปลี่ยนไป

วัตถุประสงค์

1. ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดกลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาล
2. ใช้แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล เพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืน ของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้

วัสดุและอุปกรณ์

				
1. ลูกโลกจำลอง	2. เลเซอร์พอยเตอร์	3. ลูกโลกโฟม	4. แถบสติ๊กเกอร์สี	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 บนลูกโลกโฟม ด้วยการติดสติ๊กเกอร์สีหรือเขียนด้วยปากกาเคมี จากนั้นวาดภาพแบบจำลองในใบกิจกรรม
4. นักเรียนตัดกระดาษแข็งเพื่อสร้างระนาบขอบฟ้า โดยตัดเป็นช่องวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับของลูกโลกโฟมเพื่อให้ลูกโลกโฟมสามารถหมุนได้ และกำหนดทิศของระนาบขอบฟ้าตามตัวอย่างของครู

5. นักเรียนใช้ไม้เสียบลูกชิ้นเสียบที่กึ่งกลางของลูกโลกโคมตามแนวขั้วโลกเหนือ-ขั้วโลกใต้ เพื่อเป็นแกนหมุนของโลก แล้ววางลงในระนาบขอบฟ้าที่สร้างขึ้นโดยให้ขั้วโลกเหนือตรงกับทิศเหนือ ขั้วโลกใต้ตรงกับทิศใต้ เส้นศูนย์สูตรตรงกับทิศตะวันออกและทิศตะวันตก
6. นักเรียนสังเกตแนวการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในแบบจำลอง ตอบคำถามของครูและอภิปรายร่วมกัน

วิธีดำเนินการ ตอนที่ 2

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้จำลองและศึกษาเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ของผู้สังเกตที่อยู่ทีละจุดแตกต่างกัน คือ 15°N , 30°N , 60°N , 15°S , 30°S และ 60°S
8. จัดลูกโลกและระนาบขอบฟ้าเพื่อจำลองสถานการณ์ สังเกตและวาดภาพแบบจำลองลงในใบกิจกรรม จากนั้นใช้เชือกวัดความยาวของเส้นสีที่แสดงเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ ซึ่งความยาวของเส้นสีใช้เปรียบเทียบเป็นความยาวนานของกลางวันกลางคืน บันทึกผลในใบกิจกรรม
9. สรุปผลการสังเกต นำเสนอผลการทำกิจกรรม อภิปรายและสรุปกิจกรรมร่วมกัน

บันทึกแบบจำลอง

1. ให้นักเรียนวาดแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สังเกตที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร พร้อมทั้งเขียนอธิบายเส้นทางทั้ง 3 เส้น

2. ให้นักเรียนวาดแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สังเกตที่อยู่ทีละจุดที่ได้รับมอบหมาย

ละติจูดของผู้สังเกต คือ

ตารางบันทึกผลการสังเกตความยาวนานของกลางวัน

ละติจูดของ ผู้สังเกต	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 จึงได้หารือกันว่า จะทำการสำรวจในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

4.1) นักเรียนคิดว่าช่วงเวลาดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่ ในการทำงาน และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

4.2) นักเรียนคิดว่าช่วงเวลาใดเหมาะสมที่จะทำการสำรวจ

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมินการตอบคำถามท้ายกิจกรรม

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวนานของกลางวันกลางคืนในพื้นที่ละติจูดต่างกัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนด สร้างแบบจำลองการเกิดกลางวันกลางคืน และตอบคำถาม

บทนำ

การเกิดกลางวันกลางคืนเกิดจากการหมุนรอบตัวเองหรือการหมุนรอบแกนหมุนของโลก ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ปรากฏเหนือขอบฟ้าของพื้นที่นั้น ๆ คือ เวลากลางวัน และเมื่อดวงอาทิตย์ตกกลับขอบฟ้าจะเป็นเวลากลางคืน การที่แกนหมุนของโลกเอียงทำมุม 23.5° กับแกนตั้งฉากของระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในแต่ละเดือน ตำแหน่งการตกตั้งฉากของรังสีดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ระหว่างละติจูด 23.5° N ถึง 23.5° S ส่งผลให้แนวทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันเปลี่ยนไป

วัตถุประสงค์

1. ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดกลางวันกลางคืนในแต่ละฤดูกาล
2. ใช้แบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล เพื่ออธิบายความยาวนานของกลางวันกลางคืน ของพื้นที่ที่มีละติจูดแตกต่างกันได้

วัสดุและอุปกรณ์

				
1. ลูกโลกจำลอง	2. เลเซอร์พอยเตอร์	3. ลูกโลกโฟม	4. แถบสติ๊กเกอร์สี	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 บนลูกโลกโฟม ด้วยการติดสติ๊กเกอร์สีหรือเขียนด้วยปากกาเคมี จากนั้นวาดภาพแบบจำลองในใบกิจกรรม
4. นักเรียนตัดกระดาษแข็งเพื่อสร้างระนาบขอบฟ้า โดยตัดเป็นช่องวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับของลูกโลกโฟมเพื่อให้ลูกโลกโฟมสามารถหมุนได้ และกำหนดทิศของระนาบขอบฟ้าตามตัวอย่างของครู

- นักเรียนใช้ไม้เสียบลูกชิ้นเสียบที่กึ่งกลางของลูกโลกโคมตามแนวขั้วโลกเหนือ-ขั้วโลกใต้ เพื่อเป็นแกนหมุนของโลก แล้ววางลงในระนาบขอบฟ้าที่สร้างขึ้นโดยให้ขั้วโลกเหนือตรงกับทิศเหนือ ขั้วโลกใต้ตรงกับทิศใต้ เส้นศูนย์สูตรตรงกับทิศตะวันออกและทิศตะวันตก
- นักเรียนสังเกตแนวการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในแบบจำลอง ตอบคำถามของครูและอภิปรายร่วมกัน

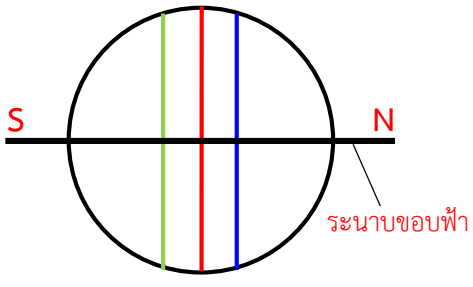
วิธีดำเนินการ ตอนที่ 2

- นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้จำลองและศึกษาเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ของผู้สังเกตที่อยู่ทีละจุดแตกต่างกัน คือ 15°N , 30°N , 60°N , 15°S , 30°S และ 60°S
- จัดลูกโลกและระนาบขอบฟ้าเพื่อจำลองสถานการณ์ สังเกตและวาดภาพแบบจำลองลงในใบกิจกรรม จากนั้นใช้เชือกวัดความยาวของเส้นสีที่แสดงเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ ซึ่งความยาวของเส้นสีใช้เปรียบเทียบเป็นความยาวนานของกลางวันกลางคืน บันทึกผลในใบกิจกรรม
- สรุปผลการสังเกต นำเสนอผลการทำกิจกรรม อภิปรายและสรุปกิจกรรมร่วมกัน

บันทึกแบบจำลอง

- ให้นักเรียนวาดแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สังเกตที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร พร้อมทั้งเขียนอธิบายเส้นทางทั้ง 3 เส้น

(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ และ ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)



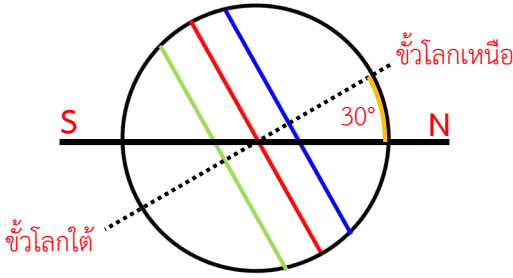
เส้นที่ (สี.....) แทน เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์
เมื่อโลกอยู่ที่ตำแหน่งที่.....

เส้นที่ (สี.....) แทน เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์
เมื่อโลกอยู่ที่ตำแหน่งที่.....

เส้นที่ (สี.....) แทน เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์
เมื่อโลกอยู่ที่ตำแหน่งที่.....

- ให้นักเรียนวาดแบบจำลองเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์สำหรับผู้สังเกตที่อยู่ทีละจุดที่ได้รับมอบหมาย

ละติจูดของผู้สังเกต คือ (ตัวอย่าง) 30°N



(สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ และ ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ตารางบันทึกผลการสังเกตความยาวนานของกลางวัน (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ละติจูดของ ผู้สังเกต	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 ผู้สังเกตที่อยู่ 30 °N มีช่วงเวลา
.....กลางวัน สั้นกว่า ผู้สังเกตที่ละติจูด 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) ทราบได้จากการวัดจากความยาวของเส้นเชือกเส้นที่.....

.....หรือเส้นสี ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์ขึ้นตรงทิศตะวันออกและตกตรงทิศตะวันตกพอดี

2. แบบจำลองในวันใดที่ช่วงเวลากลางวันของผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือ มีช่วงเวลากลางวันยาวนานกว่าผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกใต้ และทราบได้อย่างไร (สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)
- แนวคำตอบ** วันที่ 20 - 21 มิถุนายน เป็นวันครีษมายัน (Summer Solstice) ทราบได้จากการวัดจากความยาวของเส้นเชือกเส้นที่ หรือเส้นสี ซึ่งเป็นวันที่ซีกโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้เรามองเห็นดวงอาทิตย์อยู่ก่อนไปทางทิศเหนือ ซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน
3. แบบจำลองในช่วงวันใด ที่ช่วงเวลากลางวันของผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกเหนือ มีช่วงเวลากลางวันสั้นกว่าผู้สังเกตที่อยู่ทางซีกโลกใต้ และทราบได้อย่างไร (สมรรถนะ: อธิบายปรากฏการณ์ฯ)
- แนวคำตอบ** ช่วงวันที่ 20 - 21 ธันวาคม เนื่องจากเป็นวันเหมายัน (Winter Solstice) ทราบได้จากการวัดจากความยาวของเส้นเชือกเส้นที่ หรือเส้นสี ซึ่งเป็นวันที่ซีกโลกใต้เข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้เรามองเห็นดวงอาทิตย์อยู่ก่อนไปทางทิศใต้ ซีกโลกเหนือเป็นฤดูหนาว
4. นักสำรวจกลุ่มหนึ่งกำลังหาช่วงเวลาในการทำงาน ที่เมืองเฮลซิงกิ ประเทศฟินแลนด์ (60.17°N) เพื่อสำรวจทรัพยากรทางธรรมชาติ ซึ่งต้องการสำรวจในช่วงเวลาที่มีช่วงเวลากลางวันยาวนานกว่ากลางวัน และต้องใช้เวลาในการสำรวจสามเดือน จึงได้หารือกันว่าจะทำการสำรวจในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์
- 4.1) นักเรียนคิดว่าช่วงเวลาดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่ ในการทำงาน และเพราะเหตุใด (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
- แนวคำตอบ** ไม่เหมาะสม เนื่องจากประเทศฟินแลนด์ อยู่ในทวีปยุโรป โดยช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ เป็นเวลาที่ดวงอาทิตย์ตั้งฉากทางซีกโลกใต้ทำให้ช่วงเวลากลางวันสั้นกว่ากลางวัน จึงไม่เหมาะที่จะทำงาน ควรเลือกในเวลาอื่น
- 4.2) นักเรียนคิดว่าช่วงเวลาใดเหมาะสมที่จะทำการสำรวจ (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)
- แนวคำตอบ** เดือนพฤษภาคม – เดือนกรกฎาคม หรือ เดือนเมษายน – เดือนมิถุนายน (ให้คำตอบมีช่วงเดือนมิถุนายน)

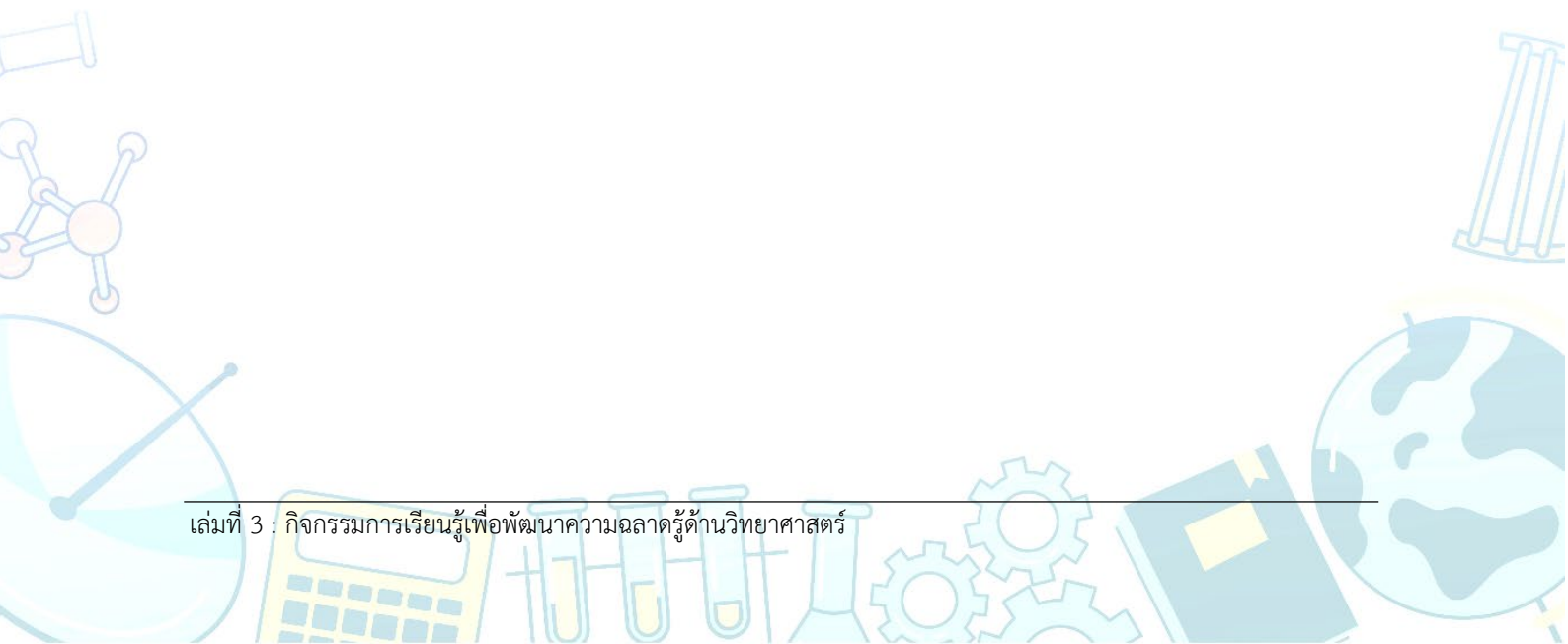
เกณฑ์การประเมินการตอบคำถามท้ายกิจกรรม

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 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 3.2 ม.2/5

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับฝนกรดได้

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ในธรรมชาติ เมื่อน้ำฝนรวมตัวกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ สามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับหินบางประเภทได้ เช่น หินปูน หินอ่อน ทำให้เกิดการกร่อนของหินที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ แต่จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่มีการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่อง อันมีสาเหตุสำคัญมาจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากเครื่องยนต์ การปล่อยควันพิษและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือกระบวนการตามธรรมชาติบางอย่าง เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ในบริเวณดังกล่าวเป็นปริมาณมาก เมื่อรวมตัวกับน้ำฝน จะทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดแก่ ที่เรียกว่า ฝนกรด เมื่อฝนกรดตกลงมายังพื้นโลกจะส่งผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้สิ่งก่อสร้างผุกร่อนเร็วกว่าปกติ สร้างความระคายเคืองต่อผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ทำให้แหล่งน้ำมีความเป็นกรดสูงขึ้นไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ทำให้ธาตุอาหารในดินของพืชลดลง การลดผลกระทบจากฝนกรดทำได้โดยการควบคุมการเกิดสารประกอบของซัลเฟอร์และไนโตรเจน เช่น การเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนของซัลเฟอร์ต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำจัดมลพิษก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

1) ใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน -

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
 - มีวิธีจัดการกระทำและควบคุมปัจจัยต่าง ๆ อย่างไรบ้าง
 - มีวิธีการวัด/สังเกตสิ่งที่ต้องการศึกษาได้อย่างไร
- 4) ผู้สอนให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอการออกแบบการทดลองของกลุ่มตนเอง โดยผู้สอนและผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบการทดลอง ในการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เช่น
 - คำถามสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่
 - สมมติฐานสอดคล้องกับคำถามหรือไม่
 - ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมเหมาะสมหรือไม่
 - ขั้นตอนการทดลองดังกล่าวมีความจำเป็นต้องทำหรือไม่/สามารถตัดออกได้หรือไม่
 - กลุ่มอื่นเห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - กลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนกลุ่มนี้หรือไม่ อย่างไร

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน -

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม -

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ออกแบบและประเมินการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับฝนกรดได้	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่องผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน	- สามารถออกแบบและประเมินการทดลองโดยมีการระบุคำถามสมมติฐาน และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับฝนกรดได้ โดยตอบคำถามข้อที่ 1-5 ได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรม เรื่อง ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน

คำชี้แจง: ให้ผู้เรียนพิจารณาสถานการณ์การทดลอง และให้ระบุคำถามและออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน จำลองได้โดยใช้เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู (น้ำส้มสายชูและฝนกรดมีความเป็นกรดใกล้เคียงกัน) เมื่อใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชูจะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน ในวันรุ่งขึ้นซึ่งมวลของหินอ่อนแห้งก่อนและหลังการทดลองเปรียบเทียบกัน

ทำการทดลองโดยใช้หินอ่อนชิ้นเล็ก 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: ให้ผู้เรียนพิจารณาสถานการณ์การทดลอง และให้ระบุคำถามและออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน จำลองได้โดยใช้เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู (น้ำส้มสายชูและฝนกรดมีความเป็นกรดใกล้เคียงกัน) เมื่อใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชูจะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน ในวันรุ่งขึ้นชั่งมวลของหินอ่อนแห่งก่อนและหลังการทดลองเปรียบเทียบกัน

ทำการทดลองโดยใช้หินอ่อนชิ้นเล็ก 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 - เพื่อแสดงให้เห็นว่าการรด (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 คาบ

1. ความเชื่อมโยงกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลาง

ว 2.3 ม.3/17, ว 3.1 ม.3/4

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงกับการรวบรวมแสงจากวัตถุท้องฟ้า
- ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน

3. สมรรถนะ (PISA 2025)

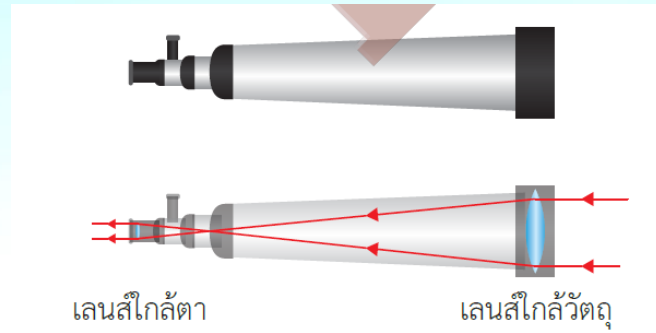
- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

4. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

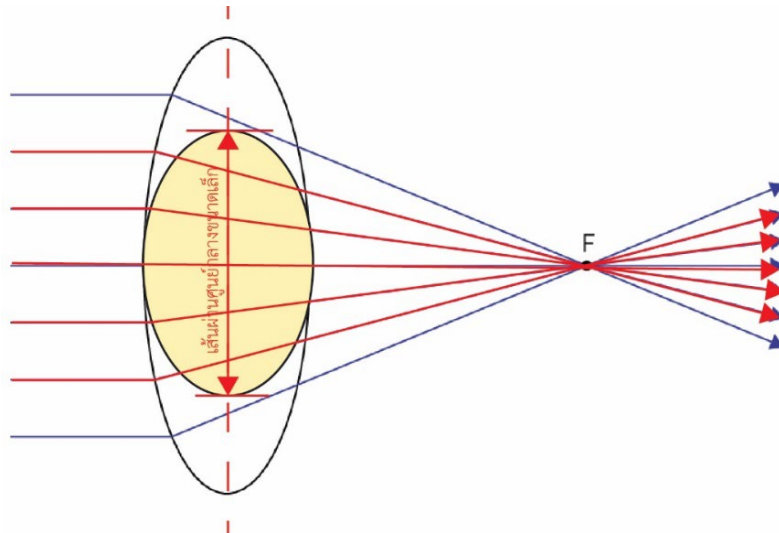
กล้องโทรทรรศน์ เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการศึกษาทางดาราศาสตร์ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยขยายขอบเขตการมองเห็นด้วยสายตาของมนุษย์ให้สามารถใช้สังเกตวัตถุท้องฟ้าที่อยู่ไกลจากโลก ซึ่งแสงจากวัตถุที่เดินทางผ่านอวกาศมาถึงผู้สังเกตมีปริมาณน้อย ทำให้เห็นดาวบางดวงริบหรี่ แต่กล้องโทรทรรศน์ช่วยรวมแสงและแยกภาพที่อยู่ใกล้กันให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง เป็นประเภทหนึ่งของกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สังเกตแสงที่ตามองเห็น มีหลักการทำงาน คือ ใช้หลักการหักเหของแสงผ่านเลนส์นูน 2 ชุด ดังภาพที่ 1 เมื่อแสงผ่านเลนส์ใกล้วัตถุจะเกิดการหักเหไปรวมกัน ทำให้เกิดภาพจริงที่จุดโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ ภาพนี้จะเป็นวัตถุของเลนส์ใกล้ตาทำให้เกิดภาพเสมือนขนาดขยาย

กล้องโทรทรรศน์ที่มีเลนส์มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่กว่า จะสามารถใช้สังเกตดาวที่มีความสว่างน้อยได้ดีกว่า เนื่องจากเลนส์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ เลนส์จะรับแสงได้มาก เกิดการผ่านตัดกันของเส้นรังสีของแสงมาก ทำให้สามารถมองเห็นดาวที่สว่างน้อยหรือดาวที่อยู่ไกลได้ดี



ภาพที่ 1 หลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง



ภาพที่ 2 แนวรังสีของแสงที่หักเหแสงผ่านเลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน

5. วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้

- 1) ภาพกล้องโทรทรรศน์ชนิดต่าง ๆ
- 2) ภาพแสดงหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง “ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับและรวมแสงของเลนส์อย่างไร” ตามจำนวนกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 3) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรม

6. การเตรียมตัวล่วงหน้าของผู้สอน

- 1) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับผู้เรียน
- 2) ศึกษาและตรวจสอบสื่อการเรียนรู้
- 3) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรม

7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ผู้สอนแสดงรูปกล้องโทรทรรศน์ชนิดต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจหรือทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาทางอวกาศ ซึ่งผู้เรียนได้อ่านเนื้อหาเทคโนโลยีอวกาศในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน
- 2) ผู้สอนทบทวนหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงให้กับผู้เรียน
- 3) ผู้สอนแสดงรูปกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงขนาดใหญ่และขนาดเล็กให้ผู้เรียนดู แล้วใช้คำถามดังนี้
 - นักเรียนคิดว่ากล้องโทรทรรศน์ทั้งสองภาพนี้ มีความแตกต่างกันอย่างไร
 - แนวคำตอบ** ผู้เรียนตอบได้ตามความคิดของตัวเอง คำตอบที่ควรมี คือ ขนาดของเลนส์หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน
 - นักเรียนคิดว่า กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงที่มีการใช้เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ใน จะทำให้สามารถทำให้เห็นดวงดาวที่มีแสงสว่างน้อยหรืออยู่ไกลได้ดีกว่าการใช้เลนส์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก เพราะอะไร
 - แนวคำตอบ** ผู้เรียนตอบได้ตามความคิดของตัวเอง ซึ่งเป็นการให้ผู้เรียนเสนอข้อกล่าวอ้าง (claim) และแสดงการให้เหตุผล (reasoning) ประกอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง
- 4) ผู้สอนชี้ให้ผู้เรียนสนใจคำตอบที่ว่า “กล้องที่มีเลนส์ขนาดใหญ่ใช้ดูดาวที่สว่างน้อยหรืออยู่ไกลได้ดีกว่า เพราะว่าเลนส์ขนาดใหญ่จะรับและรวมแสงได้ดีกว่า” แล้วกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะตรวจสอบว่าข้อกล่าวอ้างดังกล่าวเป็นจริงหรือไม่ เพื่อเชื่อมโยงสู่กิจกรรม “ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับแสงอย่างไร”
- 5) ผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ แล้วให้ผู้เรียนศึกษาใบกิจกรรม เช่น จุดประสงค์ของกิจกรรม และขั้นตอนการทำกิจกรรม จากนั้นผู้สอนใช้คำถามตรวจสอบความเข้าใจก่อนผู้เรียนทำกิจกรรม ดังนี้
 - กิจกรรมตอนที่ 2 มีจุดประสงค์เพื่ออะไร
 - แนวคำตอบ** ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน
 - กิจกรรมตอนที่ 2 มีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร
 - แนวคำตอบ** ประเมินสมมติฐานที่กำหนดให้ ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ทดลองโดยสังเกตและบันทึกระยะห่างของแหล่งกำเนิดแสงกับเลนส์นูนที่มากที่สุดที่ทำให้ไม่เห็นจุดแสงที่เกิดจากการรวมแสงของเลนส์นูน จากนั้นสรุปและอภิปรายผลการทดลอง
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือเก็บรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือ evidences) ที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง)
 - แนวคำตอบ** ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับเลนส์นูน
- 6) ผู้สอนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตามใบกิจกรรม โดยผู้สอนเดินสังเกตการทำกิจกรรมของผู้เรียน และอาจให้ความช่วยเหลือตามความเหมาะสม

- 7) ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากนั้นให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า *กล้องโทรทรรศน์ที่มีเลนส์มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่กว่า จะสามารถใช้สังเกตดาวที่มีความสว่างน้อยได้ดีกว่า* เนื่องจากเลนส์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ เลนส์จะรับแสงได้มาก เกิดการผ่านตัดกันของเส้นรังสีของแสงมาก ทำให้สามารถมองเห็นดาวที่มีสว่างน้อยหรือดาวที่อยู่ไกลได้ดี
- 8) หากผู้สอนพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกล้องโทรทรรศน์และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ที่มีผลต่อการรับและรวมแสงของเลนส์ ผู้สอนควรนำอภิปรายและแก้ไขให้ถูกต้อง

8. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้สอน -

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม -

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนในกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง กับการรับรวมแสงจากวัตถุท้องฟ้า	- พิจารณาการตอบคำถามในชั้นเรียน	- คำถามในชั้นเรียน	- สามารถนำความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน ที่ได้จากกิจกรรม ไปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างง่ายได้ โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง
2) ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน	- พิจารณาการตอบคำถามในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม เรื่องขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับและรวมแสงของเลนส์อย่างไร	- สามารถออกแบบและประเมินการทดลอง โดยมีการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง บันทึกข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน และการรับแสงของเลนส์นูน ได้โดยตอบคำถามได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรม เรื่อง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับแสงอย่างไร

คำชี้แจง: ให้ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ ทำกิจกรรม และตอบคำถาม

จุดประสงค์ของการทดลอง

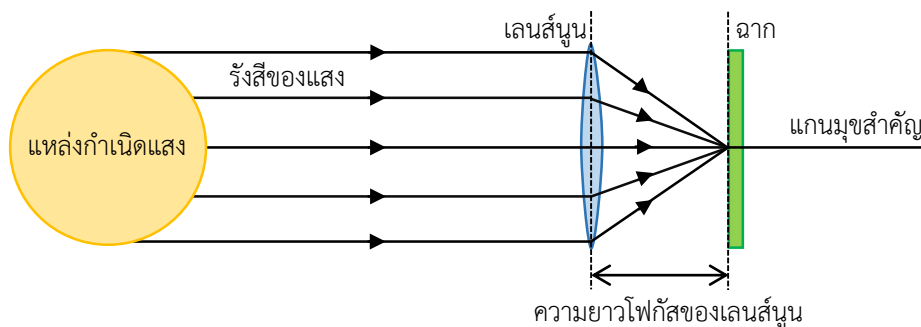
ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน

วัสดุและอุปกรณ์

- 1) เลนส์นูนหรือแว่นขยาย
- 2) หม้อแปลงไฟฟ้า
- 3) หลอดไฟฟ้ากระแสดตรง
- 4) ฉากรับภาพ
- 5) ไม้เมตร ตลับเมตร หรือสายวัด
- 6) เทปกาวทึบสีเข้ม หรือดินน้ำมัน

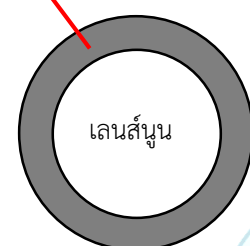
ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

- 1) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน และบันทึกผล
- 2) ต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากับหลอดไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่เป็นแสงสว่างจากดวงดาว
- 3) วางหลอดไฟฟ้า เลนส์นูน และฉากรับภาพตามตำแหน่งดังรูป โดยให้หลอดไฟฟ้าอยู่ห่างจากเลนส์นูนมากกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์นูนมาก ๆ (เช่น 50.0 เซนติเมตร) เพื่อให้แสงจากหลอดไฟฟ้า แทนดวงดาวที่อยู่ระยะอนันต์



- 4) หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนโดยเลื่อนฉากรับภาพเข้าหาเลนส์นูนหรือออกจากเลนส์นูน สังเกตภาพบนฉาก จนกระทั่งได้ตำแหน่งที่ภาพมีความเข้มแสงมากที่สุด บันทึกผล
- 5) เลื่อนฉากและเลนส์นูนให้ออกจากหลอดไฟฟ้า โดยการเลื่อนต้องให้ระยะห่างระหว่างฉากรับภาพและเลนส์นูนคงที่เสมอ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของภาพบนฉาก เลื่อนจนกระทั่งสังเกตได้ว่าเริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพหรือจุดสว่างบนฉาก บันทึกผล
- 6) เปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ โดยนำเทปกาวทึบสีเข้มหรือดินน้ำมันปิดบนเลนส์นูนที่ขอบโดยรอบ ดังภาพ เพื่อลดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ (ความยาวโฟกัสเท่าเดิม เนื่องจากเป็นเลนส์อันเดิม)
- 7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3-4 โดยใช้เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 4 ค่า
- 8) วิเคราะห์ผลการทดลอง นำเสนอผลการทดลองและอภิปรายร่วมกัน

เทปกาวทึบสีเข้ม หรือ ดินน้ำมัน



สมมติฐาน

พิจารณาสมมติฐานต่อไปนี้

“เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะสามารถรับแสงจากวัตถุที่อยู่ไกลและมีความสว่างน้อยได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก ทำให้มองเห็นดาวที่อยู่ไกลได้ดีกว่า”

จากข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง นักเรียนคิดว่ากับการทดลองนี้สามารถใช้ตรวจสอบสมมติฐานข้างต้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรของการทดลอง

ตัวแปรต้น :

ตัวแปรตาม :

ตัวแปรควบคุม (อย่างน้อย 3 ตัวแปร) :

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการสังเกต

ระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้ากับเลนส์นูนตอนเริ่มต้น เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างเลนส์นูนกับฉากรับภาพเซนติเมตร

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน (เซนติเมตร)	ระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้าและเลนส์นูนค่ามากที่สุด ที่เริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพบนฉาก (เซนติเมตร)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1) เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนมีค่าลดลง ระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้ากับเลนส์นูนค่ามากที่สุดที่เริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพบนฉาก มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2) ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ว่า “เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะสามารถรับแสงจากวัตถุที่อยู่ไกลและมีความสว่างน้อยได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก ทำให้มองเห็นดาวที่อยู่ไกลได้ดีกว่า” หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....



แนวคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์มีผลต่อการรับแสงอย่างไร

คำชี้แจง: ให้ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ ทำกิจกรรม และตอบคำถาม

จุดประสงค์ของการทดลอง

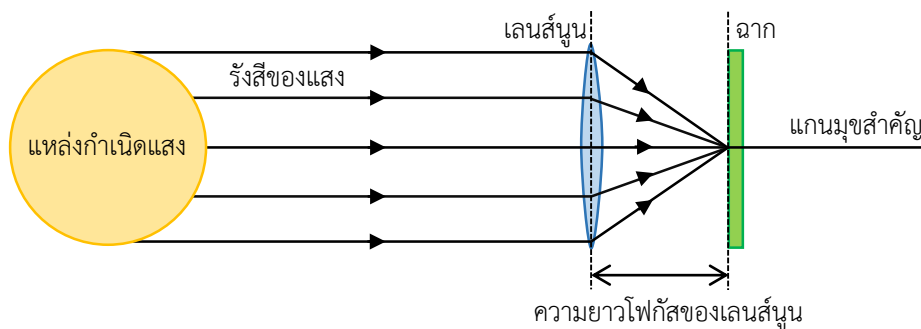
ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนและการรับแสงของเลนส์นูน

วัสดุและอุปกรณ์

- 1) เลนส์นูนหรือแว่นขยาย
- 2) หม้อแปลงไฟฟ้า
- 3) หลอดไฟฟ้ากระแสดตรง
- 4) ฉากรับภาพ
- 5) ไม้เมตร ตลับเมตร หรือสายวัด
- 6) เทปกาวทึบสีเข้ม หรือดินน้ำมัน

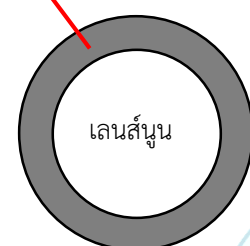
ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

- 1) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน และบันทึกผล
- 2) ต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากับหลอดไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่เป็นแสงสว่างจากดวงดาว
- 3) วางหลอดไฟฟ้า เลนส์นูน และฉากรับภาพตามตำแหน่งดังรูป โดยให้หลอดไฟฟ้าอยู่ห่างจากเลนส์นูนมากกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์นูนมาก ๆ (เช่น 50.0 เซนติเมตร) เพื่อให้แสงจากหลอดไฟฟ้า แทนดวงดาวที่อยู่ระยะอนันต์



- 4) หาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนโดยเลื่อนฉากรับภาพเข้าหาเลนส์นูนหรือออกจากเลนส์นูน สังเกตภาพบนฉาก จนกระทั่งได้ตำแหน่งที่ภาพมีความเข้มแสงมากที่สุด บันทึกผล
- 5) เลื่อนฉากและเลนส์นูนให้ออกจากหลอดไฟฟ้า โดยการเลื่อนต้องให้ระยะห่างระหว่างฉากรับภาพและเลนส์นูนคงที่เสมอ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของภาพบนฉาก เลื่อนจนกระทั่งสังเกตเห็นว่าเริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพหรือจุดสว่างบนฉาก บันทึกผล
- 6) เปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ โดยนำเทปกาวทึบสีเข้มหรือดินน้ำมันปิดบนเลนส์นูนที่ขอบโดยรอบ ดังภาพ เพื่อลดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ (ความยาวโฟกัสเท่าเดิม เนื่องจากเป็นเลนส์อันเดิม)
- 7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3-4 โดยใช้เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 4 ค่า
- 8) วิเคราะห์ผลการทดลอง นำเสนอผลการทดลองและอภิปรายร่วมกัน

เทปกาวทึบสีเข้ม หรือ ดินน้ำมัน



สมมติฐาน (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

พิจารณาสมมติฐานต่อไปนี้

“เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะสามารถรับแสงจากวัตถุที่อยู่ไกลและมีความสว่างน้อยได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก ทำให้มองเห็นดาวที่อยู่ไกลได้ดีกว่า”

จากข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง นักเรียนคิดว่ากับการทดลองนี้สามารถใช้ตรวจสอบสมมติฐานข้างต้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ สามารถใช้ตรวจสอบสมมติฐานได้ เพราะการทดลองใช้การสังเกตการรับแสงของเลนส์นูน
 โดยเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ให้แตกต่างกัน 4 ค่า ผลการทดลองน่าจะสามารถแสดงให้เห็นได้ว่า ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ส่งผลต่อการรับแสงของเลนส์นูนอย่างไร
 ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง เลนส์นูนจะรับแสงได้น้อยลงจริงหรือไม่ ซึ่งใช้ตรวจสอบสมมติฐานนี้ได้

ตัวแปรของการทดลอง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ตัวแปรต้น : ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน

ตัวแปรตาม : การรับแสงของเลนส์นูน (ซึ่งแปลความจากระยะห่างของระหว่างหลอดไฟฟ้าและเลนส์นูนค่ามากที่สุดที่เริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพบนฉาก)

ตัวแปรควบคุม (อย่างน้อย 3 ตัวแปร) : ความยาวโฟกัสของเลนส์นูน, ระยะห่างระหว่างเลนส์นูนกับฉากรับภาพ, หลอดไฟฟ้า

ตารางบันทึกผลการสังเกต (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

ระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้ากับเลนส์นูนตอนเริ่มต้น 50.0 เซนติเมตร
 ระยะห่างระหว่างเลนส์นูนกับฉากรับภาพ 15.0 เซนติเมตร

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูน (เซนติเมตร)	ระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้าและเลนส์นูนค่ามากที่สุดที่เริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพบนฉาก (เซนติเมตร)

สรุปผลการทดลอง (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

แนวคำตอบ เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนลดลง ระยะระหว่างหลอดไฟฟ้าและเลนส์นูนค่ามากที่สุด
ที่เริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพบนฉาก มีค่าลดลง หมายความว่า เมื่อเลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลง
จะรับแสงได้น้อยลง จึงมีระยะห่างหลอดไฟฟ้าและเลนส์นูนที่เริ่มไม่เห็นภาพมีค่าน้อยลงด้วย

คำถามท้ายกิจกรรม (สมรรถนะ: ออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะฯ)

- 1) เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนมีค่าลดลง ระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้ากับเลนส์นูนค่ามากที่สุด
ที่เริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพบนฉาก มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์นูนลดลง ระยะระหว่างหลอดไฟฟ้าและเลนส์นูน
ค่ามากที่สุดที่เริ่มไม่สามารถสังเกตเห็นภาพบนฉาก มีค่าลดลง

- 2) จากสมมติฐานที่กำหนดไว้ว่า “เลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะสามารถรับแสงจากวัตถุที่อยู่ไกล
และมีความสว่างน้อยได้ดีกว่าเลนส์นูนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก ทำให้มองเห็นดาวที่อยู่ไกลได้
ดีกว่า” ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ ดูจากข้อมูลหลักฐานใด

แนวคำตอบ ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐาน โดยดูจากผลการทดลองที่แสดงให้เห็นว่า
เมื่อเลนส์นูนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลง ทำให้ระยะห่างหลอดไฟฟ้าและเลนส์นูนที่เริ่มไม่เห็นภาพ
มีค่าน้อยลงด้วย ระยะห่างดังกล่าวที่น้อยลง หมายความว่า เลนส์นูนรับแสงได้น้อยลง

ภาคผนวก ข
แบบประเมินพฤติกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน

แบบประเมินพฤติกรรมกาารอภิปรายในชั้นเรียน

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)	ระดับ คุณภาพ
	สื่อสารให้ผู้อื่น เข้าใจในประเด็น ที่กำหนดได้ (2)	ประเมิน ความเหมาะสม ของข้อมูล ที่นำมาใช้ ในการสนับสนุนหรือ การโต้แย้ง ที่สอดคล้องกับ ประเด็นที่กำหนดได้ (2)	ให้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์เพื่อ สนับสนุนหรือ โต้แย้งในประเด็น ที่กำหนดได้อย่าง เหมาะสม (2)		
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

บรรณานุกรม

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

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

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

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

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

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

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

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. 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. ว่าที่ร้อยตรี ธนุ วงษ์จินดา | เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน |
| 3. รองศาสตราจารย์ธีระเดช เจียรสุขสกุล | ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 4. นางเกศทิพย์ ศุภวานิช | รองเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน |
| 5. นายภูธร จันทะหงษ์ ปุณยจรัสธำรง | ผู้ช่วยเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน |
| 6. นายธงชัย ชิวปรีชา | ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษาคณะกรรมการพัฒนา
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

คณะกรรมการอำนวยการจัดทำเอกสาร

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. นางสาวรัตนา แสงบัวเผื่อน | ผู้อำนวยการสำนักติดตามและประเมินผล
การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน |
| 2. นายวิษณุ ทรัพย์สมบัติ | ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา |
| 3. นายชนาธิป ท้ายแป | ผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษา |
| 4. นายภูริวรราช คำอ้ายกาวิน | ผู้อำนวยการสำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา |
| 5. นางสาวสุพัตรา ผาติวิสันต์ | รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 6. นางธัญยากานต์ กุลศุกร | ผู้อำนวยการสาขาประเมินผลทางการศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 7. นายจักรพงษ์ วงศ์อ้าย | ผู้อำนวยการศูนย์ขับเคลื่อนโครงการโรงเรียนคุณภาพประจำตำบล |
| 8. นายสมเจตน์ พันธุ์พรหม | ผู้อำนวยการศูนย์ PISA |
| 9. นางสาวชามาศ ดิษฐเจริญ | ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ ช่วยราชการ
สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา |

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

- | | |
|--|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ชาติรี ฝ่ายคำตา | คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์พัชรี รมพยอมน วิชัยดิษฐ | คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนต์สิทธิ์ ธนสิทธิ์โกศล | คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรเดช ศรีทา | โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา |
| 5. นายพินิจ ขำวงษ์ | คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 6. นายมนตรี ประเสริฐฤทธิ | โรงเรียนบางกะปิ |

บรรณาธิการกิจ

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. นางสาวสุพัตรา ผาติวิสันต์ | รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 2. นางธัญยากานต์ กุลศุภกร | ผู้อำนวยการสาขาประเมินผลทางการศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 3. นางสาวกมลนารี ลายคราม | ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 4. นายเดชทัต เรืองธรรม | ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 5. นางสาวนันทฉัตร วงษ์ปัญญา | ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 6. นางสาวสมฤทัย ชัยโพธิ์ | ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 7. นางสาวกนกนันท์ ไส้ไทย | นักวิชาการอาวุโส สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 8. นางสาวกุลจิตา สะอาด | นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 9. นางสาวสมिता สกุลไพศาล | นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 10. นายสุภทัต สุขเอี่ยม | นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 11. นางสาวอังคณา หล้าแก้ว | นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 12. นางสาวชามาศ ดิษฐเจริญ | ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ ช่วยราชการ
สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ |
| 13. นายชยรพ คงดี | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ลพบุรี |
| 14. นางสาวนริศรา มีสำราญ | โรงเรียนนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |
| 15. นางสาวสุวดี นาสวัสดิ์ | โรงเรียนนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |
| 16. นายนิรัตน์ อจลพล | โรงเรียนนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |

คณะผู้จัดทำ

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. นางสาวบุษรินทร์ จิตแสง | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย สตุล |
| 2. นางสาวรุ่งทิพย์ นิโรจน์ | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เชียงราย |
| 3. นางสาวมาลัย อินเทพ | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เชียงราย |
| 4. นางสาวสิรินาถ ชำคง | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย พิษณุโลก |
| 5. นางพรพิมล มุกสุวรรณ | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย พิษณุโลก |
| 6. นางสาวนริศรา มีสำราญ | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ลพบุรี |
| 7. นางวีณา เหมือนทรัพย์ | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ลพบุรี |
| 8. นางสาวปิยะวรรณ สุโพธิ์ชัย | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เลย |
| 9. นางสาวชนิภาพร เบญจมาศ | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เลย |
| 10. นางสาวอิสราภรณ์ ผิวคำ | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร |
| 11. นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร |
| 12. นางพรพรรณ พิมพ์ตะครอง | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ |
| 13. นางรพีพร ตะเคียนราม | โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ |

14. นางสาวภูริชญา อินทรพรรณ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ปทุมธานี
15. นางสาวทัศนีย์ จันทิวาสน์	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ปทุมธานี
16. นายอุทิศ จงรวมกลาง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี
17. นางสาวอิศราภรณ์ ไชยบุตร	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี
18. นางณัฐกมล ช่อสลิต	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เพชรบุรี
19. นางสาวจิราวรรณ เนียมศรี	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เพชรบุรี
20. นางปิ่นอนงค์ แสงมณี	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช
21. นายสฤติ เลื่อนแก้ว	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช
22. นางนันทรี หุ่นเที่ยง	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ตรัง
23. นางศิริขวัญ หนูพุดธิ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ตรัง
24. นางสาวอรัญญา เหมมาน	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย สตูล
25. นายพิทยา ทองเงิน	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
26. นางสาวปณิษฐา แสงทอง	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี
27. นางสาวสุวิมล อนันต์ทวีรัชต์	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี
28. นางสาวศราวดี ริวเหลือง	โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม
29. นายภูริ สิริเถลิงเกียรติ	โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์
30. นางสาวอภิญา โตดี	โรงเรียนนครพนมวิทยาคม
31. นายรณชัย สุพร	โรงเรียนอำนาจเจริญ
32. นายเวทพิสิฐ วิสิทธิ์พจนาลัย	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย
33. นางขวัญใจ สังข์จันทร์	โรงเรียนอุดมดรุณี
34. นางเพ็ญภา ทองดี	โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์
35. นายธนพล แก้วอุดม	โรงเรียนสตรีทุ่งสง
36. นางศรินันท์ ยูโชะ	โรงเรียนสตูลวิทยา

คณะผู้ออกแบบปกและจัดทำรูปเล่ม

1. นายกฤษฏา ทองเชื้อ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี
2. นายกิตติธัช ทองแย้ม	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี
3. นางณัฐฐา ทองเชื้อ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี
4. นางสาวนภาพร อมรเดชาวัฒน์	สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
5. นายภัทรพงษ์ ปักกะตา	สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา



<https://www.pisacenterobec.org>

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

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ