



คู่มือครุทายวิชาพื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

๒

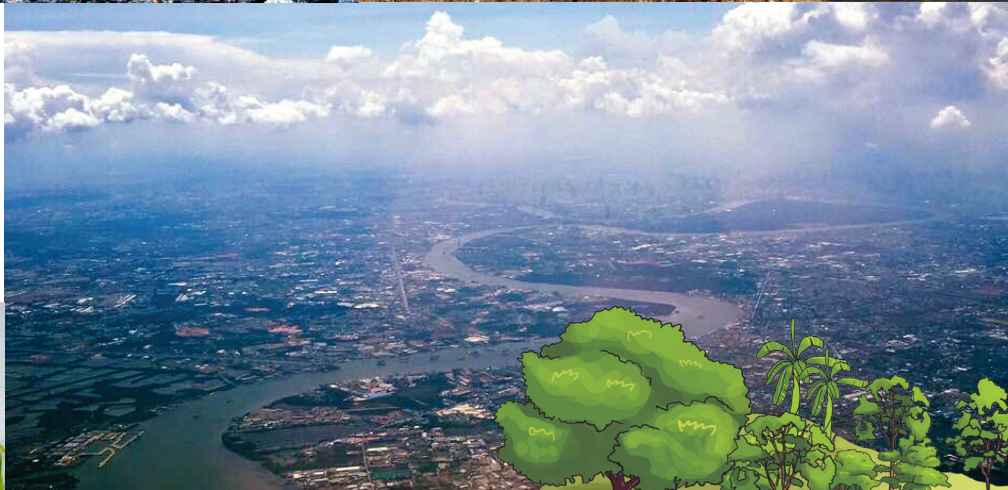
วิทยาศาสตร์

เล่ม ๒

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑





คู่มือครู

รายวิชาพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เล่ม ๒

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไปนี้ โรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. จึงได้จัดทำคู่มือครูประกอบหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เล่ม ๒ นี้ สสวท. ได้พัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้เป็นคู่มือครูคู่กับหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เล่ม ๒ ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ภายในคู่มือครูประกอบด้วยโครงสร้างหลักสูตร แนวความคิดต่อเนื่อง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในหนังสือเรียน ซึ่งเป็นตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการนำไปใช้ ในการจัดทำคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เล่มนี้ ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการ ครูผู้สอนจากสถาบันต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ครูและผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้คู่มือครูสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(ศาสตราจารย์ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

ส่วนหน้า	เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	ก
	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ค
	คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	จ
	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ช
	หน่วยการเรียนรู้	ป
	ความสอดคล้องของบทเรียน กิจกรรมการเรียนรู้และตัวชี้วัด	ผ
	รายการวัสดุอุปกรณ์ประกอบหนังสือเรียน	ย
	แนะนำการใช้คู่มือครู	ส
หน่วยที่	5 งานและพลังงาน	1
	บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย	2
	บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน	58
หน่วยที่	6 การแยกสาร	121
	บทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้	122
หน่วยที่	7 โลกและการเปลี่ยนแปลง	177
	บทที่ 1 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก	178
	บทที่ 2 ดินและน้ำ	237
	บทที่ 3 ภัยธรรมชาติบนผิวโลก (อยู่ระหว่างดำเนินการ)	---
หน่วยที่	8 ทรัพยากรพลังงาน (อยู่ระหว่างดำเนินการ)	---
	บทที่ 1 แหล่งพลังงาน	---
ภาคผนวก	บรรณานุกรม	400
	คณะผู้จัดทำ	405

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้กระบวนการและความรู้จากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านความรู้ในเนื้อหาและกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการต่าง ๆ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน โดยกำหนดสาระสำคัญดังนี้

- **วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science)** เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
- **วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science)** เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น
- **วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and Space Science)** เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยา และการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศ และการดำรงชีวิตของมนุษย์โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์
- **เทคโนโลยี (Technology)**
 - **การออกแบบและเทคโนโลยี (Designing and Technology)** เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - **วิทยาการคำนวณ (Computing Science)** เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2

เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3

เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1

เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2

เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3

เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1

เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2

เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมและตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต
- เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม
- เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- เข้าใจสมบัติของคลื่นและลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อน การหักเหของแสง และทัศนอุปกรณ์
- เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ
- เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะและโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย
- เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

- นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม
- ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐานหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย
- วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
มาตรฐาน ว 1.2	
1. ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจ 2. อธิบายกลไกการหายใจเข้าและออก โดยใช้แบบจำลอง รวมทั้งอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส 3. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหายใจโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหายใจให้ทำงานเป็นปกติ	• ระบบหายใจมีอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จมูก ท่อลมปอด กะบังลม และกระดูกซี่โครง • มนุษย์หายใจเข้า เพื่อนำแก๊สออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายเพื่อนำไปใช้ในเซลล์ และหายใจออกเพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย • อากาศเคลื่อนที่เข้าและออกจากปอดได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและความดันของอากาศภายในช่องอกซึ่งเกี่ยวกับการทำงานของกะบังลม และกระดูกซี่โครง • การแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในร่างกาย เกิดขึ้นบริเวณถุงลมในปอดกับหลอดเลือดฝอยที่ถุงลม และระหว่างหลอดเลือดฝอยกับเนื้อเยื่อ • การสูบบุหรี่ การสูดอากาศที่มีสารปนเปื้อน และการเป็นโรคเกี่ยวกับระบบหายใจบางโรค อาจทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง ซึ่งมีผลให้ความจุอากาศของปอดลดลง ดังนั้นจึงควรดูแลรักษาระบบหายใจ ให้ทำหน้าที่ปกติ
4. ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไต 5. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไต โดยการบอกแนวทางในการปฏิบัติตนที่ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำหน้าที่ได้อย่างปกติ	• ระบบอวัยวะขับถ่ายมีอวัยวะที่เกี่ยวข้อง คือ ไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะ และท่อปัสสาวะ โดยมีไตทำหน้าที่กำจัดของเสีย เช่น ยูเรีย แอมโมเนีย กรดยูริก รวมทั้งสารที่ร่างกายไม่ต้องการออกจากเลือด และควบคุมสารที่มีมากหรือน้อยเกินไป เช่น น้ำ โดยขับออกมาในรูปของปัสสาวะ • การเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสม เช่น รับประทานอาหารที่ไม่มีรสเค็มจัด การดื่มน้ำสะอาดให้เพียงพอ เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ระบบขับถ่ายทำหน้าที่ได้อย่างปกติ

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
6. บรรยายโครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจ หลอดเลือด และเลือด 7. อธิบายการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดโดยใช้แบบจำลอง	• ระบบหมุนเวียนเลือดประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือด และเลือด • หัวใจของมนุษย์แบ่งเป็น 4 ห้อง ได้แก่ หัวใจห้องบน 2 ห้อง และห้องล่าง 2 ห้อง ระหว่างหัวใจห้องบนและหัวใจห้องล่างมีลิ้นหัวใจกัน • หลอดเลือด แบ่งเป็น หลอดเลือดอาร์เตอรี หลอดเลือดเวน หลอดเลือดฝอย ซึ่งมีโครงสร้างต่างกัน • เลือด ประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือด เพลตเลต และพลาสมา • การบีบและคลายตัวของหัวใจทำให้เลือดหมุนเวียนและลำเลียงสารอาหาร แก๊ส ของเสีย และสารอื่น ๆ ไปยังอวัยวะและเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย • เลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูงจะออกจากหัวใจไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ขณะเดียวกัน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์จะแพร่เข้าสู่เลือดและลำเลียงกลับเข้าสู่หัวใจและถูกส่งไปแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอด
8. ออกแบบการทดลองและทดลองในการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะปกติและหลังทำกิจกรรม 9. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือด โดยการบอกแนวทางในการดูแลสุขภาพอวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดให้ทำงานเป็นปกติ	• ชีพจรบอกถึงจังหวะการเต้นหัวใจ ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปกติและหลังจากทำกิจกรรมต่าง ๆ จะแตกต่างกัน ส่วนความดันเลือด ระบบหมุนเวียนเลือดเกิดจากการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด • อัตราการเต้นของหัวใจมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล คนที่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดจะส่งผลทำให้หัวใจสูบฉีดเลือดไม่เป็นปกติ • การออกกำลังกาย การเลือกรับประทานอาหาร การพักผ่อน และการรักษาภาวะอารมณ์ให้เป็นปกติ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการดูแลสุขภาพระบบหมุนเวียนเลือดให้เป็นปกติ

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
10.ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบประสาทส่วนกลางในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย 11.ตระหนักถึงความสำคัญของระบบประสาทโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษา รวมถึงการป้องกันการกระทบกระเทือนและอันตรายต่อสมองและไขสันหลัง	• ระบบประสาทส่วนกลาง ประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง จะทำหน้าที่ร่วมกับเส้นประสาท ซึ่งเป็นระบบประสาทรอบนอกในการควบคุมการทำงานอวัยวะต่าง ๆ รวมถึงการแสดงพฤติกรรม เพื่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า • เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นหน่วยรับความรู้สึก จะเกิดกระแสประสาทส่งไปตามเซลล์ประสาทรับความรู้สึกไปยังระบบประสาทส่วนกลาง แล้วส่งกระแสประสาทมาตามเซลล์ประสาทสั่งการ ไปยังหน่วยปฏิบัติการ เช่น กล้ามเนื้อ • ระบบประสาทเป็นระบบที่มีความซับซ้อนและมีความสัมพันธ์กับทุกระบบในร่างกาย ดังนั้นจึงควรป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่กระทบกระเทือนต่อสมอง หลีกเลียงการใช้สารเสพติด หลีกเลียงภาวะเครียด และรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ เพื่อดูแลรักษาระบบประสาทให้ทำงานเป็นปกติ
12.ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิงโดยใช้แบบจำลอง 13.อธิบายผลของฮอร์โมนเพศชายและเพศหญิงที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว 14.ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว โดยการดูแลรักษาร่างกายและจิตใจของตนเองในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลง	• มนุษย์มีระบบสืบพันธุ์ที่ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เฉพาะ โดยรังไข่ในเพศหญิงจะทำหน้าที่ผลิตเซลล์ไข่ ส่วนอัณฑะในเพศชายจะทำหน้าที่สร้างเซลล์อสุจิ • ฮอร์โมนเพศทำหน้าที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะทางเพศที่แตกต่างกัน เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว จะมีการสร้างเซลล์ไข่และเซลล์อสุจิ การตกไข่ การมีรอบเดือน และถ้ามีการปฏิสนธิของเซลล์ไข่ และเซลล์อสุจิจะทำให้เกิดการตั้งครรภ์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
15.อธิบายการตกไข่ การมีประจำเดือน การปฏิสนธิ และการพัฒนาของไซโกต จนคลอดเป็นทารก 16.เลือกวิธีการคุมกำเนิดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด 17.ตระหนักถึงผลกระทบของการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร โดยการประพฤติตนให้เหมาะสม	• การมีประจำเดือน มีความสัมพันธ์กับการตกไข่โดยเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเพศหญิง • เมื่อเพศหญิงมีการตกไข่และเซลล์ไข่ได้รับการปฏิสนธิกับเซลล์อสุจิจะทำให้ได้ไซโกต ไซโกตจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและฟัตัส จนกระทั่งคลอดเป็นทารก แต่ถ้าไม่มีการปฏิสนธิ เซลล์ไข่จะสลายตัว ผนังด้านในมดลูกรวมทั้งหลอดเลือดจะสลายตัวและหลุดลอกออก เรียกว่า ประจำเดือน • การคุมกำเนิดเป็นวิธีป้องกันไม่ให้เกิดการตั้งครรภ์ โดยป้องกันไม่ให้เกิดการปฏิสนธิหรือไม่ให้มีการฝังตัวของเอ็มบริโอ ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การใช้ถุงยางอนามัย การกินยาคุมกำเนิด
มาตรฐาน ว 2.1	
1. อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	• การแยกสารผสมให้เป็นสารบริสุทธิ์ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับสมบัติของสารนั้น ๆ การระเหยแห้งใช้แยกสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนระเหยตัวทำละลายออกไปจนหมดเหลือแต่ตัวละลาย การตกผลึกใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยทำให้สารละลายอิ่มตัว แล้วปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยออกไปบางส่วน ตัวละลายจะตกผลึกแยกออกมา การกลั่นอย่างง่ายใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายและตัวทำละลายที่เป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันมาก วิธีนี้จะแยกของเหลวบริสุทธิ์ออกจากสารละลายโดยให้ความร้อนกับสารละลาย ของเหลวจะเดือดและกลายเป็นไอแยกจากสารละลาย แล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง ขณะที่ของเหลวเดือด อุณหภูมิของไอน้ำจะคงที่

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	โครมาโทกราฟีแบบกระดาษเป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีปริมาณน้อยโดยใช้แยกสารที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายและการถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับแตกต่างกัน ทำให้สารแต่ละชนิดเคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับได้ต่างกัน สารจึงแยกออกจากกันได้ อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่สารองค์ประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่ได้บนตัวดูดซับกับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เป็นค่าเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดในตัวทำละลายและตัวดูดซับหนึ่ง ๆ การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน โดยชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้ การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ใช้แยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำออกจากสารที่ระเหยยาก โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพา
3. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	• ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแยกสาร บูรณาการกับคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่พบในชุมชนหรือสร้างนวัตกรรม โดยมีขั้นตอน ดังนี้ - ระบุปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการแยกสารโดยใช้สมบัติทางกายภาพ หรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา โดยใช้หลักการดังกล่าว - รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการแยกสารโดยใช้สมบัติทางกายภาพที่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุ หรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมนั้น - ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแยกสารในสารผสม โดยใช้สมบัติทางกายภาพ โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	และกระบวนการทางวิศวกรรม รวมทั้งกำหนดและควบคุมตัวแปรอย่างเหมาะสม ครอบคลุม - วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลและเลือกวิธีการสื่อความหมายที่เหมาะสมในการนำเสนอผล - ทดลอง ประเมินผล ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ - นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น และผลที่ได้ โดยใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมและน่าสนใจ
4. ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร โดยใช้สารสนเทศ	• สารละลายอาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สารละลายประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากที่สุดจัดเป็นตัวทำละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเดียวกันกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย • สารละลายที่ตัวละลายไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีกที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ เรียกว่า สารละลายอิ่มตัว • สภาพละลายได้ของสารในตัวทำละลาย เป็นค่าที่บอกปริมาณของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย 100 กรัม จนได้สารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิและความดันหนึ่ง ๆ สภาพละลายได้ของสารบ่งบอกความสามารถในการละลายได้ของตัวละลายในตัวทำละลาย ซึ่งความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดตัวละลายและตัวละลาย อุณหภูมิ และความดัน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	• สารชนิดหนึ่ง ๆ มีสภาพละลายได้แตกต่างกันในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน และสารต่างชนิดกันมีสภาพละลายได้ในตัวทำละลายหนึ่ง ๆ ไม่เท่ากัน • เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สารส่วนมาก สภาพละลายได้ของสารจะเพิ่มขึ้น ยกเว้นแก๊สเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สภาพละลายได้จะลดลง ส่วนความดันมีผลต่อแก๊ส โดยเมื่อความดันเพิ่มขึ้น สภาพละลายได้จะสูงขึ้น • ความรู้เกี่ยวกับสภาพละลายได้ของสาร เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดตัวละลาย ตัวทำละลาย และอุณหภูมิ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันเช่น การทำน้ำเชื่อมเข้มข้น การสกัดสารออกจากสมุนไพรให้ได้ปริมาณมากที่สุด
5. ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลายในหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร 6. ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารไปใช้ โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย	• ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นการระบุปริมาณตัวละลายในสารละลาย หน่วยความเข้มข้นมีหลายหน่วย ที่นิยมระบุเป็นหน่วยเป็นร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร • ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร เป็นการระบุปริมาตรตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน นิยมใช้กับสารละลายที่เป็นของเหลวหรือแก๊ส • ร้อยละโดยมวลต่อมวล เป็นการระบุมวลตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน นิยมใช้กับสารละลายที่มีสถานะเป็นของแข็ง • ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นการระบุมวล ตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร นิยมใช้กับสารละลายที่มีตัวละลายเป็นของแข็ง ในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	การใช้สารละลายในชีวิตประจำวัน ควรพิจารณาจากความเข้มข้นของสารละลาย ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้งาน และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
มาตรฐาน ว 2.2	
- พยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นผลของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันจากหลักฐานเชิงประจักษ์ - เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน	แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เมื่อมีแรงหลาย ๆ แรงกระทำต่อวัตถุ แล้วแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ แต่ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่
ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดันของเหลว	- เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุในทุกทิศทาง โดยแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากกับผิววัตถุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันของของเหลว - ความดันของของเหลวมีความสัมพันธ์กับความลึกจากระดับผิวน้ำของของเหลว โดยบริเวณที่ลึกลงไปจากระดับผิวน้ำของของเหลวมากขึ้น ความดันของของเหลวจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากของเหลวที่อยู่ลึกกว่า จะมีน้ำหนักของของเหลวด้านบนกระทำมากกว่า
- วิเคราะห์แรงพยุงและการจม การลอยของวัตถุในของเหลวจากหลักฐานเชิงประจักษ์ - เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว	เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลว จะมีแรงพยุงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุ โดยมีทิศขึ้นในแนวตั้ง การจมหรือการลอยของวัตถุขึ้นกับน้ำหนักของวัตถุและแรงพยุง ถ้าน้ำหนักของวัตถุและแรงพยุงของของเหลวมีค่าเท่ากัน วัตถุจะลอยนิ่งอยู่ในของเหลว แต่ถ้าน้ำหนักของวัตถุมีค่ามากกว่าแรงพยุงของของเหลว วัตถุจะจม

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
6. อธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์จากหลักฐานเชิงประจักษ์	แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวให้เคลื่อนที่ แรงเสียดทานก็จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่เรียก แรงเสียดทานสถิต แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง เรียก แรงเสียดทานจลน์
7. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน 8. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ 9. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องแรงเสียดทานโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานที่เป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน	- ขนาดของแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุขึ้นกับลักษณะผิวสัมผัสและขนาดของแรงปฏิกิริยาดังฉากระหว่างผิวสัมผัส - กิจกรรมในชีวิตประจำวันบางกิจกรรมต้องการแรงเสียดทาน เช่น การเปิดฝาเกลียวขวดน้ำ การใช้แผ่นกันลื่นในห้องน้ำ บางกิจกรรมไม่ต้องการแรงเสียดทาน เช่น การลากล้อวัตถุบนพื้น การใช้น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ - ความรู้เรื่องแรงเสียดทานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
10. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายโมเมนต์ของแรง เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และคำนวณโดยใช้สมการ $M = Fl$	- เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยไม่ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ จะเกิดโมเมนต์ของแรง ทำให้วัตถุหมุนรอบศูนย์กลางมวลของวัตถุนั้น - โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง เมื่อผลรวมของโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน โดยโมเมนต์ของแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาจะมีขนาดเท่ากับโมเมนต์ของแรงในทิศตามเข็มนาฬิกา

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	• ของเล่นหลายชนิดประกอบด้วยอุปกรณ์หลายส่วนที่ใช้หลักการโมเมนต์ของแรง ความรู้เรื่องโมเมนต์ของแรงสามารถนำไปใช้ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่นได้
11.เปรียบเทียบแหล่งของสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วง และทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแต่ละสนามจากข้อมูลที่รวบรวมได้ 12.เขียนแผนภาพแสดงแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ	• วัตถุที่มีมวลจะมีสนามโน้มถ่วงอยู่โดยรอบ แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงจะมีทิศพุ่งเข้าหาวัตถุที่เป็นแหล่งของสนามโน้มถ่วง • วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าจะมีสนามไฟฟ้าอยู่โดยรอบ แรงไฟฟ้าที่กระทำต่อวัตถุที่มีประจุจะมีทิศพุ่งเข้าหาหรือออกจากวัตถุที่มีประจุที่เป็นแหล่งของสนามไฟฟ้า • วัตถุที่เป็นแม่เหล็กจะมีสนามแม่เหล็กอยู่โดยรอบ แม่เหล็กที่กระทำต่อขั้วแม่เหล็กจะมีทิศพุ่งเข้าหาหรือออกจากขั้วแม่เหล็กที่เป็นแหล่งของสนามแม่เหล็ก
13.วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามนั้น ๆ กับระยะห่างจากแหล่งของสนามถึงวัตถุจากข้อมูลที่รวบรวมได้	• ขนาดของแรงโน้มถ่วง แรงไฟฟ้า และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามนั้น ๆ จะมีค่าลดลง เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากแหล่งของสนามนั้น ๆ มากขึ้น
14.อธิบายและคำนวณอัตราเร็วและความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้สมการ $v = \frac{s}{t}$ และ $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์ 15.เขียนแผนภาพแสดงการกระจัดและความเร็ว	• การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุเทียบกับตำแหน่งอ้างอิง โดยมีปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ซึ่งมีทั้งปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ เช่น ระยะทาง อัตราเร็ว การกระจัด ความเร็ว ปริมาณสเกลาร์เป็นปริมาณที่มีขนาด เช่น ระยะทาง อัตราเร็ว ปริมาณเวกเตอร์เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น การกระจัด ความเร็ว

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	- เขียนแผนภาพแทนปริมาณเวกเตอร์ได้ด้วยลูกศร โดยความยาวของลูกศรแสดงขนาดและหัวลูกศรแสดงทิศทางของเวกเตอร์นั้น - ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ โดยระยะทางเป็นความยาวของเส้นทางที่เคลื่อนที่ได้ - การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ โดยการกระจัดมีทิศชี้จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย และมีขนาดเท่ากับระยะที่สั้นที่สุดระหว่างสองตำแหน่งนั้น - อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์ โดยอัตราเร็วเป็นอัตราส่วนของระยะทางต่อเวลา - ความเร็วปริมาณเวกเตอร์มีทิศเดียวกับทิศของการกระจัด โดยความเร็วเป็นอัตราส่วนของการกระจัดต่อเวลา
มาตรฐาน ว 2.3	
- วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ - วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย จากข้อมูลที่รวบรวมได้ - ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	- เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยแรงอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่จะเกิดงาน งานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของแรงและระยะทางในแนวเดียวกับแรง - งานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า กำลัง หลักการทำงานของงานนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื้นเอียง รอกเดี่ยว ลิ่ม สกรู ล้อและเพลลา ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
4. ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุเคลื่อนที่ พลังงานจลน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวลและอัตราเร็ว ส่วนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับตำแหน่งของวัตถุ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวลและตำแหน่งของวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วง วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานกล
5. แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้	ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์เป็นพลังงานกล พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุหนึ่ง ๆ สามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้ โดยผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์มีค่าคงตัว นั่นคือพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว
6. วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน	- พลังงานรวมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งอาจเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง เช่น พลังงานกลเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานแสง เนื่องมาจากแรงเสียดทาน พลังงานเคมีในอาหารเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ใช้ในการทำงานของสิ่งมีชีวิต - นอกจากนี้พลังงานยังสามารถถ่ายโอนไปยังอีกระบบหนึ่งหรือได้รับพลังงานจากระบบอื่นได้ เช่น การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร การถ่ายโอนพลังงานของการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงไปยังผู้ฟัง ทั้งการเปลี่ยนพลังงานและการถ่ายโอนพลังงาน พลังงานรวมทั้งหมดมีค่าเท่าเดิมตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
มาตรฐาน ว 3.2	
1. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดสมบัติและการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของซากสิ่งมีชีวิตในอดีต โดยกระบวนการทางเคมีและธรณีวิทยา เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน ปิโตรเลียม ซึ่งเกิดจากวัตถุดิบกำเนิด และสภาพแวดล้อมการเกิดที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ชนิดของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ที่มีลักษณะ สมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน สำหรับปิโตรเลียม จะต้องมีการผ่านการกลั่นลำดับส่วนก่อนการใช้งาน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เนื่องจากต้องใช้เวลานานหลายล้านปี จึงจะเกิดขึ้นใหม่
2. แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้แก๊สบางชนิดที่เกิดจากการเผาไหม้ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ ยังเป็นแก๊สเรือนกระจก ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกรุนแรงขึ้น ดังนั้นจึงควรใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น เลือกใช้พลังงานทดแทน หรือเลือกใช้เทคโนโลยีที่ลดการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น	เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัดและมักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น จึงมีการใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	พลังงานความร้อนได้พิภพ พลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน
4. สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้	• โครงสร้างภายในโลกแบ่งออกเป็นชั้นตามองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เปลือกโลก ซึ่งอยู่นอกสุด ประกอบด้วยสารประกอบซิลิกอนและอะลูมิเนียมเป็นหลัก เนื้อโลกคือส่วนที่อยู่ใต้เปลือกโลกลงไปจนถึงแก่นโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบของซิลิกอน แมกนีเซียมและเหล็ก และแก่นโลกคือส่วนที่อยู่ใจกลางของโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นเหล็กและนิกเกิล ซึ่งแต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกัน
5. อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง รวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	• การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นภูมิลักษณะแบบต่าง ๆ โดยมีปัจจัยสำคัญ คือ น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงของโลก สิ่งมีชีวิต สภาพอากาศ และปฏิกิริยาเคมี • การผุพังอยู่กับที่ คือ การที่หินผุพังทำลายลงด้วยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ ลมฟ้าอากาศกับน้ำฝน และรวมทั้งการกระทำของต้นไม้กับแบคทีเรีย ตลอดจนการแตกตัวทางกลศาสตร์ซึ่งมีการเพิ่มและลดอุณหภูมิสลับกัน เป็นต้น • การกร่อน คือ กระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการที่ทำให้สารเปลือกโลกหลุดไป ละลายไป หรือกร่อนไปโดยมีตัวนำพาธรรมชาติคือ ลม น้ำ และธารน้ำแข็ง ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ลมฟ้าอากาศ สารละลาย การครูดถู การนำพา ทั้งนี้ไม่รวมถึงการพังทลายเป็นกลุ่มก้อน เช่น แผ่นดินถล่ม ภูเขาไฟระเบิด

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
6. อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน และกระบวนการเกิดดิน จากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	• การสะสมตัวของตะกอน คือ การสะสมตัวของวัตถุจากการนำพาของน้ำ ลม หรือธารน้ำแข็ง • ดินเกิดจากหินที่ผุพังตามธรรมชาติผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ทับถมเป็นชั้น ๆ บนผิวโลก ชั้นดินแบ่งออกเป็นหลายชั้น ขนานหรือเกือบขนานไปกับผิวหน้าดิน แต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากสมบัติทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และลักษณะอื่น ๆ เช่น สี โครงสร้าง เนื้อดิน การยึดตัว ความเป็นกรด-เบส สามารถสังเกตได้จากการสำรวจภาคสนาม การเรียกชื่อชั้นดินหลักจะใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ได้แก่ O, A, E, B, C, R • ชั้นหน้าตัดดิน เป็นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด • ปัจจัยที่ทำให้ดินแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน สภาพภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน
7. ตรวจวัดสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน	• สมบัติบางประการของดิน เช่น เนื้อดิน ความชื้นดิน ค่าความเป็นกรด-เบส ธาตุอาหารในดิน สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยอาจนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น ดินจืด ดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินดาน อาจเกิดจากสภาพดินตามธรรมชาติ หรือการใช้ประโยชน์จะต้องปรับปรุงให้มีสภาพเหมาะสม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์
8. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน จากแบบจำลอง	• แหล่งน้ำผิวดินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นโลกไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วง การไหลของน้ำทำให้พื้นโลกเกิดการกัดเซาะเป็นร่องน้ำ เช่น ลำธาร คลอง และแม่น้ำ

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	ซึ่งร่องน้ำจะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ระยะเวลาในการกัดเซาะ ชนิดดินและหิน และลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาดชัน ความสูงต่ำของพื้นที่ เมื่อน้ำไหลไปยังบริเวณที่เป็นแอ่งจะเกิดการสะสมตัวเป็นแหล่ง เช่น บึง ทะเลสาบ ทะเล และมหาสมุทร • แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวใต้พื้นโลก ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาล น้ำในดินเป็นน้ำที่อยู่ร่วมกับอากาศตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ส่วนน้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไปและถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินหรือชั้นดินจนอึดตัวไปด้วยน้ำ
9. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้ น้ำ และนำเสนอแนวทางการใช้น้ำ อย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	• แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ส่งผลต่อการจัดการใช้ประโยชน์น้ำและคุณภาพของแหล่งน้ำ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านต่าง ๆ เช่น ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำและแหล่งน้ำผิวดินไม่เพียงพอสำหรับกิจกรรมของมนุษย์ น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินจึงถูกนำมาใช้มากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงมาก จึงต้องมีการจัดการการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและยั่งยืน ซึ่งอาจทำได้โดยการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อให้มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิต การจัดสรรและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การอนุรักษ์ และฟื้นฟูแหล่งน้ำ การป้องกันและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
10. สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	• น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด มีกระบวนการเกิดและผลกระทบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจสร้างความเสียหายร้ายแรงแก่ชีวิต และทรัพย์สิน • น้ำท่วม เกิดจากพื้นที่หนึ่งได้รับปริมาณน้ำเกินกว่าที่จะกักเก็บได้ ทำให้แผ่นดินจมอยู่ใต้น้ำ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ และสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่ • การกัดเซาะชายฝั่ง เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลที่เกิดขึ้นตลอดเวลาจากการกัดเซาะของคลื่นหรือลม ทำให้ตะกอนจากที่หนึ่งไปตกทับถมในอีกบริเวณหนึ่ง แนวของชายฝั่งเดิมจึงเปลี่ยนแปลงไป บริเวณที่มีตะกอนเคลื่อนเข้ามา น้อยกว่าปริมาณที่ตะกอนเคลื่อนออกไปถือว่าเป็นบริเวณที่มีการกัดเซาะชายฝั่ง • ดินถล่ม เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินหรือหินจำนวนมากลงตามลาดเขา เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นหลัก ซึ่งเกิดจากปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ สภาพธรณีวิทยา ปริมาณน้ำฝน พืชปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์พื้นที่ • หลุมยุบ คือ แอ่งหรือหลุมบนแผ่นดินขนาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากการถล่มของโพรงถ้ำหินปูน เคลือหินใต้ดิน หรือเกิดจากน้ำพัดพาตะกอนลงไปโพรงถ้ำหรือธารน้ำใต้ดิน • แผ่นดินทรุดเกิดจากการยุบตัวของชั้นดิน หรือหินร่วน เมื่อมวลของแข็งหรือของเหลวปริมาณมากที่รองรับอยู่ใต้ชั้นดินบริเวณนั้นถูกเคลื่อนย้ายออกไปโดยธรรมชาติหรือโดยการทำงานของมนุษย์

หน่วยการเรียนรู้

รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

เวลา 60 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยที่ 5 งานและพลังงาน บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย เรื่องที่ 1 งานและกำลัง เรื่องที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย กิจกรรมท้ายบท สร้างเครื่องทุ่นแรงของคุณยายได้อย่างไร บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ เรื่องที่ 2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน กิจกรรมท้ายบท ออกแบบวงจรรถไฟเหาะจำลองได้อย่างไร	15
หน่วยที่ 6 การแยกสาร บทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้ เรื่องที่ 1 วิธีการแยกสาร เรื่องที่ 2 การนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์ กิจกรรมท้ายบท การผลิตน้ำตาลทรายใช้วิธีการใดบ้างในการแยกสาร	15
หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง บทที่ 1 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก เรื่องที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก กิจกรรมท้ายบท ภูมิลักษณะบนผิวโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร บทที่ 2 ดินและน้ำ บทที่ 1 ดิน ชั้นดินและชั้นน้ำตตดิน บทที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน กิจกรรมท้ายบท ใช้น้ำอย่างไรให้น้ำใช้อย่างยั่งยืน	23

หน่วยการเรียนรู้

รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

เวลา 60 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
บทที่ 3 ภัยธรรมชาติบนผิวโลก เรื่องที่ 1 ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม แผ่นดินถล่ม และ การกัดเซาะชายฝั่ง เรื่องที่ 2 ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบและแผ่นดินทรุด กิจกรรมท้ายบท มีวิธีแก้ปัญหาน้ำท่วมอย่างไร	
หน่วยที่ 8 ทรัพยากรพลังงาน บทที่ 1 แหล่งพลังงาน เรื่องที่ 1 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เรื่องที่ 2 พลังงานทดแทน กิจกรรมท้ายบท การใช้พลังงานในอนาคตควรเป็นอย่างไร	7

ความสอดคล้องของบทเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

หน่วยการเรียนรู้/บทเรียน	กิจกรรม	ตัวชี้วัด
มาตรฐาน ว 2.3		
หน่วยที่ 5 งานและพลังงาน บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย	กิจกรรมที่ 5.1 ทำอย่างไรจึงจะเกิดงาน	วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้
	กิจกรรมที่ 5.2 เครื่องกลอย่างง่ายทำงานอย่างไร	วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย จากข้อมูลที่รวบรวมได้
	กิจกรรมท้ายบท สร้างเครื่องพ่นแรงของคุนยายได้อย่างไร	ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
หน่วยที่ 5 งานและพลังงาน บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน	กิจกรรมที่ 5.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง	ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง
	กิจกรรมที่ 5.4 พลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง	
	กิจกรรมที่ 5.5 พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร	แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้
	กิจกรรมที่ 5.6 พลังงานมีการเปลี่ยนแปลงและถ่ายโอนอย่างไร	
	กิจกรรมท้ายบท ออกแบบรางรถไฟเหาะจำลองได้อย่างไร	วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน

ความสอดคล้องของบทเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และตัวชี้วัด
ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

หน่วยการเรียนรู้/บทเรียน	กิจกรรม	ตัวชี้วัด
มาตรฐาน ว 2.1		
หน่วยที่ 6 การแยกสาร บทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้	กิจกรรมที่ 6.1 แยกสารโดยการระเหยแห้งและการตกผลึกได้อย่างไร	- อธิบายการแยกสารผสมโดยระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ - แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย
	กิจกรรมที่ 6.2 แยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายได้อย่างไร	
	กิจกรรมที่ 6.3 แยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษได้อย่างไร	
	กิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายได้อย่างไร	
	กิจกรรมที่ 6.5 นำวิธีการแยกสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร	นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์
	กิจกรรมท้ายบท การผลิตน้ำตาลทรายใช้วิธีการใดบ้างในการแยกสาร	

ความสอดคล้องของบทเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และตัวชี้วัด
ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

หน่วยการเรียนรู้/บทเรียน	กิจกรรม	ตัวชี้วัด
มาตรฐาน ว 3.2		
หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง บทที่ 1 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก	กิจกรรมที่ 7.1 โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร	สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้
	กิจกรรมที่ 7.2 การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร	อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง รวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง
	กิจกรรมที่ 7.3 การผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร	
	กิจกรรมที่ 7.4 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้นได้อย่างไร	
	กิจกรรมท้ายบท ภูมิลักษณะบนผิวโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร	
หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง บทที่ 2 ดินและน้ำ	กิจกรรมที่ 7.5 ดินที่ระดับความลึกต่างกัน มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่	อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดิน จากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน
	กิจกรรมที่ 7.6 การตรวจวัดสมบัติของดินมีวิธีการอย่างไร	ตรวจวัดสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน

ความสอดคล้องของบทเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และตัวชี้วัด
ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

หน่วยการเรียนรู้/บทเรียน	กิจกรรม	ตัวชี้วัด
	กิจกรรมที่ 7.7 ปัจจัยใดที่ทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีลักษณะแตกต่างกัน	อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง
	กิจกรรมที่ 7.8 แหล่งน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร	
	กิจกรรมเสริม ลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลอย่างไร	
	กิจกรรมท้ายบท ใช้น้ำอย่างไรให้มีใช้อย่างยั่งยืน	
หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง บทที่ 3 ภัยธรรมชาติบนผิวโลก	กิจกรรมที่ 7.9 น้ำท่วมเกิดขึ้นได้อย่างไร	- สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำและนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง - สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด
	กิจกรรมที่ 7.10 แผ่นดินถล่มเกิดขึ้นได้อย่างไร	
	กิจกรรมที่ 7.11 การกัดเซาะชายฝั่งเกิดขึ้นได้อย่างไร	
	กิจกรรมที่ 7.12 หลุมยุบเกิดขึ้นได้อย่างไร	
	กิจกรรมที่ 7.13 แผ่นดินทรุดเกิดขึ้นได้อย่างไร	
	กิจกรรมท้ายบท มีวิธีแก้ปัญหาน้ำท่วมอย่างไรบ้าง	

ความสอดคล้องของบทเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และตัวชี้วัด
ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

หน่วยการเรียนรู้/บทเรียน	กิจกรรม	ตัวชี้วัด
หน่วยที่ 8 ทรัพยากรพลังงาน บทที่ 1 ทรัพยากรพลังงาน	กิจกรรมที่ 8.1 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เกิดขึ้นอย่างไร	เปรียบเทียบกระบวนการเกิด สมบัติ และการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จากข้อมูลที่รวบรวมได้
		แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
	กิจกรรมที่ 8.2 ผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนได้อย่างไร	เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น
	กิจกรรมท้ายบท การใช้พลังงานในอนาคตควรเป็นอย่างไร	

ตารางรายการวัสดุอุปกรณ์ประกอบหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

ที่	รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
หน่วยที่ 5		
1.	เครื่องชั่งสปริง	1 อัน
2.	ถุงทราย	1 ถุง
3.	เหล็กแท่งมาตรฐานมวล 500 g หรือถุงทรายมวล 500 g	1 แท่ง
4.	รถทดลอง	1 คัน
5.	รอกพลาสติก	4 อัน
6.	ลวดเหล็ก	2 เส้น
7.	แท่งไม้หรือแท่งเหล็กกลม	1 แท่ง
8.	ขวดพลาสติก	2 ขวด
9.	ขวดน้ำพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน	2 ขวด
10.	แผ่นไม้กระดาน	1 แผ่น
11.	กระดาษลังหรือแผ่นพลาสติกลูกฟูก	1 แผ่น
12.	ดินน้ำมัน	1 ก้อน
13.	ถ้วยกระดาษ	2 ใบ
14.	พลาสติกทรงกลม	3 อัน
15.	สายยางพลาสติกหรือท่อโฟม	1 อัน
16.	ลูกแก้วหรือลูกกลมโลหะขนาดต่างกัน	1 ลูก
17.	กระบะทรายพร้อมทราย	1 กระบะ
18.	เชือก	1 ม้วน
19.	กล่องกระดาษ	1 กล่อง
20.	นาฬิกาจับเวลา	1 เครื่อง
21.	ขาตั้งพร้อมที่จับ	1 ชุด
22.	ไม้บรรทัด	1 อัน
23.	ไม้เมตร	2 อัน

ตารางรายการวัสดุอุปกรณ์ประกอบหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

ที่	รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
หน่วยที่ 5		
24.	เทปใส	1 ม้วน
25.	เทปกาว	1 ม้วน
26.	กรรไกร	1 ด้าม
27.	กาว	1 ขวด
หน่วยที่ 6		
1.	ใบไม้จากพืช 1 ชนิด เช่น ใบผักบุ้งจีน ใบเตย ใบหูกวาง	2 ใบ
2.	พืชที่ต้องการสกัดสี เช่น ใบเตย กระเจี๊ยบแดง ขมิ้นชัน หรือพืชอื่น ๆ	10 g
3.	จุนสีหรือคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	20 g
4.	สารละลายจุนสีหรือสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	20 cm ³
5.	น้ำ	125 cm ³
6.	สารละลายเอทานอล 95%	25 cm ³
7.	ปากกาเมจิกสีต่าง ๆ	2 ด้าม
8.	บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	2 ใบ
9.	บีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	2 ใบ
10.	กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
11.	หลอดทดลองขนาดใหญ่	2 หลอด
12.	หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
13.	หลอดหยด	2 อัน
14.	หลอดนำแก๊สรูปตัววี	1 อัน
15.	สายพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 mm ยาวประมาณ 50 cm	1 เส้น
16.	จุกยาง 2 รู	1 อัน
17.	จุกยางเบอร์ 10	2 อัน
18.	ขาตั้งพร้อมที่จับ	1 ชุด

ตารางรายการวัสดุอุปกรณ์ประกอบหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

ที่	รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
19.	แท่งแก้วคน	1 อัน
20.	ถ้วยกระเบื้อง	1 ใบ
21.	กระดาษกรอง	2 แผ่น
22.	กระดาษโครมาโทกราฟี	1 แผ่น
23.	กรวยกรอง	1 อัน
24.	ตะแกรงร่อนชนิดละเอียด	1 อัน
25.	ข้อตักสารเบอร์สอง	1 อัน
26.	ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด
27.	คีมคีบ	1 อัน
28.	ไม้ขีดไฟ	1 กลัก
29.	เทอร์มอมิเตอร์	1 อัน
30.	ที่จับหลอดทดลอง	1 อัน
31.	เศษกระเบื้อง	2-3 ชิ้น
32.	กระป๋องทราย	1 กระป๋อง
33.	ผ้าหรือกระดาษเยื่อ ขนาดประมาณ 20 cm x 20 cm	1 ผืน
34.	กรรไกร	1 เล่ม
35.	ไม้บรรทัด	1 อัน
36.	ดินสอ	1 แท่ง
37.	ฝากล่องพลาสติก หรือกระดาษแข็ง	1 ฝา/แผ่น
38.	เทปใส	1 ม้วน
39.	จานกระดาษหรือภาชนะอื่น ๆ	1 ใบ
40.	โถรงบด	1 ชุด
41.	ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน
42.	แว่นตานิรภัย	เท่าจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

**ตารางรายการวัสดุอุปกรณ์ประกอบหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2**

ที่	รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
หน่วยที่ 7		
1.	กรวด	6,300 g
2.	กรวดขนาดใหญ่ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน	1,000 g
3.	กรวดขนาดเล็ก	500 g
4.	ทรายหยาบ	9,300 g
5.	ทรายละเอียด	17,500 g
6.	ดินเหนียว	5,000 g
7.	ปูนปลาสเตอร์	500 g
8.	น้ำสะอาด	17,050 cm ³
9.	น้ำกลั่น	150 cm ³
10.	กรดซัลฟิวริกเจือจาง 0.1 mol/l	5 cm ³
11.	เกลือแกงป่น	50 g
12.	หินปูน	1 ก้อน
13.	ดินน้ำมัน	50 g
14.	หลอดฉีดยาขนาด 50 cm ³ หรือ 100 cm ³	1 อัน
15.	บีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	1 ใบ
16.	บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
17.	บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	1 ใบ
18.	กระบอกตวงขนาด 100 cm ³	1 ใบ
19.	กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
20.	หลอดทดลองขนาดกลาง	1 อัน
21.	ภาชนะที่มีฝาปิดสนิทหรือถุงพลาสติก	1 ใบ
22.	ถาดพลาสติก	2 ใบ
23.	กระบะพลาสติก	1 ใบ

ตารางรายการวัสดุอุปกรณ์ประกอบหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

ที่	รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
24.	ภาชนะใส่น้ำ	1 ใบ
25.	ภาชนะปากกว้าง	2 ใบ
26.	ถังน้ำ	1 ใบ
27.	กล่องพลาสติกใส	2 ใบ
28.	ขวดน้ำพลาสติกและฝาปิดขวด	1 ใบ
29.	ขวดน้ำพลาสติกขนาด 500 cm ³	6 ใบ
30.	กระบอกฉีดยาน้ำพร้อมบรรจุน้ำกลั่น	1 อัน
31.	บัวรดน้ำขนาดเล็ก	1 อัน
32.	สายยางขนาดเล็ก 1 m	1 เส้น
33.	แก้วกระดาษ	2 ใบ
34.	แก้วน้ำพลาสติกชนิดใส	2 ใบ
35.	ลูกโป่งขนาดเล็ก	2 ใบ
36.	หลอดพลาสติกใส	1 หลอด
37.	หลอดหยด	1 อัน
38.	นาฬิกาจับเวลา	1 อัน
39.	แว่นขยาย	1 อัน
40.	ยางรัดของ	5 เส้น
41.	ซีอนพลาสติกหรือแท่งไม้สำหรับคนของผสม	1 อัน
42.	แท่งแก้วคนสาร	1 อัน
43.	ซีอนพลาสติก	1 อัน
44.	ผ้าแห้ง	1 ผืน
45.	ซีอนปลูก	1 อัน
46.	ดินสอไม้	1 แท่ง
47.	กรรไกร	1 อัน

ตารางรายการวัสดุอุปกรณ์ประกอบหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

ที่	รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
48.	ไม้บรรทัด	1 อัน
49.	แผ่นพลาสติก หรือกระดาษขาว	1 แผ่น
50.	บ้านจำลอง	5 อัน
51.	แว่นนิรภัยป้องกันสารเคมี	เท่ากับจำนวนคนในกลุ่ม
52.	ถุงมือป้องกันสารเคมี	เท่ากับจำนวนคนในกลุ่ม
53.	สำลี	เท่ากับที่ใช้ครั้งหนึ่งของขวดที่ ตัดแล้ว
54.	ตะแกรงร่อนดินเบอร์ 10	1 อัน
55.	เครื่องชั่ง 3 แขน	1 อัน/ห้อง
56.	กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	1 กล่อง/ห้อง
57.	ชุดตรวจวัดธาตุอาหารในดิน	1 ชุด/ห้อง
58.	สืผสมอาหาร	4 ชองเล็ก/ห้อง
หน่วยที่ 8		
1.	ถ่านหิน	1 ก้อน
2.	ปิโตรเลียม (ตัวอย่างน้ำมันดิบ)	300-500 cm ³ บรรจุใส่ขวดที่ปิดผนึก

แนะนำการใช้คู่มือครู



2

หน่วยที่ 2 สลายนคร

หน่วยการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของสารละลาย ปฏิกิริยาคือองค์ประกอบสำคัญและมีความจำเป็นของสารละลาย เพื่อใช้เข้าใจกระบวนการประกอบกันของเซลล์และเนื้อเยื่อของพืช ซึ่งสามารถนำไปใช้ความรู้ทาง ชีวเคมีได้เป็นอย่างดี สารละลายอินทรีย์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิดทั้งในสารละลายอินทรีย์และสารละลายอนินทรีย์ของเซลล์

นักเรียนจะได้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสารละลาย ซึ่งมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและมีความจำเป็นของเซลล์และเนื้อเยื่อของสารละลายและมีความจำเป็นของสารละลายในการดำรงชีวิตในหน่วยย่อยของสารละลายและในการดำรงชีวิตในเซลล์และเนื้อเยื่อ

องค์ประกอบของหน่วย

หน่วยที่ 1 องค์ประกอบของสารละลายและปฏิกิริยาคือองค์ประกอบสำคัญ	
เรื่องที่ 1 องค์ประกอบของสารละลาย	เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง
เรื่องที่ 2 สารละลายในเซลล์	เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง
ปฏิกิริยาคือองค์ประกอบสำคัญ	30 นาที
กิจกรรมก่อนเรียน	เวลาที่ใช้ 30 นาที
หน่วยที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลาย	
เรื่องที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลาย	เวลาที่ใช้ 4 ชั่วโมง
ในหน่วยย่อย	
กิจกรรมก่อนเรียน	เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง
รวมเวลาที่ใช้	14 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยและจุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้

องค์ประกอบของหน่วย ซึ่งจัดเป็นบทเรียน เรื่องของ
บทเรียนนั้น และกิจกรรมท้ายบท รวมทั้งแสดงเวลาที่ใช้

ภาพรวมการดำเนินงานตามภารกิจ			
ยุทธศาสตร์ การปฏิรูปและสร้าง โอกาส	แนวทางการดำเนินงาน	กิจกรรม	รายการประเมิน
1. พัฒนาโครงสร้างและ กลไกของพื้นที่นำร่อง เป็นต้นแบบการแก้ไข ความเหลื่อมล้ำ ภายใน	1. สร้างความเข้าใจร่วมกัน ระหว่างหน่วยงาน 2. สร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับ ข้อมูล และงาน 3. สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความ สำคัญของการแก้ไขความ เหลื่อมล้ำภายในและการขยาย พื้นที่นำร่องสู่หน่วยงานอื่น ภายใน	กิจกรรมที่ 2.1 บูรณาการ และใช้ข้อมูลภายใน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1. เชื่อมโยงภารกิจ ในการปฏิรูป โครงสร้างภายใน 2. ประเมินความ สำคัญของการ ขยายพื้นที่นำ ร่องสู่หน่วยงาน ภายใน
	4. สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความ สำคัญของการแก้ไข ความเหลื่อมล้ำ ภายใน 5. ประเมินความสำคัญของการ ขยายพื้นที่นำร่องสู่หน่วยงาน ภายใน	กิจกรรมที่ 2.2 สร้างความรู้ความ เข้าใจ เกี่ยวกับ	1. ศึกษาผลกระทบ ด้านความเหลื่อม ล้ำภายใน 2. วิเคราะห์และ ขยายผลการ ขยายพื้นที่นำ ร่องสู่หน่วยงาน ภายใน
2. ปรับปรุงและสร้าง ความเข้าใจเกี่ยวกับ ความเหลื่อมล้ำ ภายใน	1. สร้างความเข้าใจ เกี่ยวกับความสำคัญ ของการแก้ไขความ เหลื่อมล้ำภายใน 2. สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับ ความสำคัญของการ แก้ไขความเหลื่อมล้ำ ภายใน 3. ประเมินความสำคัญ ของการแก้ไขความ เหลื่อมล้ำภายใน	กิจกรรมที่ 2.3 สร้างความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับ ความเหลื่อมล้ำ ภายใน	1. ศึกษาผลกระทบ ด้านความเหลื่อม ล้ำภายใน 2. วิเคราะห์และ ขยายผลการ ขยายพื้นที่นำ ร่องสู่หน่วยงาน ภายใน

สรุปผลการดำเนินงานตามแผนพัฒนาพื้นที่นำร่อง

ภาพรวมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงความ
สอดคล้องของจุดประสงค์ของบทเรียน แนวความคิด
ต่อเนื่อง และรายการประเมิน

[illegible]

ข้อบทเรียนและสาระสำคัญ แสดงสาระสำคัญที่
นักเรียนจะได้เรียนรู้ในบทเรียน

จุดประสงค์ของบทเรียน แสดงเป้าหมายหรือสิ่งที่
นักเรียนจะทำได้เมื่อเรียนจบบทเรียน

21	รหัส 2 หมวดงาน ผู้ดูแลทรัพย์สินทางปัญญา		
ทักษะความรู้ความสามารถที่จำเป็นสำหรับตำแหน่งงานรหัส 21 ที่คาดว่าจะได้จากการเรียน			
ทักษะ	1	2	หมายเหตุ
ทักษะกระบวนการทางวิชาการและวิชาชีพ			
การคิดเลข			
การวัด		•	
การคำนวณประกอบ	•		
การหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองและองค์ประกอบ			
การใช้จำนวน	•	•	
การคิดเลขที่เกี่ยวข้องกับงานวิชาชีพ		•	•
การหาความน่าจะเป็นทางสถิติ	•	•	
การหาผลคูณ		•	
การหาค่าเฉลี่ย		•	
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต		•	
การหาผลคูณ		•	
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต	•	•	•
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต		•	
ทักษะด้านความรู้ทั่วไป			
การอ่านและทำความเข้าใจ			
การเขียน			
การฟัง			
การพูด			
การคิดวิเคราะห์			
การแก้ปัญหา			
การตัดสินใจ			
การสื่อสาร			
การคิดวิเคราะห์			
การแก้ปัญหา			
การตัดสินใจ			
การสื่อสาร			
การคิดวิเคราะห์			
การแก้ปัญหา			
การตัดสินใจ			
การสื่อสาร			
การคิดวิเคราะห์			
การแก้ปัญหา			
การตัดสินใจ			
การสื่อสาร			
การคิดวิเคราะห์			
การแก้ปัญหา			
การตัดสินใจ			

ทักษะที่นักเรียนควรจะได้รับหรือฝึกปฏิบัติ เมื่อเรียนจบในแต่ละเรื่อง

[illegible]

การนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ แสดงแนวทางการจัด
การเรียนการสอนเมื่อเริ่มต้นบทเรียน

ภาพนำบทพร้อมคำอธิบายภาพ เพื่อสร้างความสนใจ
ในการเรียนในบทนี้

ผลการทบทวนความถูกต้องของ

เขียนเครื่องหมาย ☒ หน้าที่ความถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย ☒ หน้าที่ความถี่ไม่ถูกต้อง

☒ ตารางค่าเฉลี่ยที่เป็นภาคีหรือกลุ่มภาคีอื่น
ไม่ถูกต้อง เพราะตารางค่าเฉลี่ยเป็นภาคีอื่น

☒ ตาราง 2 หน้าที่เขียนเป็นภาคีกลุ่มภาคีการกระจาย
ไม่ถูกต้อง เพราะตาราง 2 หน้าที่เขียนเป็นภาคีตัวชี้ขาดไม่ถูกต้องเพราะ ไม่มีการใช้ภาคีในได้

☒ จำนวนเฉลี่ยเขียนเป็นตัวเลขการกระจายตัวอื่น
ไม่ถูกต้อง เพราะจำนวนเขียนเป็นได้ เป็นภาคีเขียนข้อความจากข้อเขียนของแบบ เรียกว่า การรวมแบบ

ทบทวนความรู้ก่อนเรียน เพื่อทบทวนความรู้
ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ที่ควรจะมีเพื่อเตรียมพร้อม
ในการเรียนเรื่องนี้

3. ตรวจสอบความถี่ในการเปิดเรียนเกี่ยวกับลักษณะและตัวชี้วัดตามข้อจำกัดการฟื้นฟูโรงเรียนก่อนเรียน นักเรียนสามารถตอบสนองความต้องการตนเอง โดยครูผู้สอนสังเกตการณ์ แล้วนำข้อมูลจากการตรวจสอบความถี่ในการเปิดเรียนไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ตรงกับความต้องการของนักเรียนต่อไปได้ทันที เมื่อนักเรียนเรียนเสร็จแล้ว นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจกระบวนการพัฒนาคุณภาพของตนเองก่อนเรียน

 ตัวอย่างแนวคิดหลักในการเขียนรายงานโรงเรียน

- การออกแบบเขียนของนางสาวจันทร์ (Adcharn, E., & Sawatsi, 2012)
- ตัวอย่างแนวคิดเขียนโรงเรียนแบบ (Calk, M., & Ayas, A., 2005)

รู้อะไรบ้างก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังจะเรียน โดยนักเรียนไม่จำเป็นต้องตอบถูกต้องครบถ้วน ซึ่งครูสามารถนำไปวางแผนในการจัดการเรียนการสอน ในเรื่องนั้น ๆ ได้

[illegible]

ชื่อเรื่องและแนวการจัดการเรียนรู้ของเรื่อง

ภาพนำเรื่องพร้อมคำอธิบายภาพ เพื่อสร้างความสนใจ
ในการเรียนในหน่วยนี้

กิจกรรมการเรียนรู้ของเรื่อง แสดงแนวการจัดการ
เรียนรู้ ก่อน ระหว่าง และหลังทำกิจกรรม

แนวคิดคลาดเคลื่อน แสดงแนวคิดคลาดเคลื่อนและ
แนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องนั้น ๆ

เฉลยคำถามระหว่างเรียนแสดงแนวคำตอบของคำถาม

ข้อสรุปที่นักเรียนควรได้ เมื่ออภิปราย และสรุปสิ่งที่
ได้เรียนรู้หลังข้อความ เพื่อให้ได้ข้อสรุป

กิจกรรมเสริม ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม และ
ตัวอย่างองค์ความรู้หรือทักษะที่นักเรียนควรได้รับ
จากการทำกิจกรรมเสริม

[illegible]

สรุปกิจกรรมการเรียนรู้ของเรื่อง
โดยแสดง

- จุดประสงค์
- เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม
- รายการวัสดุและอุปกรณ์
- การเตรียมตัวล่วงหน้าสำหรับครู
- ข้อควรระวังในการทำกิจกรรม
- ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม
- สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้
- ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม
- เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

[illegible]

เฉลี่ยแบบฝึกหัดท้ายบท พร้อมแสดงระดับความยาก (**) และง่าย (*) ของแบบฝึกหัด

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎี

ภาพ 6.1 แสดงวิธีการเปลี่ยนสี: ปีกาม Glider Polygon เปลี่ยนสีโดยเริ่มที่ปี 1898 ที่บริเวณ North Pole มีวิธีการตามหลักทฤษฎีที่อธิบายการเปลี่ยนสีตามปริมาตรและพื้นที่ผิวจาก ผลของการขยายจากจุดศูนย์กลางไปยังทิศทางของแสงสีที่เปลี่ยนตามทิศทางของแสงสีที่ตกมา และขยายตามแสงสีที่ตกมาตามทิศทางที่เข้าหาขั้วโลกจาก เส้นที่ลากไว้ไม่ได้ออกจากแสงสีที่เข้ามาตามทิศทางของแสงสีที่เข้าหาขั้วโลกและทิศทางที่ลากไว้ เส้นที่ขยายตามทิศทางที่เข้าหาขั้วโลก และเส้นที่ลากไว้ตามทิศทางของแสงสี

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครูที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในเรื่อง
แต่นอกเหนือผลการเรียนรู้ซึ่งไม่ควรนำไปใช้ในการ
วัดผลประเมินผลนักเรียน

[illegible]

เฉลี่ยแบบฝึกหัดท้ายหน่วยพร้อมแสดงระดับความยาก (**) และง่าย (*) ของแบบฝึกหัด โดยแบบฝึกหัดท้ายหน่วยสอดคล้องกับแบบทดสอบระดับชาติ (O-NET) และนานาชาติ (PISA)

หน่วยที่ 5 งานและพลังงาน

หน่วยการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุ รวมทั้งวิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณหางานและกำลังจากข้อมูลที่รวบรวมได้ หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน และตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

องค์ประกอบของหน่วย

บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย

เรื่องที่ 1 งานและกำลัง

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย

เวลาที่ใช้ 4 ชั่วโมง

กิจกรรมท้ายบท

เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน

เรื่องที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง

เวลาที่ใช้ 5 ชั่วโมง

และพลังงานจลน์

เรื่องที่ 2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

กิจกรรมท้ายบท

เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

รวมเวลาที่ใช้ 15 ชั่วโมง

บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย



สาระสำคัญ

เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุและทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้นได้ จะทำให้เกิดงานทางวิทยาศาสตร์ขึ้น ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่ หรือมีแรงกระทำในแนวหนึ่งแต่วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางตั้งฉากกับแรงนั้น ถือว่าไม่เกิดงานทางวิทยาศาสตร์ งานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแรงและระยะทางที่เคลื่อนที่ในแนวเดียวกับแรง โดยปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลัง

การทำให้เกิดงานบางอย่างต้องใช้แรงมาก มนุษย์จึงคิดค้นเครื่องกลอย่างง่าย เพื่อผ่อนแรงหรือทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ซึ่งไม่มีกลไกซับซ้อน จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ได้แก่ พื้นเอียง คานรอก ล้อและเพลลา สกรู ลิ้ม โดยมีหลักการสำคัญคือ เมื่อไม่มีการสูญเสียพลังงาน งานที่ให้กับเครื่องกลและงานที่ได้จากเครื่องกลจะมีค่าเท่ากัน โดยออกแรงกระทำต่อเครื่องกลน้อยกว่าแรงที่เครื่องกลกระทำต่อวัตถุ แต่ระยะทางในการออกแรงมีค่ามากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้



จุดประสงค์บทเรียน

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. อธิบายความหมายของงานและกำลัง
2. วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณงานและกำลัง
3. วิเคราะห์และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย
4. บอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้เครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวัน

ภาพรวมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
- อธิบายความหมายของงานและกำลัง - วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณงานและกำลัง	- การออกแรงกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ - เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงทำให้เกิดงานในความหมายทางวิทยาศาสตร์ - งานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแรง และขนาดของการกระจัดในแนวเดียวกับแรง ตามความสัมพันธ์ $W = Fs$ - งานมีหน่วยเป็นนิวตัน เมตร หรือ จูล - งานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า กำลัง ตามความสัมพันธ์ $P = \frac{W}{t}$ กำลังมีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที หรือ วัตต์ - เครื่องยนต์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังมาก เมื่อใช้งานในเวลาเท่ากัน จะสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าเครื่องยนต์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังน้อยกว่า	กิจกรรมที่ 5.1 ทำอย่างไรจึงจะเกิดงาน	- อธิบายการเกิดงานและวิธีการคำนวณงานทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้อง - วิเคราะห์และระบุงานที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ - อธิบายกำลังและวิธีการคำนวณกำลังในทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ที่กำหนดให้

จุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
3. วิเคราะห์และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย 4. บอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้เครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวัน	1. เมื่อมนุษย์จำเป็นต้องทำงานที่ใช้แรงหรือกำลังมาก ๆ จึงสร้างเครื่องกลอย่างง่ายขึ้นใช้ เช่น พื้นเอียง คานรอกเดี่ยว ล้อและเพลา สกรูและลิ้ม เพื่อผ่อนแรงและสะดวกในการทำงานเร็วขึ้น 2. การทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายอธิบายได้ด้วยหลักของงาน คือ งานที่ให้กับเครื่องกลเท่ากับงานที่ได้จากเครื่องกล แต่ออกแรงกระทำต่อวัตถุน้อยกว่าแรงที่เครื่องกลกระทำต่อวัตถุโดยเพิ่มระยะทางในการออกแรง 3. พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงและช่วยให้วัตถุที่มีมวลมากขึ้นไปยังตำแหน่งที่สูงหรือต่ำจากเดิมได้ง่ายขึ้น โดยออกแรงน้อยกว่าการยกวัตถุนั้นในแนวดิ่งด้วยการออกแรงตามแนวพื้นเอียงที่มีระยะทางมากกว่า 4. คานช่วยผ่อนแรง โดยการออกแรงที่ปลายด้านหนึ่งเพื่อทำให้วัตถุที่อยู่ปลายอีกด้านหนึ่งของคานเคลื่อนที่ได้ 5. รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรง แต่ช่วยให้ทำงานได้สะดวกขึ้น ส่วนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ช่วยผ่อนแรง โดยมีระยะทางที่ออกแรงมากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่	กิจกรรมที่ 5.2 เครื่องกลอย่างง่ายทำงานอย่างไร กิจกรรมท้ายบท สร้างเครื่องทุ่นแรงของคุณยายได้อย่างไร	1. วิเคราะห์และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้แก่ พื้นเอียง คานรอกเดี่ยว ล้อและเพลา สกรูและลิ้ม 2. อธิบายแนวทางการเลือกใช้เครื่องกลอย่างง่ายไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
	6. ล้อและเพลจะหมุนไปพร้อมกัน ในขณะทำงานและช่วยผ่อนแรง เนื่องจากเมื่อออกแรงกระทำกับล้อ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า เพลจะทำให้ระยะทางที่ล้อหมุน ไปมากกว่าเพล จึงช่วยผ่อนแรง เช่น จักรยาน ลูกบิดประตู ฯลฯ 7. สกรูเป็นเครื่องกลที่ออกแรงที่ปลาย คันโดยหมุนคันให้เคลื่อนที่ไป เพื่อให้ยกวัตถุได้ตามระยะเกลียว เมื่อหมุนคันครบ 1 รอบ จะทำให้ เกลียวหมุนครบ 1 รอบ (1 ระยะ เกลียว) ด้วย ระยะทางที่คัน เคลื่อนที่ได้มากกว่าระยะเกลียวที่ ทำให้สกรูเคลื่อนขึ้นลง แรงที่ กระทำจึงน้อยกว่าแรงที่ได้จากสกรู จึงทำให้สกรูช่วยผ่อนแรงได้ เช่น แม่แรงยกรถ ฯลฯ 8. ลิ่มมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมใช้ สำหรับ ทำให้วัตถุแยกออกจากกัน หรือตรึงวัตถุให้อยู่กับที่ ลิ่มที่มี ความสูงของสามเหลี่ยมมากทำให้มี ระยะในการออกแรงมาก จึงออก แรงน้อยและช่วยผ่อนแรงได้มาก ตัวอย่างอุปกรณ์ เช่น ไขมีด ไขขวาน ฯลฯ		

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ควรจะได้จากบทเรียน

ทักษะ	เรื่องที่		
	1	2	ท้ายบท
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			
การสังเกต	•	•	•
การวัด		•	•
การจำแนกประเภท			
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา			
การใช้จำนวน	•	•	
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล		•	
การลงความเห็นจากข้อมูล	•	•	•
การพยากรณ์			
การตั้งสมมติฐาน			•
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ			
การกำหนดและควบคุมตัวแปร			•
การทดลอง		•	•
การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป			
การสร้างแบบจำลอง			•
ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21			
ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา			•
ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	•		•
ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	•	•	•
ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม			•
ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	•		
ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง	•	•	•

การนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้

ครูดำเนินการดังนี้

1. กระตุ้นความสนใจนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่หน่วยที่ 5 งานและพลังงาน โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำหน่วยเกี่ยวกับเครื่องเล่นประเภทรถไฟเหาะที่เคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วสูงหรืออาจใช้สื่อวีดิทัศน์รถไฟเหาะ <https://www.youtube.com/watch?v=-xNN-bjQvI> พร้อมทั้งอ่านเนื้อหาหน่วยและร่วมอภิปรายโดยอาจใช้คำถามดังต่อไปนี้



- จากเรื่องที่นักเรียนอ่าน กล่าวถึงเครื่องเล่นชนิดใด (รถไฟเหาะ)
 - รถไฟเหาะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงโดยอาศัยหลักการใด (มีเครื่องยนต์ช่วยยกตัวรถไฟขึ้นถึงจุดสูงสุด แล้วปล่อยให้รถไฟจะเคลื่อนที่ลงด้วยอัตราเร็วสูงได้เอง โดยไม่ต้องอาศัยพลังงานภายนอก)
 - การที่รถไฟเคลื่อนที่ลงด้วยอัตราเร็วสูงได้เองเกี่ยวข้องกับพลังงานหรือไม่ อย่างไร (เกี่ยวข้องกับพลังงาน โดยรถไฟที่หยุดนิ่งที่จุดสูงสุดมีพลังงานสะสมอยู่ในรถไฟภายใต้สนามโน้มถ่วงซึ่งจะทำให้รถไฟเคลื่อนที่ลงด้วยอัตราเร็วสูงได้เอง เมื่อปล่อยให้รถไฟเคลื่อนที่ลง พลังงานนั้นก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานที่อยู่ในรถไฟขณะกำลังเคลื่อนที่)
 - เพราะเหตุใดเมื่อปล่อยเครื่องเล่นจากที่สูง เครื่องเล่นสามารถเคลื่อนที่ไปได้เองโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากภายนอก (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
 - นักเรียนคิดว่าพลังงานคืออะไร พลังงานสามารถสร้างขึ้นหรือทำให้หายไปได้อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
2. ให้นักเรียนอ่านคำถามนำหน่วยและองค์ประกอบของหน่วย จากนั้นร่วมกันอภิปรายว่าในหน่วยนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไร



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

รถไฟเหาะเป็นเครื่องเล่นที่ผู้เล่นนั่งและรถไฟวิ่งไปตามรางที่มีความชัน ความโค้ง หรือหมุนเป็นเกลียวในแนวตั้ง การออกแบบรถไฟเหาะต้องใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้รถไฟเหาะสามารถวิ่งไปได้โดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากภายนอก

- ให้นักเรียนอ่านคำถามนำหน่วยและองค์ประกอบของหน่วย จากนั้นร่วมกันอภิปรายว่าในหน่วยนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไร
- เชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำบทหรืออาจใช้สื่อวีดิทัศน์หรือสื่ออื่น ๆ เพิ่มเติมเกี่ยวกับการไถและรถไถ พร้อมทั้งให้นักเรียนอ่านเนื้อหาบทหรืออาจให้นักเรียนนำกรรไกรมาตัดผ้าหรือกระดาษตามสิ่งที่ได้อ่านแล้วสังเกตการออกแรง จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหลักการทำงานของกรรไกรและรถไถว่าเกี่ยวข้องกับงานทางวิทยาศาสตร์และกำลังอย่างไร โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ในภาพแสดงกรรไกรหลายขนาด นักเรียนคิดว่าขนาดกรรไกรมีผลต่อการนำไปใช้งานหรือไม่อย่างไร (ขนาดกรรไกรมีผลต่อการนำไปใช้งานคือ ขนาดกรรไกรต้องเหมาะสมกับขนาดชิ้นงานและการออกแรงเพื่อตัดชิ้นงานสำเร็จ)
- เมื่อนำกรรไกรอันหนึ่งตัดสิ่งของ เช่น ผ้า โดยวางไว้ห่างจากจุดหมุนของกรรไกรต่างกัน ผู้ตัดจะออกแรงต่างกันหรือไม่ อย่างไร (การใช้กรรไกรอันหนึ่งตัดสิ่งของโดยวางสิ่งของนั้นไว้ห่างจากจุดหมุนของกรรไกรต่างกันต้องออกแรงขนาดแตกต่างกัน โดยเมื่อวางสิ่งที่ต้องการตัดไว้ที่ปลายกรรไกรต้องออกแรงมากกว่าเมื่อวางไว้ใกล้จุดหมุน)
- กรรไกรเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยผ่อนแรงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (กรรไกรเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยผ่อนแรงได้ เพราะกรรไกรช่วยให้เราออกแรงน้อยลงได้ เมื่อวางสิ่งที่จะตัดในตำแหน่งที่เหมาะสม)
- รถไถจะยกของหนัก ๆ ได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง (กำลังของรถไถ พลังงานของรถไถ)

หน่วยที่ 5 | งานและพลังงาน
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

2

บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย

- งานและกำลังเกิดขึ้นได้อย่างไร
- การประยุกต์ใช้เครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวันทำได้อย่างไร

ภาพกรรไกรแบบต่าง ๆ และรถไถ

กรรไกรเป็นอุปกรณ์สำนักงานที่อยู่ใกล้ตัวเรา หากเราไม่เข้าใจการขยายตัวของสิ่งของเดียวกัน โดยวางสิ่งของห่างจากจุดหมุนของกรรไกรไม่เท่ากัน เราจะได้แรงไม่เท่ากัน การตัดสิ่งของ เมื่อสิ่งของอยู่ที่ปลายกรรไกรจะต้องออกแรงมากกว่า เนื่องจากสิ่งของอยู่ห่างจากจุดหมุน แต่ถ้าสิ่งของอยู่ใกล้กับจุดหมุนของกรรไกรเราจะต้องออกแรงน้อยกว่า การทำงานของกรรไกรชิ้นเล็ก ๆ นี้เป็นเครื่องกลอย่างง่าย ซึ่งอาศัยหลักการเดียวกันกับการยกของหนัก ๆ ด้วยรถไถ

จุดประสงค์ของบทเรียน เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

- อธิบายความหมายของงานและกำลัง
- วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณงานและกำลัง
- วิเคราะห์และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย
- บอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้เครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ให้นักเรียนอ่านคำถามนำบท จุดประสงค์ของบทเรียนและอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ทราบขอบเขตเนื้อหาที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ในบทเรียน รวมทั้งเป้าหมายการเรียนรู้ (นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความหมายของงานทางวิทยาศาสตร์ วิธีคำนวณงานและกำลัง หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน)

เรื่องที่ 1

งานและกำลัง

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

1. ให้นักเรียนสังเกตภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหา
นำเรื่องและร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถาม
ต่อไปนี้

- ยกตัวอย่างเครื่องยนต์หรือพาหนะที่ใช้
เครื่องจักรไอน้ำที่นักเรียนรู้จัก (นักเรียน
ตอบจากประสบการณ์ของตนเอง
นักเรียนอาจตอบว่ารถไฟไอน้ำใน
สมัยก่อน)
- เครื่องจักรไอน้ำทำงานอย่างไร (ต้มน้ำให้
เดือด แรงจากไอน้ำจะไปทำให้วัตถุ
เคลื่อนที่ได้)
- กำลัง 700 แรงม้า หมายความว่าอะไร
(มีกำลังเท่ากับม้า 700 ตัว)

2. ให้นักเรียนอ่าน**คำสำคัญ** ทำกิจกรรม**ทบทวน
ความรู้ก่อนเรียน**เพื่อประเมินความรู้พื้นฐาน
ของนักเรียนเกี่ยวกับแรง แล้วร่วมกันอภิปราย

เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง หากพบว่านักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิด
ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องงานและกำลังต่อไป

หน่วยที่ 5 | งานและพลังงาน
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

3

เรื่องที่ 1 งานและกำลัง



คำสำคัญ
งาน
กำลัง

ภาพ 5.1 รถม้า จ.ลำปาง และรถแข่งสูตร 1

สมัยก่อนมนุษย์นำสัตว์ เช่น ช้าง ม้า วัว ควาย มาใช้งานเนื่องจากสัตว์มีแรงมากกว่ามนุษย์ สัตว์ชนิดที่สามารถทำงาน
ให้เราได้มากกว่าคนหลายตัวรวมกัน ปัจจุบันมนุษย์พัฒนาเทคโนโลยีมากขึ้นจึงนำเครื่องจักรมาใช้งานแทนสัตว์เหล่านี้
ในสมัยศตวรรษที่ 18 ซึ่งเป็นยุคของเครื่องจักรไอน้ำ กำลังของม้าที่ใช้ในการลากวัตถุได้นำมาใช้ในการเปรียบเทียบกำลัง
ที่ได้จากเครื่องจักรไอน้ำ กำลังม้าหรือที่เรียกทั่วไปว่าแรงม้าเป็นหน่วยที่นิยมใช้บอกกำลังของเครื่องยนต์ ปัจจุบันรถแข่งสูตร 1
ใช้เครื่องยนต์ที่มีกำลังสูงถึง 700 แรงม้า ซึ่งมากกว่ากำลังของเครื่องยนต์ของรถยนต์ทั่วไปถึง 3 เท่า นักวิทยาศาสตร์
สามารถวัดงานหรือกำลังได้อย่างไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยทบทวนความรู้ก่อนเรียน

จากสถานการณ์ต่อไปนี้ให้เขียนลูกศรระบุทิศทางของแรงที่คนกระทำต่อวัตถุ

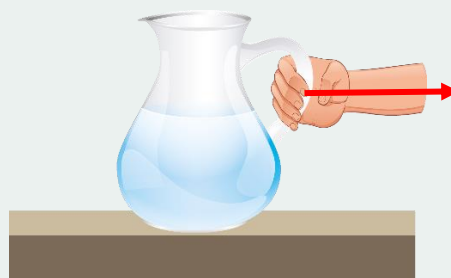
1) ผลักโต๊ะ



2) ลากรถเข็น



3) ออกแรงดึงวัตถุที่วางบนโต๊ะขึ้น



2. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับงาน โดยให้ทำกิจกรรมรู้อะไรบ้างก่อนเรียน นักเรียนสามารถเขียนได้ตามความเข้าใจของตนเองโดยครูไม่เฉลยคำตอบ ครูควรรวบรวมแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขแนวคิดเหล่านั้นให้ถูกต้อง



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- การแบกวัตถุหรือถือถุงใส่วัตถุแล้วเดินไปบนพื้นราบถือว่าเกิดงาน เพราะวัตถุมีการเคลื่อนที่ไป
- การออกแรงผลักวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่หรือพยายามยกสิ่งของแต่ยกไม่ขึ้น ถือว่า เกิดงานเพราะมีการออกแรงกระทำกับวัตถุ
- คน สัตว์ หรือเครื่องยนต์ที่ขนาดใหญ่มีกำลังมากกว่าคน สัตว์ หรือเครื่องยนต์ที่มีขนาดเล็กกว่าเสมอ เพราะน่าจะมีแรงมากกว่า

3. นำเข้าสู่กิจกรรมที่ 5.1 ทำอย่างไรจึงจะเกิดงาน โดยใช้คำถามว่า งานในความหมายทั่วไปกับงานทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

กิจกรรมที่ 5.1 ทำอย่างไรจึงจะเกิดงาน

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (งานในทางวิทยาศาสตร์)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (อ่านข้อมูลสถานการณ์ที่กำหนดให้ เขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ วิเคราะห์ว่าในแต่ละสถานการณ์เกิดงานทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ จากนั้นสืบค้นงานทางวิทยาศาสตร์ แล้วเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์งานทางวิทยาศาสตร์)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (ตำแหน่งที่แรงกระทำต่อวัตถุ ทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุ และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ การเกิดงานทางวิทยาศาสตร์)

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรมโดยครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการเขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงที่คนกระทำต่อวัตถุและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

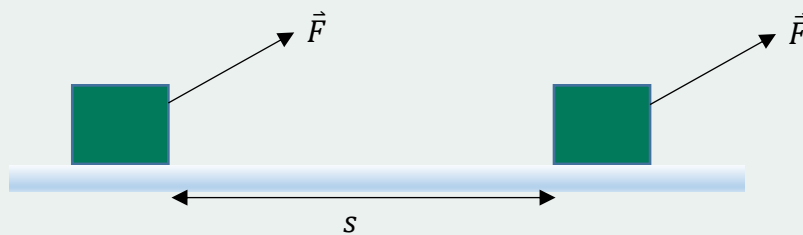
- ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากนั้นสุ่มนักเรียนเสนอผลการวิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า งานในความหมายทั่วไปกับงานทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยงานทางวิทยาศาสตร์เป็นผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในแนวเดียวกับทิศทางของแรง แต่ถ้าวัตถุไม่เคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ตั้งฉากกับแนวแรงจะไม่เกิดงานทางวิทยาศาสตร์

4. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียน หน้า 6-7 เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า งานในทางวิทยาศาสตร์เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในแนวเดียวกับทิศทางของแรง โดยงานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดในแนวเดียวกับแรง สามารถคำนวณได้จากสมการ $W = Fs$ เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยในระบบ SI เป็น นิวตันเมตร หรือจูล (J) การคำนวณงานต้องคำนึงถึงทิศทางของแรงและทิศทางการเคลื่อนที่ ถ้าทิศทางของแรงและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นทิศทางเดียวกัน ค่าของงานที่ได้จะกำหนดให้มีค่าเป็นบวก ถ้าทิศทางของแรงและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางตรงกันข้าม ค่าของงานที่ได้จะกำหนดให้มีค่าเป็นลบ
5. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเกร็ดความรู้และศึกษาการคำนวณงานทางวิทยาศาสตร์จากตัวอย่างโจทย์ จากนั้นตอบคำถามชวนคิดและร่วมอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียน

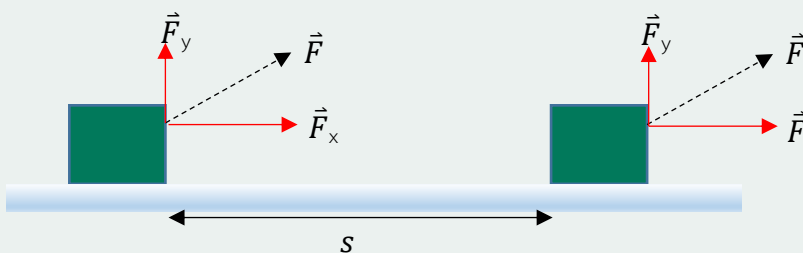


ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในแนวเดียวกับทิศทางของแรงทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ดังรูป จะเกิดงาน



เมื่อออกแรง $\vec{F}$ ลากวัตถุไปเป็นระยะทาง s สามารถหางานของแรง $\vec{F}$ ได้โดยแตกแรง $\vec{F}$ ออกเป็น 2 แรงที่ตั้งฉากกัน คือ $\vec{F}_x$ และ $\vec{F}_y$

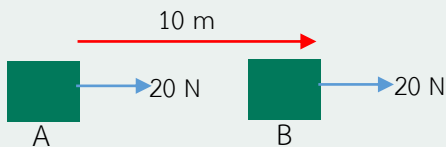


งานที่เกิดจากแรง $\vec{F}_x$ เพราะ $\vec{F}_x$ และ s อยู่ในแนวเดียวกัน ส่วนแรง $\vec{F}_y$ ไม่เกิดงาน เพราะแรง $\vec{F}_y$ ตั้งฉากกับ s ดังนั้น งานของแรง $\vec{F}$ จะมีค่าเท่ากับ $\vec{F}_x s$



เฉลยชวนคิด

- คนลากกล่องด้วยแรง 20 นิวตัน ไปข้างหน้า 10 เมตร งานเนื่องจากแรงที่ลากกล่องเป็นเท่าใด
แนวคำตอบ เมื่อ W คือ งาน F คือ แรงกระทำต่อวัตถุ และ s คือ การกระจัดตามแนวแรง



หางานได้จากในการลากกล่องไปข้างหน้าจาก A ไป B ดังรูป

หางานได้จากความสัมพันธ์ $W = Fs$

$$= 20 \text{ N} \times 10 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ N m หรือ } 200 \text{ J}$$

ดังนั้น งานที่ทำในการลากกล่องเท่ากับ 200 จูล

- คนแบกกล่องหนัก 15 นิวตัน เดินไปทางทิศตะวันออก 5 เมตร แล้วเดินไปทางทิศเหนืออีก 4 เมตร
งานเนื่องจากแรงที่แบกกล่องเป็นเท่าใด

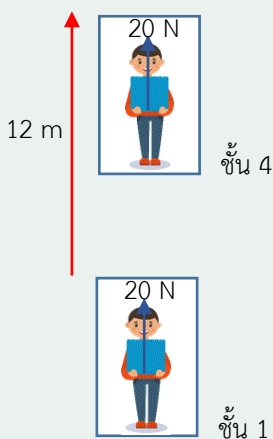
แนวคำตอบ การแบกกล่อง แรงมีทิศขึ้น แต่วัตถุเคลื่อนที่ได้การกระจัดในแนวราบ ทำให้ทิศทางของแรงและทิศทางการเคลื่อนที่ตั้งฉากกัน ดังนั้นงานเนื่องจากแรงที่แบกกล่องจึงมีค่าเท่ากับศูนย์

- นักเรียนถือหนังสือเรียนหนัก 20 นิวตัน ขึ้นลิฟท์จากชั้น 1 ไปยังชั้น 4 ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 12 เมตร
งานเนื่องจากแรงที่นักเรียนถือหนังสือเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ หางานได้จากความสัมพันธ์ $W = Fs$

$$= 20 \text{ N} \times 12 \text{ m}$$

$$= 240 \text{ N m หรือ } 240 \text{ J}$$



ดังนั้น งานเนื่องจากแรงถือหนังสือเป็น 240 นิวตัน เมตร หรือ 240 จูล



เฉลยชวนคิด

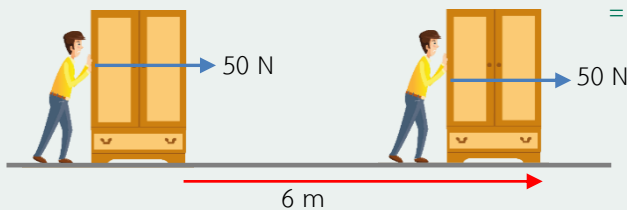
- นักเรียนจัดห้องโดยเข็นตู้เก็บของด้วยแรง 50 นิวตัน จากมุมห้องด้านหนึ่งไปยังมุมห้องด้านตรงข้ามได้ระยะทาง 6 เมตร จากนั้นนักเรียนเปลี่ยนใจเข็นตู้เก็บของกลับมาไว้ที่มุมเดิมด้วยแรงเท่าเดิม งานเนื่องจากแรงที่กระทำต่อตู้เก็บของเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ หางานได้จากความสัมพันธ์

$$W = Fs$$

งานที่ทำการเข็นตู้ตอนแรก

$$W = 50 \text{ N} \times 6 \text{ m} \\ = 300 \text{ N m หรือ } 300 \text{ J}$$



งานที่ทำการเข็นตู้ตอนหลัง

$$W = 50 \text{ N} \times 6 \text{ m} \\ = 300 \text{ N m หรือ } 300 \text{ J}$$



นั่นคือ งานที่ทำทั้งหมดเป็น $300 \text{ J} + 300 \text{ J} = 600 \text{ J}$

ดังนั้น งานเนื่องจากแรงที่กระทำต่อตู้เก็บของเป็น 600 จูล

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับงานในทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง ทำให้เกิดงาน (Work: W) ในความหมายทางวิทยาศาสตร์ งานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแรง (Force : F) และขนาดของการกระจัด (s) ในแนวเดียวกับแรง ตามความสัมพันธ์ $W = Fs$ งานมีหน่วยเป็นนิวตัน เมตรหรือจูล
- ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนี้จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีต่าง ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
การแบกวัตถุหรือถือถุงใส่วัตถุแล้วเดินไปบนพื้นราบ ถือว่าเกิดงานเพราะวัตถุมีการเคลื่อนที่ไป (สสวท, 2561)	การแบกวัตถุหรือถือถุงใส่วัตถุแล้วเดินไปบนพื้นราบ ถือว่าไม่เกิดงานเพราะวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ไปตามแนว แรงคือมีทิศทางในแนวตั้ง แต่วัตถุเคลื่อนที่ไปตาม แนวราบ ทิศทางของแรงและทิศทางของการกระจัด ตั้งฉากกัน
การออกแรงผลักวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่หรือพยายามยก สิ่งของแต่ยกไม่ขึ้นถือว่าเกิดงานเพราะมีการออกแรง กระทำกับวัตถุ (สสวท, 2561)	การออกแรงผลักวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่หรือพยายามยก สิ่งของแต่ยกไม่ขึ้นถือว่าไม่เกิดงานเพราะวัตถุไม่มีการ เคลื่อนที่ไปตามแนวแรง

8. เชื่อมโยงไปสู่เรื่องกำลัง โดยอาจให้นักเรียนหิ้วของเดินขึ้นบันได 2 ครั้ง โดยใช้เวลาต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า งานที่ทำทั้งหมดในการหิ้วของขึ้นบันไดและงานที่ได้ต่อหนึ่งหน่วยเวลาแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
9. ให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับกำลัง โดยครูอาจใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การกำหนดคำถามให้นักเรียนหาคำตอบ อ่านเกร็ดน่ารู้ ศึกษาการคำนวณกำลังจากตัวอย่างโจทย์ ทำกิจกรรม**ชวนคิด** โดยใช้เนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 12-15 ประกอบ จากนั้นร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** งานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลัง (Power : P) โดยมีความสัมพันธ์ดังสมการ $P = \frac{W}{t}$ กำลังมีหน่วยในระบบ SI เป็น จูลต่อวินาที (J/s) หรือวัตต์ (W) และนอกจากกำลังจะเกี่ยวข้องกับการทำงานแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับพลังงานอื่น ๆ เช่น เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อน



เฉลยชวนคิด

- ชายคนหนึ่งดันรถที่จอดขวางให้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 3 เมตร ใช้เวลา 10 วินาที ถ้าออกแรงดัน 100 นิวตัน ชายคนนี้มีกำลังเท่าใด

แนวคำตอบ หากำลังได้จากความสัมพันธ์ $P = \frac{W}{t}$ โดยหน่วยของเวลาเป็นวินาที

$$\text{จะได้ } P = \frac{100 \text{ N} \times 3 \text{ m}}{10 \text{ s}}$$

$$= 30 \text{ J/s หรือ } 30 \text{ W}$$

ดังนั้น ชายคนนี้มีกำลังเท่ากับ 30 วัตต์

- รถทดลองคันหนึ่งมีกำลัง 60 วัตต์ ถ้ารถทดลองคันนี้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 3 เมตร ใช้เวลา 2 วินาที แรงขับเนื่องจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถทดลองเคลื่อนที่เป็นเท่าใด

แนวคำตอบ หากำลังได้จากความสัมพันธ์ $P = \frac{W}{t}$ โดยหน่วยของเวลาเป็นวินาที

$$\text{แรงที่ขับหาได้จาก } P = \frac{Fs}{t}$$

$$\text{นั่นคือ } F = \frac{Pt}{s}$$

$$\text{จะได้ } F = \frac{60 \text{ W} \times 2 \text{ s}}{3 \text{ m}}$$

$$= 40 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงขับเนื่องจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถทดลองเคลื่อนที่ เท่ากับ 40 นิวตัน

- เครื่องยกของเครื่องหนึ่งมีกำลัง 500 วัตต์ ถ้ายกสิ่งของขึ้นหนึ่งหนัก 600 นิวตัน ได้สูง 3 เมตร จะใช้เวลาในการยกสิ่งของขึ้นนี้เท่าใด

แนวคำตอบ เวลาที่ใช้ในการยกสิ่งของหาได้จาก $P = \frac{Fs}{t}$

$$\text{นั่นคือ } t = \frac{Fs}{P}$$

$$\text{จะได้ } t = \frac{600 \text{ N} \times 3 \text{ m}}{500 \text{ W}}$$

$$= 3.6 \text{ s}$$

ดังนั้น เครื่องยกของเครื่องนี้ใช้เวลาในการยกสิ่งของ เท่ากับ 3.6 วินาที

10. ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนี้จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียนหรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีต่าง ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
คน สัตว์ หรือเครื่องยนต์ที่มีขนาดใหญ่มีกำลังมากกว่าคน สัตว์ หรือเครื่องยนต์ที่มีขนาดเล็กกว่าเสมอ เพราะน่าจะมีแรงมากกว่า (สสวท, 2561)	กำลังของคน สัตว์ หรือเครื่องยนต์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ไม่ได้ขึ้นกับขนาดของคน สัตว์ หรือเครื่องยนต์ว่ามีขนาดใหญ่หรือเล็ก

11. เชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย โดยใช้ภาพเกี่ยวกับการยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ๆ เช่น ยกรถยนต์ขึ้นรถบรรทุก หรือยกตู้สินค้าลงจากเรือสินค้า แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ๆ เหล่านี้ทำได้อย่างไร โดยให้นักเรียนตอบจากประสบการณ์เดิมและแนวคิดของตนเอง



เมื่อต้องการยกรถยนต์ขึ้นบนรถบรรทุก ควรใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือใดช่วย เพราะเหตุใด



เมื่อต้องการยกตู้สินค้าลงเรือบรรทุก ควรใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือใดช่วย เพราะเหตุใด

เรื่องที่ 2

เครื่องกลอย่างง่าย

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

1. นักเรียนดูภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหาหน้าเรื่องและ **คำสำคัญ** ทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับงานทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องเครื่องกลอย่างง่ายต่อไป

หน่วยที่ 5 | งานและพลังงาน
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

16

เรื่องที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย



คำสำคัญ
เครื่องกลอย่างง่าย

ภาพ 5.3 นักท่องเที่ยวขี่จักรยาน

ความแตกต่างระหว่างมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เห็นได้ชัดอย่างหนึ่ง คือการที่มนุษย์สามารถนำสิ่งรอบตัวมาทำเป็นอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องกลต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกหรือผ่อนแรงในการทำงาน ถ้าเราต้องการเดินทางไปยังจุดหมายให้เร็วกว่าเดินหรือวิ่ง การขี่จักรยานก็เป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่ง เพราะกลไกของจักรยานช่วยให้เราเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องออกแรงไม่มาก นักเรียนคิดว่าการทำงานของจักรยานสามารถอธิบายด้วยหลักการใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยทบทวนความรู้ก่อนเรียน

เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าสถานการณ์ที่เกิดงานในทางวิทยาศาสตร์ และเขียนเครื่องหมาย × หน้าสถานการณ์ที่ไม่เกิดงานในทางวิทยาศาสตร์



✗ คนยืนถือถังน้ำ มีงานเนื่องจากแรงที่ถือถังน้ำ เพราะถังน้ำไม่เคลื่อนที่



✗ คนนั่งท่องหนังสือ มีงานเนื่องจากการอ่านหนังสือ เพราะไม่มีแรงกระทำต่อหนังสือ หนังสือไม่เคลื่อนที่



✓ คนเข็นรถเข็นเดินซื้อของในห้างมีงานเนื่องจากแรงที่ดันรถเข็น เพราะรถเข็นเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง



✗ คนเดินหิ้วกระเป๋า มีงานเนื่องจากแรงที่หิ้วกระเป๋า เพราะกระเป๋าไม่เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงหรือกระเป๋าเคลื่อนที่ไปตามแนวราบ ซึ่งตั้งฉากกับทิศทางของการกระจัด

2. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่ายโดยให้ทำกิจกรรมรู้อย่างไรบ้างก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนได้ตามความเข้าใจของตนเอง โดยที่ครูไม่เฉลยคำตอบ ครูควรรวบรวมแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขแนวคิดเหล่านั้นให้ถูกต้อง



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- อุปกรณ์ที่ใส่สิ่งของเพื่อเคลื่อนย้ายไปที่ต่าง ๆ เช่น ถุงพลาสติกเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรง
- การใช้พื้นเอียงในการลำเลียงของขึ้นที่สูง ยังมีพื้นเอียงความยาวมากยิ่งผ่อนแรงน้อย
- การใช้คานงัดวัตถุควรใช้คานสั้น ถ้าต้องการออกแรงน้อย
- รอกทุกชนิดช่วยผ่อนแรงในการยกของขึ้นที่สูง
- ลูกบิดประตูช่วยให้ทำงานสะดวกแต่ไม่ได้ช่วยผ่อนแรงเพราะไม่มีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ช่วยผ่อนแรงได้

3. ครูอาจใช้สื่อวิดีโอทัศน์แม่แรง https://www.youtube.com/watch?v=ygy_qMZVcHO หรืออาจนำแม่แรงที่ใช้ในรถยนต์มาให้นักเรียนทดลองยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก จากนั้นใช้คำถามเกี่ยวกับการใช้แม่แรงยกรถยนต์หรือสิ่งของเพื่อให้ลอยพ้นพื้นดินว่า แม่แรงมีประโยชน์อย่างไร **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** แม่แรงทำให้เราออกแรงน้อยลง และสามารถทำงานได้สะดวกรวดเร็วขึ้น โดยแม่แรงจัดเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่ง
4. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาเกี่ยวกับการผ่อนแรงในการเคลื่อนย้ายกล่องหนัก ๆ ในหนังสือเรียนหน้า 17 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากภาพว่า ในการเคลื่อนย้ายกล่องจากพื้นขึ้นไปไว้บนท้ายรถบรรทุกจะต้องใช้อุปกรณ์ใดบ้าง และถ้าเปรียบเทียบการออกแรงเมื่อใช้และไม่ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว แรงที่ใช้ในการลากกล่องจะเท่ากับแรงที่ยกกล่องหรือไม่
5. นำเข้าสู่กิจกรรมที่ **5.2 เครื่องกลอย่างง่ายทำงานอย่างไร** โดยตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักว่ามีอะไรบ้าง มีหลักการทำงานอย่างไร จึงช่วยผ่อนแรงของเราและช่วยให้เราทำงานสะดวกและรวดเร็วขึ้นได้ โดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ

กิจกรรมที่ 5.2 เครื่องกลอย่างง่ายทำงานอย่างไร

ตอนที่ 1 พื้นเอียง



<http://ipst.me/9888>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (หลักการทำงานของพื้นเอียง)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายหลักการทำงานของพื้นเอียง)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ออกแรงดึงรถทดลองให้สูงขึ้นจากพื้นในแนวตั้งด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 30 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริง จากนั้นออกแรงดึงรถทดลองไปบนพื้นเอียงที่เป็นไม้กระดานด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 40 เซนติเมตร และ 80 เซนติเมตร แล้วอ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงในการเคลื่อนที่ทั้งสองครั้ง คำนวณงาน และเปรียบเทียบแรงและงานเนื่องจากแรงที่ใช้ดึงรถทดลองในแนวตั้งและบนพื้นเอียงเพื่อให้อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงได้ว่า แรงที่ใช้และงานที่ทำในการดึงรถทดลองแต่ละกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และถ้าต้องการออกแรงให้น้อยลงควรทำอย่างไร)
 - ข้อควรระวังในการทำกิจกรรมมีหรือไม่ อย่างไร (การดึงเครื่องชั่งสปริงบนพื้นเอียงควรให้แนวแรงขนานกับพื้นเอียงตลอดระยะทางที่รถทดลองเคลื่อนที่ เพื่อให้ค่าของแรงที่อ่านได้มีความเที่ยง)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงช่วงที่รถทดลองกำลังเคลื่อนที่ทั้งในแนวตั้งและบนพื้นเอียง ระยะทางที่ถ่วงห้อยและเครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ ทิศทางของแรงและทิศทางการเคลื่อนที่)

ระหว่างการทำกิจกรรม (20 นาที)

- ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม เพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ครูควรรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ประกอบการอภิปรายหลังจากทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (15 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** ในการดึงรถทดลองให้เคลื่อนที่ขึ้นไปตามพื้นเอียง จะออกแรงน้อยกว่าการดึงรถทดลองขึ้นในแนวดิ่ง โดยยิ่งระยะทางตามพื้นเอียงมากขึ้น แรงที่ใช้ก็จะยิ่งน้อยลง แต่งานที่ทำจะเท่ากันไม่ว่าจะดึงรถทดลองขึ้นตรง ๆ หรือดึงตามแนวพื้นเอียง ดังนั้นพื้นเอียงจึงเป็นเครื่องกลอย่างง่ายที่ผ่อนแรงแต่ไม่ผ่อนงาน
- ให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างเหตุการณ์การใช้งานพื้นเอียงเพื่อช่วยผ่อนแรงในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งอธิบายว่า เพราะเหตุใดพื้นเอียงจึงช่วยผ่อนแรงในสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นนำเข้าสู่วิธีการที่ 5.2 ตอนที่ 2 คาน โดยอาจใช้คำถามว่า นักเรียนรู้จักเครื่องกลประเภทคานหรือไม่ ให้ช่วยกันยกตัวอย่าง หรือครูอาจนำที่เปิดขวดน้ำอัดลมมาให้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีใช้และประโยชน์ที่ได้ตามความเข้าใจของนักเรียน โดยครูไม่เฉลยคำตอบ

ตอนที่ 2 คาน

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)



<http://ipst.me/9887>

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (หลักการการทำงานของคาน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายหลักการการทำงานของคาน)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริงให้สูงจากพื้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริง จากนั้นแขวนถุงทรายไว้ด้านใดด้านหนึ่งของไม้เมตรที่แขวนในแนวระดับ โดยแขวนถุงทรายห่างจุดที่แขวนไม้เมตร 20 เซนติเมตร ดึงเครื่องชั่งสปริงที่เกี่ยวกับเชือกที่บริเวณปลายไม้เมตรด้านตรงข้ามกับถุงทรายเพื่อให้ไม้เมตรอยู่ในแนวระดับ แล้วจึงออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงและระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ได้ ทำซ้ำโดยเปลี่ยนตำแหน่งที่แขวนเชือกสำหรับเกี่ยวกับเครื่องชั่งสปริง 3 ตำแหน่ง คำนวณงานและเปรียบเทียบแรงและงานเนื่องจากแรงที่ใช้ดึงถุงทรายในแนวดิ่งและดึงโดยใช้คานเพื่อสรุปว่า แรงที่ใช้และงานที่ทำในการดึงถุงทรายแต่ละกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และถ้าต้องการออกแรงให้น้อยลงควรทำอย่างไร)
 - ข้อควรระวังในการทำกิจกรรมมีหรือไม่ อย่างไร (การดึงเครื่องชั่งสปริงทุกครั้งควรให้แนวแรงอยู่ในแนวดิ่งและไม่อยู่ในระดับก่อนจึงอ่านค่า เพื่อให้ค่าของแรงที่อ่านได้มีความเที่ยง)

- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงช่วงที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่ ระยะทางที่ถุงทรายและเครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ ทิศทางของแรงและทิศทางการเคลื่อนที่)

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

2. ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม เพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรม ของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้ สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ครูควรรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ ประกอบการอภิปรายหลังจากทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (15 นาที)

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อใช้คานาดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้ง แรงที่ใช้้น้อยกว่าการดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ในแนวตั้งโดยตรง ถ้าระยะทางที่ออกแรงมากกว่าระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ แรงที่ใช้ก็จะน้อยกว่าน้ำหนักของถุงทรายจัดเป็นการผ่อนแรง แต่งานของแรงที่ทำการดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ขึ้นจะเท่ากันไม่ว่าจะดึงถุงทรายโดยตรงหรือดึงโดยใช้คานา ดังนั้นคานาจึงเป็นเครื่องกลอย่างง่ายที่ผ่อนแรงแต่ไม่ผ่อนงาน
4. ให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างเหตุการณ์การใช้คานาเพื่อช่วยผ่อนแรงในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใดคานาจึงช่วยผ่อนแรงในสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นเชื่อมโยงสู่กิจกรรมที่ 5.2 ตอนที่ 3 รอก โดยอาจใช้คำถามว่า เมื่อต้องการยกวัตถุหนัก ๆ ขึ้นที่สูงนอกจากใช้พื้นเอียงและคานาช่วยทำงานผ่อนแรงแล้ว ยังมีอุปกรณ์ใดช่วยผ่อนแรงได้อีกบ้าง

ตอนที่ 3 รอก

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

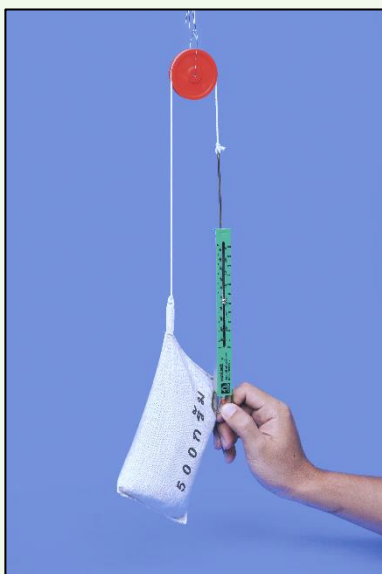
ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

1. ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (หลักการทำงานของรอก)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายหลักการทำงานของรอก)

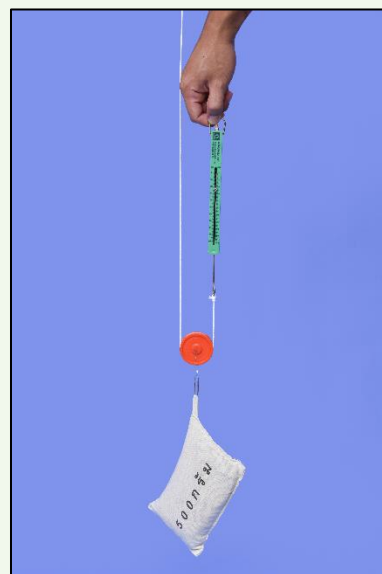


<http://ipst.me/9889>

- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริงให้สูงจากพื้นในแนวตั้งด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริง จากนั้นออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวตั้งให้ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร โดยใช้รอกแบบที่ 1 ซึ่งแขวนกับเพดานหรือขาตั้ง อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงพร้อมวัดระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ได้ และออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวตั้งให้ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร โดยใช้รอกแบบที่ 2 ซึ่งผูกกับถุงทราย แล้วอ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงพร้อมวัดระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ได้ คำนวณงาน และเปรียบเทียบแรงและงานเนื่องจากแรงที่ใช้ดึงถุงทรายในแนวตั้งและเมื่อใช้รอกดึงถุงทรายทั้ง 2 แบบเพื่อให้สามารถสรุปได้ว่า แรงที่ใช้และงานที่ทำการดึงถุงทรายแต่ละกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และถ้าต้องการออกแรงให้น้อยลงควรทำอย่างไร)



รอกแบบที่ 1



รอกแบบที่ 2

- ข้อควรระวังในการทำกิจกรรมมีหรือไม่ อย่างไร (การดึงเครื่องชั่งสปริงทุกครั้งควรให้แนวแรงในแนวตั้ง เพื่อให้ค่าของแรงที่อ่านได้มีความเที่ยง)
- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงช่วงที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่ ระยะทางที่ถุงทรายและเครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ ทิศทางของแรงและทิศทางการเคลื่อนที่)

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

- ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม เพื่อกำหนดแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ครูควรรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ประกอบการอภิปรายหลังจากทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (15 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** รอกแบบที่ 1 เป็นรอกเดี่ยวตายตัว เมื่อดึงเชือกให้เคลื่อนที่ลงด้วยระยะทางหนึ่ง ถูกรายจะเคลื่อนที่ขึ้นด้วยระยะทางที่เท่ากัน แรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริงจะเท่ากับน้ำหนักของถูกราย รอกเดี่ยวตายตัวจึงไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยให้ทำงานสะดวกขึ้น รอกแบบที่ 2 เป็นรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ เมื่อดึงเชือกให้รอกและถูกรายเคลื่อนที่ แรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริงจะน้อยกว่าน้ำหนักของถูกราย แต่ระยะทางที่ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงจะมากกว่าระยะทางที่ถูกรายเคลื่อนที่ได้ ทำให้งานที่ทำในการดึงถูกรายโดยใช้เท่ากับงานที่ทำในการดึงถูกรายขึ้นโดยตรง รอกเดี่ยวเคลื่อนที่จึงผ่อนแรงแต่ไม่ผ่อนงาน
- ให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างเหตุการณ์การใช้รอกเพื่อช่วยผ่อนแรงในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใดรอกจึงช่วยผ่อนแรงในสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นเชื่อมโยงเข้าสู่ กิจกรรมที่ 5.2 ตอนที่ 4 ล้อและเพลลา โดยครูนำเสนอสื่อการเรียนรู้การใช้ล้อและเพลลา และอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจว่า นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์ในภาพช่วยผ่อนแรงหรือไม่ อย่างไร



ที่เก็บสายยาง

ตอนที่ 4 ล้อและเพลลา

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (หลักการทำงานของล้อและเพลลา)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายหลักการทำงานของล้อและเพลลา)



<http://ipst.me/9890>

- วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ออกแรงดึงถุงทรายให้สูงขึ้นจากพื้นในแนวตั้งด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริง สร้างล้อและเพลจากขวดน้ำพลาสติก จากนั้นพันเชือกอย่างน้อย 2–3 รอบ บริเวณคอขวดแทนเพล ปลายเชือกผูกติดกับถุงทรายและพันเชือกบริเวณกลางขวดแทนล้อโดยพันในทิศทางตรงข้ามกัน และให้เชือกผูกติดกับเครื่องชั่งสปริง แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงและวัดระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ได้ ทำซ้ำโดยเปลี่ยนขนาดของขวดพลาสติกเพื่อให้สามารถสรุปได้ว่า แรงที่ใช้และงานที่ทำในการดึงถุงทรายแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และถ้าต้องการ ออกแรงให้น้อยลงควรทำอย่างไร)
- ข้อควรระวังในการทำกิจกรรมมีหรือไม่อย่างไร (การดึงเครื่องชั่งสปริงทุกครั้งควรให้แนวแรงในแนวตั้ง เพื่อให้ค่าของแรงที่อ่านได้มีความเที่ยง)
- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงช่วงที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่ ระยะทางที่ถุงทรายและเครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ ทิศทางของแรงและทิศทางการเคลื่อนที่)



ล้อและเพลจากขวดพลาสติก

ระหว่างการทำกิจกรรม (20 นาที)

2. ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม เพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ครูควรรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ประกอบการอภิปรายหลังจากทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (15 นาที)

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อใช้ล้อและเพลดึงเครื่องชั่งสปริงเพื่อให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น แรงที่ใช้ดึงจะน้อยกว่าการดึงถุงทรายโดยตรงจัดเป็นการผ่อนแรง แต่ระยะทางที่ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงจะมากกว่าระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ได้ ทำให้งานที่ในการดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ขึ้นโดยล้อและเพลมีค่าเท่ากับงานที่ในการดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ขึ้นโดยตรง ดังนั้นล้อและเพลจึงเป็นเครื่องกลอย่างง่ายที่ผ่อนแรงแต่ไม่ผ่อนงาน นอกจากนี้นักเรียนควรสรุปเพิ่มเติมได้ว่า ในการออกแรงดึงเชือกที่พันรอบล้อเพื่อให้ถุงทรายที่ติดอยู่กับเชือกที่พันรอบเพลเคลื่อนที่ขึ้น ถ้าต้องการออกแรงดึงเชือกให้น้อยลงทำได้โดยเพิ่มขนาดของล้อเพื่อเพิ่มระยะทางที่ออกแรงกระทำและลดขนาดของเพลเพื่อลดระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่

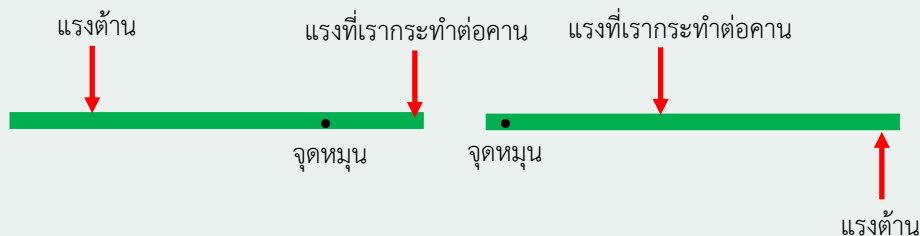
4. ให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างเหตุการณ์การใช้ล้อและเพลลาเพื่อช่วยผ่อนแรงในชีวิตประจำวันพร้อมทั้งอธิบายว่า เพราะเหตุใดล้อและเพลลาจึงช่วยผ่อนแรงในสถานการณ์ดังกล่าว
5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่ายจากกิจกรรมที่ 5.2 ทั้ง 4 ตอน **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** เครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ พันเอียง คาน รอก ล้อและเพลลา ทำหน้าที่ช่วยผ่อนแรงหรือเพื่อให้ทำงานได้สะดวก แต่ไม่ผ่อนงาน
6. ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และเปรียบเทียบเกี่ยวกับงานที่ให้กับเครื่องกลและงานที่ได้จากเครื่องกลในกิจกรรมที่ 5.2 โดยครูอาจใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - การทำงานใดจัดเป็นงานที่ให้แก่เครื่องกล (ลากถุงทรายขึ้นไปตามพื้นเอียง ดึงคานให้เคลื่อนที่ลงเพื่อให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น ดึงเชือกที่คล้องผ่านรอกให้เคลื่อนที่เพื่อให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น ดึงเชือกที่พันรอบล้อเพื่อให้ถุงทรายที่พันรอบเพลลาเคลื่อนที่ขึ้น)
 - การทำงานใดจัดเป็นงานที่ได้จากเครื่องกล (ถุงทรายเคลื่อนที่สูงขึ้นเมื่อถูกลากไปตามพื้นเอียง ถุงทรายเคลื่อนที่สูงขึ้นเมื่อดึงปลายคานอีกด้านหนึ่งให้เคลื่อนที่ลง ถุงทรายเคลื่อนที่สูงขึ้นเมื่อดึงปลายเชือกที่คล้องผ่านรอก ถุงทรายเคลื่อนที่สูงขึ้นเมื่อดึงปลายเชือกที่พันรอบล้อ)
 - เมื่อเปรียบเทียบงานที่ให้กับเครื่องกลและงานที่ได้จากเครื่องกล ผลที่ได้เป็นอย่างไร (งานที่ให้กับเครื่องกลมีค่าเท่ากับงานที่ได้จากเครื่องกล)
7. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับงานที่ให้กับเครื่องกลและงานที่ได้จากเครื่องกล โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 24 และร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** งานที่ให้กับเครื่องกลเท่ากับงานที่ได้จากเครื่องกล แต่ในทางปฏิบัตินั้น มีการสูญเสียพลังงาน ทำให้งานที่ได้จากเครื่องกลน้อยกว่างานที่ให้กับเครื่องกล
8. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่ายว่า นอกจากพื้นเอียง คาน รอก ล้อและเพลลาแล้ว ยังมีเครื่องกลอย่างง่ายอื่น ๆ อีก ได้แก่ สกรูและลิ้ม โดยครูอาจนำตัวอย่างสกรู เช่น ตะปูเกลียว แม่แรง และตัวอย่างลิ้ม เช่น ขวาน มาให้นักเรียนดูและใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าตะปูเกลียว แม่แรงและขวาน มีหลักการทำงานอย่างไร โดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ
9. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ พันเอียง คาน รอก ล้อและเพลลา สกรู และลิ้ม โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 25-34 ตลอดจนอ่านเกร็ดน่ารู้ ครูควรเน้นเกี่ยวกับการทำงานของสกรูและลิ้ม โดยอาจใช้คำถามเช่น
 - เพราะเหตุใดสกรูและลิ้มจึงช่วยผ่อนแรง (สกรูช่วยผ่อนแรงเพราะออกแรงน้อยที่ปลายคานเพื่อทำให้เกลียวหมุน 1 รอบ ซึ่งจะทำให้สกรูเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 1 เกลียว เนื่องจากคานยาวกว่าระยะเกลียวในการหมุนสกรู 1 รอบ แรงที่กระทำต่อคานจึงน้อยกว่าแรงที่ได้จากสกรู ส่วนลิ้มช่วยผ่อนแรงเพราะยังลิ้มมีความสูงของใบลิ้มมาก ๆ จะทำให้ระยะทางในการออกแรงมากและออกแรงกระทำน้อย)
 - เครื่องทำน้ำแข็งไสใช้คาน้ำแข็งให้เป็นเกล็ดเล็ก ๆ มีหลักการทำงานอย่างไร เกี่ยวข้องกับเครื่องกลอย่างง่ายที่เคยรู้จักหรือไม่ (มีหลักการทำงานของล้อและเพลลาตรงมือหมุนผสมการทำงานของสกรูตรงที่จับน้ำแข็ง)

- ขวานใช้ทำอะไร มีหลักการทำงานเหมือนหรือต่างจากลิ่มอย่างไร (ขวานใช้สำหรับทำให้วัตถุแยกออกจากกัน มีหลักการทำงานเหมือนกับลิ่ม คือ ออกแรงที่ฐานสามเหลี่ยมแล้วให้ยอดของสามเหลี่ยมแยกวัตถุออกจากกัน)
 - ถ้าต้องการออกแรงน้อยลง ควรให้ลิ่มหรือขวานมีลักษณะอย่างไร (ทำให้ขวานมีความสูงของสามเหลี่ยมมาก ๆ จะทำให้ระยะทางในการออกแรงมากจึงออกแรงน้อยและช่วยผ่อนแรงในการแยกวัตถุได้มาก)
10. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่าย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** เครื่องกลอย่างง่ายสร้างขึ้นมาจากเพื่อผ่อนแรงหรือทำให้ทำงานนั้น ๆ ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น โดยเครื่องกลอย่างง่ายสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ พั่นเอียง คาน รอก ล้อและเพลลา สกรู ลิ่ม ซึ่งมีหลักการสำคัญ คือ เมื่อไม่มีการสูญเสียพลังงานจะได้ว่า งานที่ได้จากเครื่องกลจะเท่ากับงานที่ให้กับเครื่องกล โดยแรงที่กระทำต่อเครื่องกลจะเท่ากับหรือน้อยกว่าแรงที่เครื่องกลกระทำต่อวัตถุโดยระยะทางในการออกแรงจะเท่ากับหรือมากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้
11. ให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียน และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียน



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- คานที่มีน้ำหนักน้อยมาก มีแรงกระทำและจุดหมุนดังภาพ คานทั้งสองผ่อนแรงหรือไม่ อย่างไร



แนวคำตอบ เมื่อออกแรงให้คานเคลื่อนที่ พิจารณาแรงที่เรากระทำต่อคานจากหลักการทำงานของเครื่องกล

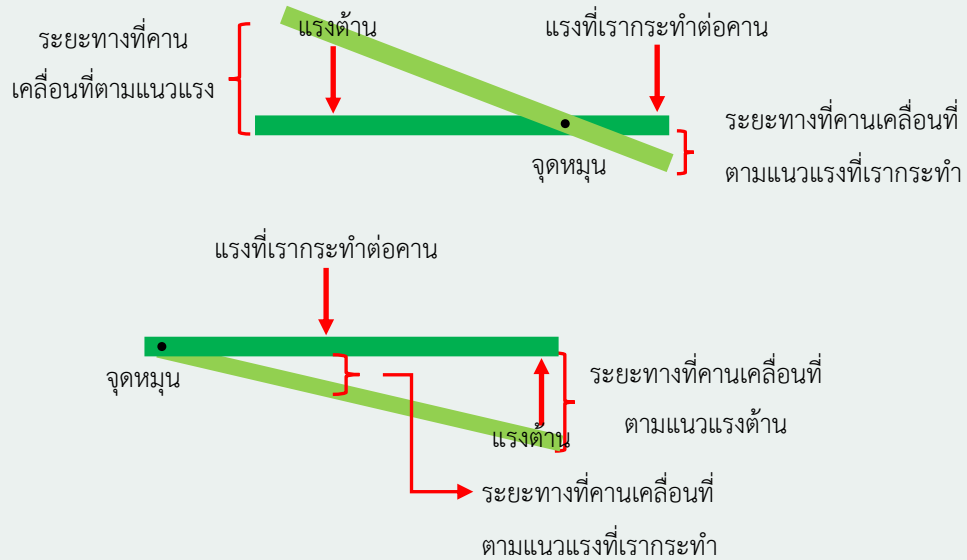
งานที่ให้กับเครื่องกล = งานที่ได้จากเครื่องกล

แรงที่เรากระทำต่อคาน × ระยะทางที่คานเคลื่อนที่ตามแนวที่ออกแรง = แรงที่ต้าน × ระยะทางที่คานเคลื่อนที่ตามแนวที่ออกแรง

จากรูป ระยะทางที่คานเคลื่อนที่ตามแนวแรงที่เรากระทำต่อน้อยกว่าระยะทางที่คานเคลื่อนที่ในแนวของแรงต้าน จึงทำให้แรงที่เรากระทำต่อคานมากกว่าแรงต้าน คานทั้งสองจึงไม่ผ่อนแรง



เฉลยคำถามระหว่างเรียน



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- จากภาพ นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์ต่อไปนี้ใช้หลักการของเครื่องกลชนิดใด และถ้าต้องการให้เครื่องกลนั้นผ่อนแรงมากขึ้นจะต้องทำอย่างไร



แนวคำตอบ ค้อนที่กำลังถอนตะปูใช้หลักการของคาน โดยออกแรงที่ปลายด้ามค้อนเพื่อถอนตะปูให้ออกจากชิ้นงาน ถ้าต้องการผ่อนแรงให้มากขึ้น ต้องให้หัวตะปูเข้าใกล้ส่วนหัวค้อนมากขึ้นหรือเพิ่มความยาวของด้ามค้อน



แนวคำตอบ สว่านและสลักใช้หลักการของลิ้ม ถ้าจะผ่อนแรงมากขึ้น ต้องทำให้สว่านต้องมีปลายบางมากขึ้น



แนวคำตอบ ล้อและเพลาสำหรับเก็บเชือก ถ้าจะผ่อนแรงมากขึ้น ต้องลดขนาดเพลาหรือเพิ่มขนาดของล้อ



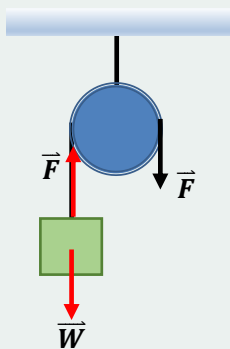
ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

เครื่องกลอย่างง่าย ทำหน้าที่ผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน แต่ไม่ผ่อนงาน เพราะถ้าไม่คิดแรงเสียทดทานงานที่ให้กับเครื่องกลและงานที่ได้จากเครื่องกลจะมีค่าเท่ากัน ดังนั้นถ้าต้องการให้เครื่องกลผ่อนแรงจะต้องให้ระยะทางที่ออกแรงมีค่ามากกว่าระยะทางที่เครื่องกลทำให้วัตถุเคลื่อนที่

การผ่อนแรงของเครื่องกลอาจพิจารณาจากหลักการสมดุลของแรง โดยได้ว่า เมื่อเครื่องกลสมดุลต่อการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์จะมีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือ ผลรวมของแรงในทิศทางขึ้นเท่ากับ ผลรวมของแรงในทิศทางลง และผลรวมของแรงในทิศทางซ้ายจะเท่ากับผลรวมของแรงในทิศทางขวา เครื่องกลจะผ่อนแรงเมื่อแรงที่กระทำต่อเครื่องกลน้อยกว่าน้ำหนักวัตถุหรือแรงต้าน

รอกกับสมดุลของแรง

รอกเดี่ยวตายตัว



เมื่อใช้รอกเดี่ยวตายตัวยกวัตถุหนัก $\vec{W}$ โดยให้แรงที่ดึงเชือกเป็น $\vec{F}$

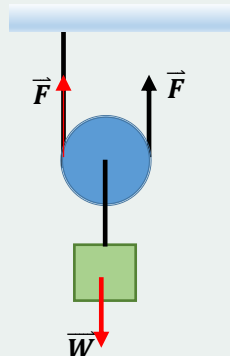
เมื่อวัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่ คิดที่วัตถุ แรงลัพธ์เป็นศูนย์

ดังนั้น ผลรวมของแรงทิศทางขึ้น = ผลรวมของแรงทิศทางลง

$$F = W$$

นั่นคือ แรงที่กระทำเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ รอกเดี่ยวตายตัว จึงไม่ผ่อนแรง

รอกเดี่ยวเคลื่อนที่



เมื่อใช้รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ที่มีน้ำหนักน้อยมากยกวัตถุหนัก $\vec{W}$ โดยให้แรงที่ดึงเชือกเป็น $\vec{F}$

เมื่อรอกสมดุลต่อการเคลื่อนที่ คิดที่รอกและวัตถุ แรงลัพธ์จะเป็นศูนย์

ดังนั้น ผลรวมของแรงทิศทางขึ้น = ผลรวมของแรงทิศทางลง

เมื่อไม่คือน้ำหนักของรอก $2F = W$

$$F = \frac{W}{2}$$

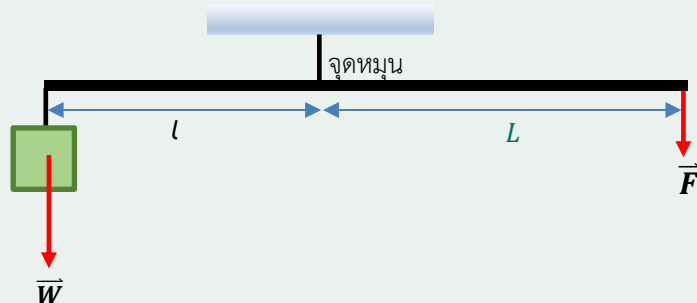
นั่นคือ แรงที่กระทำเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักวัตถุ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่จึงผ่อนแรง

การผ่อนแรงของเครื่องกล นอกจากจะพิจารณาจากเรื่องของงานและสมดุลของแรงแล้ว อาจพิจารณาจากหลักการของโมเมนต์ของแรงได้ด้วย ซึ่งโมเมนต์ของแรงหาได้จากผลคูณของแรงและระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรง ในกรณีที่เครื่องกลสมดุลต่อการหมุน คือ ไม่หมุนหรือหมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงที่จะได้ว่า ผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ดังนั้นถ้าต้องการให้เครื่องกลผ่อนแรงต้องจัดให้แรงที่กระทำต่อเครื่องกลอยู่ห่างจากจุดหมุนมาก เพื่อให้แรงที่กระทำต่อเครื่องกลมีค่าน้อย เช่น คาน ล้อและเพลา



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

คานกับโมเมนต์ของแรง



แขนวัตถุหนัก $\vec{W}$ กับคานโดยแขนที่ตำแหน่งห่างจุดหมุนเป็นระยะ l และออกแรง $\vec{F}$ กระทำต่อคานที่ตำแหน่งห่างจุดหมุนเป็นระยะ L

เมื่อวัตถุสมดุลต่อการหมุน จะได้ว่า

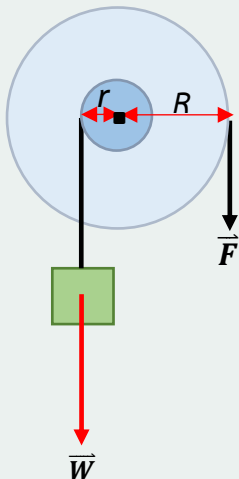
ผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

คิดโมเมนต์รอบจุดหมุน

$$F \times L = W \times l$$

$$F = W \times \frac{l}{L}$$

จะได้ว่า $\vec{F}$ จะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักวัตถุ $\vec{W}$ ถ้า L มาก นั่นคือ แรงที่เรากระทำต่อคานจะมีค่าน้อย เมื่อกระทำที่ตำแหน่งห่างจากจุดหมุนมาก



ผู้วัตถุหนัก $\vec{W}$ กับเพลานที่มีรัศมี r ออกแรง $\vec{F}$ ดึงเชือกที่พันรอบล้อรัศมี R เมื่อล้อและเพลายู่ในสมดุลต่อการหมุน จะได้ว่า

ผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

นั่นคือ

$$F \times R = W \times r$$

$$F = W \times \frac{r}{R}$$

จะได้ว่า $\vec{F}$ มีค่าน้อยกว่า $\vec{W}$ เพราะ R มีค่ามากกว่า r นั่นคือ ล้อและเพลาคือเป็นเครื่องกลที่ผ่อนแรง

12. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เครื่องกลอย่างง่ายมี 6 ประเภท ได้แก่ พื้นเอียง คาน รอก ล้อและเฟลา สกรู และลิ้ม เครื่องกลเป็นเครื่องมือที่ช่วยผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน โดยอาศัยหลักการที่ว่างานที่ได้จากเครื่องกลจะเท่ากับงานที่ให้กับเครื่องกลและจะผ่อนแรงโดยแรงที่เรากระทำต่อวัตถุจะน้อยกว่าแรงที่เครื่องกลกระทำต่อวัตถุ เมื่อระยะทางในการออกแรงมีค่ามากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้
13. ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนี้จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียนหรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีต่าง ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
อุปกรณ์ที่ใส่สิ่งของเพื่อเคลื่อนย้ายไปในที่ต่าง ๆ ได้สะดวก เช่น ถุงพลาสติกถือเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรง (สสวท, 2561)	อุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรง คือ อุปกรณ์ที่ช่วยให้ออกแรงน้อยลงแต่ทำให้ได้งานเท่าเดิม ดังนั้นถุงพลาสติกไม่ถือเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรงเพราะต้องออกแรงเท่าเดิม
การใช้พื้นเอียงในการลำเลียงของขึ้นที่สูง ยังมีพื้นเอียงความยาวมากยิ่งผ่อนแรงน้อย (Learning A-Z, 2019)	การใช้พื้นเอียงในการลำเลียงของขึ้นที่สูงยังมีพื้นเอียงความยาวมากยิ่งผ่อนแรงมาก เพราะงานได้จากผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุและระยะทางที่วัตถุเคลื่อนไปจะมีค่าเท่ากัน ดังนั้นเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ยิ่งออกแรงน้อยลง
การใช้คานเพื่อจัดวัตถุควรใช้คานสั้นลง ถ้าต้องการออกแรงน้อยลง (สสวท, 2561)	การทำงานของคาน ถ้าพิจารณาจากเรื่องโมเมนต์ของแรง ถ้าต้องการออกแรงน้อยลงต้องให้ระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรงมีค่ามากขึ้น ดังนั้นต้องใช้คานที่มีความยาวมากขึ้น
รอกทุกชนิดช่วยผ่อนแรงในการยกของขึ้นที่สูง (Bhandari, 2017)	รอกบางชนิดเท่านั้นที่ช่วยผ่อนแรง รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยให้ทำงานได้สะดวกมากขึ้น แต่รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ช่วยผ่อนแรงได้โดยมีระยะทางที่ออกแรงมากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่
ลูกบิดประตูช่วยให้ทำงานสะดวกแต่ไม่ได้ช่วยผ่อนแรง เพราะไม่มีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ช่วยผ่อนแรงได้ (สสวท, 2561)	ลูกบิดประตูช่วยผ่อนแรงเพราะมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่คล้ายล้อและเฟลา โดยส่วนที่มีมือจับจะเป็นล้อ และแกนหมุนจะเป็นเฟลา

14. ร่วมกันสรุปหัวข้อเรื่องงาน กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย จากนั้นนักเรียนทำกิจกรรมตรวจสอบตนเองเพื่อสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียน โดยการเขียนบรรยาย วาดภาพ หรือเขียนผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนเรื่องงาน กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย



ตัวอย่างผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับงาน กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย



15. สุ่มนักเรียนนำเสนอผังมโนทัศน์สรุปความรู้ที่ได้จากบทเรียน โดยอาจออกแบบให้นักเรียนนำเสนอเป็นกลุ่มย่อยและอภิปรายภายในกลุ่ม จากนั้นอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน หรือจัดแสดงผลงานเพื่อร่วมพิจารณาให้ความเห็น และร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้จากบทเรียน
16. ให้นักเรียนทำกิจกรรมท้ายบทเรื่อง สร้างเครื่องทุ่นแรงของคุณยายได้อย่างไร และตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากนั้นใช้คำถามสำคัญของบทเรียนเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยนักเรียนควรตอบคำถามสำคัญดังกล่าวได้ดังตัวอย่าง



เฉลยคำถามสำคัญของบท

- งานและกำลังเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ งานในทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและแรงนั้นทำให้วัตถุเคลื่อนที่ คำนวณงานได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดที่อยู่ในแนวเดียวกัน ส่วนกำลังคืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

- การประยุกต์ใช้เครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวันทำได้อย่างไร

แนวคำตอบ เราใช้เครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวันเพื่อผ่อนแรงหรือเพื่อให้การทำงานนั้นสะดวกและง่ายขึ้น เช่น การใช้พื้นเอียง รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ล้อและเพลลาในการยกวัตถุขึ้น การใช้สกรูในการยึดวัตถุเข้าด้วยกัน การประยุกต์ใช้หลักการของคาน เช่น กรรไกรเพื่อตัดวัตถุ ชะแลงเพื่อถ่วงวัตถุ รวมทั้งการประยุกต์ใช้หลักการของลิ้ม เช่น มิดและขวานเพื่อแยกวัตถุออกจากกัน

17. ให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ได้ทำในบทเรียนนี้ อ่านสรุปท้ายบท และทำแบบฝึกหัดท้ายบท
18. เชื่อมโยงไปสู่บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้คำถามว่า ในการยกวัตถุหนึ่งให้สูงจากพื้นเป็นระยะทางที่ต่างกัน งานที่ทำจะต่างกันอย่างไร และพลังงานที่มีในวัตถุจะต่างกันหรือไม่อย่างไร นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ

เฉลยกิจกรรมและแบบฝึกหัดของบทที่ 1

กิจกรรมที่ 5.1 ทำอย่างไรจึงจะเกิดงาน

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเกิดงานทางวิทยาศาสตร์ผ่านการวิเคราะห์งานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

จุดประสงค์

วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ

เวลาที่ใช้ใน การทำกิจกรรม

1 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

-ไม่มี-

ครูอาจเพิ่มเติมภาพแสดงการทำงานในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างจากภาพในหนังสือเรียน

การเตรียมตัว ล่วงหน้าสำหรับครู

-ไม่มี-

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

- วิธีนำเสนอผลงานการทำกิจกรรมเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นั้น ให้พิจารณาความเหมาะสมโดยขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มนักเรียน ครูอาจสุ่มเลือกบางกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยเครื่องขยายภาพ 3 มิติ (visualizer) กรณีที่ชั้นเรียนมีจำนวนกลุ่มมาก หากใช้เวลานาน อาจให้ทุกกลุ่มติดแสดงผลงานไว้รอบห้องเรียนและนักเรียนทุกคนเดินศึกษา (gallery walk) เพื่อให้นักเรียนได้เห็นผลงานของทุกกลุ่ม จากนั้นก็นำข้อมูลมาอภิปรายสรุป

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- สื่อดิจิทัล สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เรื่อง การเกิดงานและพลังงาน (<https://www.youtube.com/watch?v=lpEsr8BCUjE>)



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

วิเคราะห์สถานการณ์กำหนดให้ จากนั้นเขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงที่คนกระทำต่อวัตถุ และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ



แรงที่คนกระทำต่อตู้

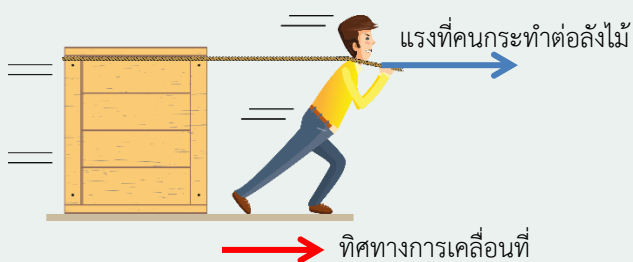


ทิศทางการเคลื่อนที่

แรงที่คนกระทำต่อตู้

สถานการณ์ 1 คนดันตู้ แต่ตู้ไม่เคลื่อนที่ (ไม่เกิดงาน)

สถานการณ์ 2 คนดันตู้ให้เคลื่อนที่ (เกิดงาน)



แรงที่คนกระทำต่อตู้

ทิศทางการเคลื่อนที่



แรงที่คนกระทำต่อตู้

ทิศทางการเคลื่อนที่

สถานการณ์ 3 คนลากตู้ให้เคลื่อนที่ (เกิดงาน)

สถานการณ์ 4 คนแบกกล่องไม้แล้วเดินในแนวระดับ ด้วยอัตราเร็วคงที่ (ไม่เกิดงาน)



แรงที่คนกระทำต่อกล่องไม้

ทิศทางการเคลื่อนที่



แรงที่คนกระทำต่อกล่องไม้

ทิศทางการเคลื่อนที่

สถานการณ์ 5 คนแบกกล่องไม้เดินขึ้นบันได (เกิดงาน)

สถานการณ์ 6 คนดึงกล่องไม้ขึ้นในแนวตั้ง (เกิดงาน)



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. สถานการณ์ใดบ้างที่เกิดงานและไม่เกิดงานตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ สถานการณ์ที่ 2 3 5 และ 6 ทำให้เกิดงานทางวิทยาศาสตร์ โดยสถานการณ์ที่ 2 3 และ 6 แรงและทิศทางการเคลื่อนที่อยู่ในแนวเดียวกัน ขณะที่สถานการณ์ที่ 5 กล้องไม่มีทิศทางการเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบหรือแนวระดับและแนวตั้ง ถ้าพิจารณางานที่เกิดขึ้น แรงและระยะทางในแนวตั้งอยู่ในทิศทางเดียวกันทำให้เกิดงาน ส่วนสถานการณ์ที่ 1 ไม่เกิดงานเนื่องจากวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ และสถานการณ์ที่ 4 ไม่เกิดงานเนื่องจากแรงและทิศทางการเคลื่อนที่ตั้งฉากกัน

2. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าจะไร

แนวคำตอบ การออกแรงกระทำต่อวัตถุบางครั้งทำให้เกิดงาน บางครั้งไม่ทำให้เกิดงาน ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุอยู่ในแนวเดียวกัน ก็จะทำให้เกิดงานเนื่องจากแรงนั้น แต่ถ้าวัตถุไม่เคลื่อนที่หรือแรงและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุตั้งฉากกัน ก็จะไม่เกิดงานทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 5.2 เครื่องกลอย่างง่ายทำงานอย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายผ่านการลงมือทดลองปฏิบัติจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย

เวลาที่ใช้ใน

3 ชั่วโมง 20 นาที

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. แผ่นไม้กระดาน	1 แผ่น
2. เครื่องชั่งสปริง	1 อัน
3. ถูทราย	1 ถู
4. รถทดลอง	1 คัน
5. รอกพลาสติก	1 อัน
6. ลวดเหล็ก	1 เส้น
7. ไม้เมตร	2 อัน
8. เทปใส	1 ม้วน
9. เชือก	1 เส้น
10. ขวดน้ำพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน	2 ขวด
11. แท่งไม้หรือแท่งเหล็กกลม	1 แท่ง

ตอนที่ 1 พื้นเอียง

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

ครูควรตรวจสอบเครื่องชั่งสปริงให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และตรวจสอบให้หมดขีดสเกลเริ่มต้นที่เลขศูนย์ ในกรณีที่หมดไม่ได้เริ่มที่เลขศูนย์สามารถปรับโดยหมุนนอตบนเครื่องชั่งสปริง

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

การออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม ครูควรให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย

สื่อการเรียนรู้/

แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.

- สื่อดิจิทัล สสวท.

ตอน พื้นเอียงทำงานอย่างไร (<https://www.youtube.com/watch?v=icM-sPVawsU>)

ตอน การใช้งานจริงของพื้นเอียง (<https://www.youtube.com/watch?v=04PKkGUD0jl>)



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

แนวการดึงรถทดลอง	ขนาดของแรงที่ใช้ดึง รถทดลอง (N)	ระยะทางที่รถทดลอง เคลื่อนที่ (m)	งานของแรงที่ใช้ดึง รถทดลอง (N m)
ดึงในแนวตั้ง ระยะทาง 0.30 m	2.80	0.30	0.84
ดึงบนพื้นเอียงยาว 0.40 m	2.10	0.40	0.84
ดึงบนพื้นเอียงยาว 0.80 m	1.10	0.80	0.88



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อตึงรถทดลองให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งและเคลื่อนที่บนพื้นเอียงแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ต่างกัน เมื่อตึงรถทดลองให้เคลื่อนที่บนพื้นเอียงใช้แรงน้อยกว่าตึงให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งและเมื่อตึงรถทดลองให้เคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่ยาว 0.80 เมตร จะใช้แรงน้อยกว่าเมื่อตึงให้เคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่ยาว 0.40 เมตร
2. ระยะทางที่ออกแรงในการตึงรถทดลองแต่ละครั้งสัมพันธ์กับขนาดของแรงหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ระยะทางและขนาดของแรงมีความสัมพันธ์กันโดยถ้าระยะทางที่ออกแรงตึงรถทดลองมากขึ้น แรงที่ตึงจะมีขนาดน้อยลง
3. งานเนื่องจากแรงในการตึงรถทดลองแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ งานในการออกแรงตึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้งมีขนาดใกล้เคียงกัน โดยเมื่อระยะทางที่เคลื่อนที่บนพื้นเอียงน้อย แรงจะมีค่ามาก แต่ถ้าระยะทางที่เคลื่อนที่บนพื้นเอียงมาก แรงจะมีค่าน้อย ทำให้งานที่ทำในแต่ละครั้งมีค่าเท่ากัน
4. ถ้าต้องการออกแรงตึงให้น้อยลงในการตึงรถทดลองให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียง จะทำได้อย่างไร
แนวคำตอบ ทำได้ โดยให้ระยะทางที่ออกแรงตึงมากขึ้น นั่นคือเพิ่มความยาวของพื้นเอียง
5. จากกิจกรรมตอนที่ 1 สรุปได้ว่าอย่างไร
แนวคำตอบ พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงในการยกรถทดลองขึ้นที่สูง ยิ่งระยะที่เคลื่อนที่บนพื้นเอียงมากขึ้น แรงที่ใช้ก็จะยิ่งน้อยลง แต่งานของแรงที่ตึงเท่ากันไม่ว่าจะตึงให้เคลื่อนที่ขึ้นตรง ๆ หรือตึงให้เคลื่อนที่บนพื้นเอียง

ตอนที่ 2 คาน

การเตรียมตัว ล่วงหน้าสำหรับครู

ครูควรตรวจสอบเครื่องชั่งสปริงให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และตรวจสอบให้หมุดชี้สเกลเริ่มต้นที่เลขศูนย์ ในกรณีที่หมุดไม่ได้เริ่มที่เลขศูนย์สามารถปรับโดยหมุนนอตบนเครื่องชั่งสปริง

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

การออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม ครูควรให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- สื่อดิจิทัล สสวท.

ตอน คานทำงานอย่างไร (https://www.youtube.com/watch?v=68_GU0TwYI)

ตอน การใช้คานงัดวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง (<https://www.youtube.com/watch?v=i2ouh2oCnP8>)

ตอน โมเมนต์ของแรงและคาน (<https://www.youtube.com/watch?v=NOGvQV8ODfc>)



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

วิธีการดึงถ่วงทราย	ขนาดของแรงที่อ่านได้จาก เครื่องชั่งสปริง (N)	ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริง เคลื่อนที่ (m)	งาน (N m)
ดึงในแนวดิ่ง ระยะทาง 0.10 m	5.00	0.10	0.50
ดึงด้วยคานโดยออกแรงที่ระยะห่างจาก จุดแขวน 0.50 m	1.80	0.26	0.47
ดึงด้วยคานโดยออกแรงที่ระยะห่างจาก จุดแขวน 0.40 m	2.40	0.19	0.46
ดึงด้วยคานโดยออกแรงที่ระยะห่างจาก จุดแขวน 0.30 m	3.50	0.13	0.46
ดึงด้วยคานโดยออกแรงที่ระยะห่างจาก จุดแขวน 0.20 m	5.10	0.10	0.51



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ในแนวตั้งและดึงด้วยคานแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ต่างกัน คือ ดึงด้วยคานอาจใช้แรงน้อยกว่าการดึงขึ้นในแนวตั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากจุดที่แขวนไม้เมตรถึงจุดที่แขวนเชือกที่เกี่ยวกับเครื่องชั่งสปริง

2. ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ต่างกัน คือ ถ้าระยะจากจุดที่แขวนไม้เมตรไปยังเชือกที่เกี่ยวกับเครื่องชั่งสปริงน้อยลง ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ก็จะน้อยลง

3. งานเนื่องจากแรงที่ดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่ต่างกัน โดยเมื่อขนาดของแรงที่ดึงมีค่าน้อย ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ได้จะมีค่ามาก แต่ถ้าขนาดของแรงที่ดึงมีค่ามาก ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ได้จะมีค่าน้อย ทำให้ผลคูณของแรงที่ดึงเครื่องชั่งสปริงและระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

4. ถ้าต้องการออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้น้อยลงในการยกถุงทราย ทำได้อย่างไร

แนวคำตอบ ทำได้โดยดึงเครื่องชั่งสปริง ณ ตำแหน่งของคานที่ทำให้ระยะทางในการดึงเครื่องชั่งสปริงมากขึ้น และมากกว่าระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่

5. จากกิจกรรมตอนที่ 2 สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ คานสามารถผ่อนแรงได้ โดยให้ระยะทางที่ออกแรงมากกว่าระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ แรงที่ใช้ก็จะน้อยกว่าน้ำหนักของถุงทราย แต่งานของแรงที่ดึงถุงทรายจะเท่ากันไม่ว่าจะดึงถุงทรายตรง ๆ หรือดึงโดยใช้คาน

ตอนที่ 3 รอก

การเตรียมตัว ล่วงหน้าสำหรับครู

ครูควรตรวจสอบเครื่องชั่งสปริงให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และตรวจสอบให้หมดขีดสเกลเริ่มต้นที่เลขศูนย์ ในกรณีที่หมดไม่ได้เริ่มที่เลขศูนย์สามารถปรับโดยหมุนนอตบนเครื่องชั่งสปริง

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

การออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม ครูควรให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- สื่อดิจิทัล สสวท.

ตอน รอกทำงานอย่างไร (<https://www.youtube.com/watch?v=NTuoVMHHmHM>)

ตอน การใช้งานของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ (<https://www.youtube.com/watch?v=GiOtlgbFUE>)

ตอน การใช้งานของรอกเดี่ยวตายตัว (<https://www.youtube.com/watch?v=3CCSRjEjOOg>)



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

วิธีการดึงตุ้มทราย	ขนาดของแรงที่ใช้ดึง ตุ้มทราย (N)	ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริง เคลื่อนที่ (m)	งานของแรงที่ใช้ดึง ตุ้มทราย (N m)
ดึงในแนวตั้ง ระยะทาง 0.1 m	5.0	0.1	0.5
ดึงผ่านรอกแบบที่ 1 ระยะทาง 0.1 m	5.0	0.1	0.5
ดึงผ่านรอกแบบที่ 2 ระยะทาง 0.1 m	2.5	0.2	0.5



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ในแนวตั้งและดึงด้วยรอกแต่ละแบบต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ การดึงถุงทรายผ่านรอกแบบที่ 1 ออกแรงเท่ากับดึงถุงทรายขึ้นตรง ๆ ในแนวตั้ง ส่วนการดึงถุงทรายผ่านรอกแบบที่ 2 ใช้แรงเป็นครึ่งหนึ่งของการดึงถุงทรายขึ้นในแนวตั้ง

2. ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ในการดึงผ่านรอกแบบที่ 1 เท่ากับระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ตรงในแนวตั้ง ส่วนการดึงผ่านรอกแบบที่ 2 ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่จะเป็นสองเท่าของระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่

3. งานเนื่องจากแรงที่ดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่แตกต่างกัน โดยในการดึงรอกแบบที่ 2 แรงที่ใช้ดึงมีค่าน้อย ในขณะที่ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ได้มีค่ามาก จึงทำให้งานจากแรงที่ใช้ในการดึงโดยตรงหรือดึงผ่านรอก ทั้งสองแบบเท่ากัน

4. จากกิจกรรมตอนที่ 3 สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ รอกแบบที่ 1 ไม่ช่วยผ่อนแรง ส่วนรอกแบบที่ 2 ช่วยผ่อนแรง โดยแรงที่ใช้จะเป็นครึ่งหนึ่งของแรงที่ใช้เมื่อดึงถุงทรายให้ขึ้นตรง ๆ แต่ระยะทางในการดึงจะเป็นสองเท่าของระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ได้ ทำให้งานที่ทำเมื่อดึงถุงทรายผ่านรอกเท่ากับงานที่ทำในการดึงถุงทรายขึ้นในแนวตั้ง

ตอนที่ 4 ล้อและเพลลา

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

ครูควรตรวจสอบเครื่องชั่งสปริงให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และตรวจสอบให้หมุดชี้สเกลเริ่มต้นที่เลขศูนย์ ในกรณีที่หมุดไม่ได้เริ่มที่เลขศูนย์สามารถปรับโดยหมุนนอตบนเครื่องชั่งสปริง

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

การออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม ครูควรให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย

สื่อการเรียนรู้/

แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- สื่อดิจิทัล สสวท.

ตอน ล้อและเพลลาทำงานอย่างไร (<https://www.youtube.com/watch?v=YULBjQE4ZmM>)

ตอน การทำงานของล้อและเพลลา (<https://www.youtube.com/watch?v=GZfPaFaCL7Y>)



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

วิธีการดึงถุงทราย	ขนาดของแรงที่ใช้ดึง ถุงทราย (N)	ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริง เคลื่อนที่ (m)	งานของแรงดึง (N m)
ดึงในแนวตั้ง ระยะทาง 0.10 cm	5.0	0.10	0.50
ดึงด้วยล้อและเพลลาที่ทำจากขวดน้ำพลาสติก ขนาด 600 มิลลิเมตร ระยะทาง 0.10 cm	2.5	0.20	0.50
ดึงด้วยล้อและเพลลาที่ทำจากขวดน้ำพลาสติก ขนาด 1,500 มิลลิเมตร ระยะทาง 0.10 cm	2.3	0.22	0.51



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งและเมื่อดึงด้วยล้อและเพลา แต่ละขนาดต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ต่างกัน โดยแรงที่ดึงผ่านล้อและเพลานั้นน้อยกว่าการดึงในแนวดิ่ง และเมื่อล้อมีขนาดใหญ่ขึ้นก็ยิ่งใช้แรงน้อยลง
2. ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ต่างกัน ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่เมื่อดึงผ่านล้อและเพลานั้นมากกว่าการดึงในแนวดิ่ง และเมื่อขนาดของล้อใหญ่ขึ้น ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ก็มากขึ้น
3. งานเนื่องจากแรงที่ดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ไม่ต่างกัน โดยในการดึงถุงทรายผ่านล้อ แรงที่ใช้ในการดึงเครื่องชั่งสปริงมีค่าน้อย ในขณะที่ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่มีค่ามาก จึงทำให้งานที่ใช้ในการดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งกับดึงด้วยล้อและเพลามีค่าเท่ากัน
4. ถ้าต้องการออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้น้อยลงในการยกถุงทราย ทำได้อย่างไร
แนวคำตอบ ทำได้โดยเพิ่มขนาดของล้อ หรือลดขนาดของเพลา เพื่อให้ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่มากกว่าระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่
5. จากกิจกรรมตอนที่ 4 สรุปได้อย่างไร
แนวคำตอบ ล้อและเพลามีช่วยในการผ่อนแรงในการดึงถุงทราย โดยเมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงผ่านล้อให้ได้ระยะทางที่ออกแรงจะมากกว่าระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ แรงที่ใช้ดึงก็จะน้อยกว่าแรงที่ใช้ดึงถุงทรายในแนวดิ่ง
6. จากกิจกรรมทั้ง 4 ตอน สรุปได้อย่างไร
แนวคำตอบ เครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ พันเอียง คาน รอก ล้อและเพลา ทำหน้าที่ช่วยผ่อนแรงหรือเพื่อให้ทำงานได้สะดวก แต่ไม่ผ่อนงาน

กิจกรรมท้ายบท

สร้างเครื่องทุ่นแรงคุณยายเพื่อคุณยายได้อย่างไร

จุดประสงค์

ออกแบบและสร้างเครื่องทุ่นแรงคุณยายโดยใช้ความรู้เรื่องงาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย

เวลาที่ใช้ใน การทำกิจกรรม

1 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. กระดาษลังหรือแผ่นพลาสติกลูกฟูก	1 แผ่น
2. รอกพลาสติก	4 อัน
3. ลวด	1 เส้น
4. เชือก	1 เส้น
5. ดินน้ำมัน	1 ก้อน
6. เครื่องชั่งสปริง	1 อัน
7. กรรไกร	1 ด้าม
8. กาว	1 ขวด
9. เทปกาว	1 ม้วน
10. ถ้วยกระดาษ	2 ใบ
11. ขวดพลาสติก	2 ขวด
12. แท่งไม้หรือแท่งเหล็กกลม	1 อัน
13. ไม้เมตร	1 อัน
14. อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบ	ขึ้นอยู่กับที่ออกแบบ

การเตรียมตัว ล่วงหน้าสำหรับครู

ควรสร้างเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน โดยเกณฑ์พิจารณาประกอบด้วย แรงที่ใช้ดึงวัตถุและแจ้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าก่อนออกแบบสร้างเครื่องทุ่นแรง

ข้อควรระวัง

ครูควรย้ำเตือนนักเรียนให้ระวังอุบัติเหตุจากการใช้กรรไกรและลวด

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

- ให้อ่านสถานการณ์ที่กำหนดอย่างละเอียดว่าต้องการให้ทำอะไร เพื่ออะไร และระดมความคิดว่าควรทำอะไร เช่น รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับงาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่ายที่สอดคล้องกับปัญหา ที่ระบุในสถานการณ์นำความรู้เกี่ยวกับงาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่ายมาออกแบบและเขียนภาพร่างชิ้นงาน นำเสนอภาพร่างชิ้นงานโดยอธิบายเหตุผลในการออกแบบ
- การทดสอบเครื่องทุ่นแรงคุณยายที่สร้างขึ้นโดยออกแรงดึงวัตถุด้วยเครื่องขึงสปริงควรทดสอบอย่างน้อย 3 หรือ 5 ครั้ง เพื่อให้มีข้อมูลเพียงพอเชิงสถิติในการตัดสินใจ
- หลังทดสอบครั้งที่ 1–2 ควรช่วยกันหาวิธีปรับปรุงเครื่องทุ่นแรงของคุณยายและนำเสนอวิธีการปรับปรุง โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับงาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.

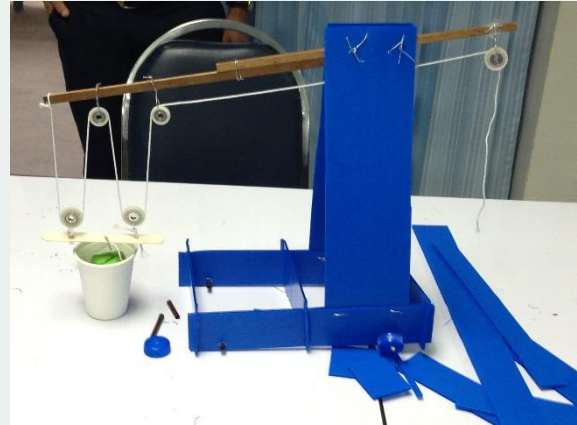


ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

การออกแบบและสร้างเครื่องทุ่นแรงคุณยายโดยใช้ความรู้เรื่องรอก

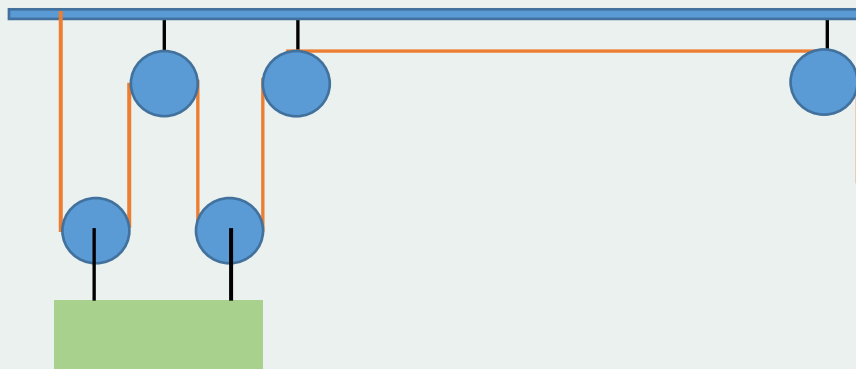
วัสดุอุปกรณ์

1. แผ่นพลาสติกลูกฟูก
2. รอกพลาสติก
3. ลวด
4. เชือก
5. ดินน้ำมัน
6. เครื่องชั่งสปริง
7. กรรไกร
8. กาว
9. เทปกาว
10. ถ้วยกระดาษ



วิธีทำ

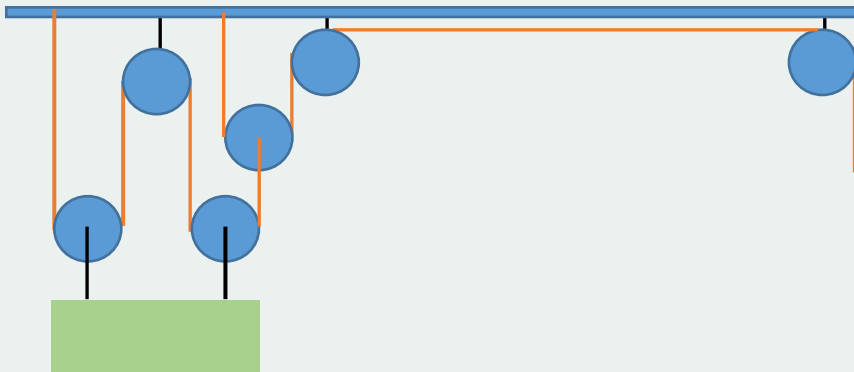
1. จัดอุปกรณ์ดังภาพ ใส่ดินน้ำมันหนัก 10 นิวตันในถ้วยกระดาษ



2. ในการสร้างเครื่องทุ่นแรงของคุณยาย เมื่อต้องการออกแรงให้น้อยลง สามารถปรับปรุงโดยเพิ่มรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ แล้วยกดินน้ำมันหนัก 10 นิวตันอีกครั้ง ดังภาพ



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม



เครื่องทุ่นแรงของคุณยาย	น้ำหนักของดินน้ำมัน (N)	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงดินน้ำมัน (N)
ต้นแบบ	10.0	2.50
การปรับปรุงต้นแบบ	10.0	1.25

ตัวอย่างองค์ความรู้ รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยให้ทำงานได้สะดวกมากขึ้น แต่รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ช่วยผ่อนแรงได้



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

- นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับงาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่ายมาใช้ในการสร้างเครื่องทุ่นแรงของคุณยายอย่างไรบ้าง
แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักเรียนในการสร้างเครื่องทุ่นแรงของคุณยาย จากตัวอย่างเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องรอก
- ถ้าต้องการให้เครื่องทุ่นแรงของคุณยายผ่อนแรงได้มากขึ้น สามารถปรับปรุงชิ้นงานอย่างไรบ้าง
แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักเรียนแต่จากตัวอย่างนี้ นักเรียนปรับปรุงเครื่องทุ่นแรงของคุณยายให้ผ่อนแรงได้มากขึ้นโดยเพิ่มจำนวนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

1. ชายคนหนึ่งวิดพื้น โดยในแต่ละครั้งจะเริ่มต้นที่หน้าอกชิดพื้นแล้วออกแรงผลักพื้น 500 นิวตัน จากนั้นเหยียดแขนจนสุดโดยให้หน้าอกสูงจากพื้น 40 เซนติเมตร ถ้าน้ำหนักของชายคนนี้เท่ากับ 700 นิวตัน ในการดันพื้นเพื่อยกตัวขึ้นแต่ละครั้งทำให้เกิดงานได้ประมาณเท่าไร *

แนวคำตอบ ในการผลักพื้นแต่ละครั้ง ทำให้เกิดงานได้ประมาณ 200 จูล

แนวคิด จากงานเป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ นั่นคือ แรงที่ผลักพื้นทำให้ชายคนนี้เคลื่อนที่ หรือยกตัวสูงจากพื้น 40 เซนติเมตร หรือ 0.4 เมตร

$$\text{จากความสัมพันธ์ } W = Fs$$

$$= 500 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ N m หรือ } 200 \text{ J}$$

ดังนั้น ในการผลักพื้นแต่ละครั้ง ทำให้เกิดงานได้ประมาณ 200 จูล



2. ชายคนหนึ่งดันยางรถยนต์ไปข้างหน้าด้วยแรงในแนวระดับ 600 นิวตัน ทำใหยางรถยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ 10 เมตร แรงเสียดทานระหว่างยางรถยนต์กับพื้นเท่ากับ 100 นิวตัน

2.1 ชายคนนี้ทำให้เกิดงานได้เท่าใด *

แนวคำตอบ ชายคนนี้ทำให้เกิดงานได้ 6,000 จูล

แนวคิด แรงที่ดันให้รถยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ระยะทาง 10 เมตร คือ 600 นิวตัน

$$\text{จากความสัมพันธ์ } W = Fs$$

$$= 600 \text{ N} \times 10 \text{ m}$$

$$= 6,000 \text{ N m หรือ } 6,000 \text{ J}$$

ดังนั้น ในการดันยางรถยนต์ให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า คนนี้ทำให้เกิดงานได้ 6,000 จูล



2.2 งานเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าเท่าใด *

แนวคำตอบ งานเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับ -1,000 จูล

แนวคิด แรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้นเท่ากับ 100 นิวตัน ในขณะที่ยางรถยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าเป็นระยะทาง 10 เมตร

$$\text{จากความสัมพันธ์ } W = Fs$$

$$= 100 \text{ N} \times 10 \text{ m}$$

$$= 1,000 \text{ N m หรือ } 1,000 \text{ J}$$

แต่ในการดันยางรถยนต์ให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า แรงเสียดทานมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ งานของแรงเสียดทานจะเป็นงานลบ ดังนั้นงานเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับ -1,000 จูล

3. ออกแรง 40 นิวตัน ดันรถเข็นหนัก 30 นิวตัน ให้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 10 เมตร ภายในเวลา 4 วินาที กำลังที่ใช้ในการดันรถเข็นเป็นเท่าไร *

แนวคำตอบ กำลังที่ใช้ในการดันรถเข็นมีค่าเท่ากับ 100 วัตต์

แนวคิด กำลังเป็นงานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลา

$$\begin{aligned}\text{จากความสัมพันธ์ } P &= \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} \\ &= \frac{40 \text{ N} \times 10 \text{ m}}{4 \text{ s}} \\ &= 100 \frac{\text{N m}}{\text{s}} \text{ หรือ } 100 \text{ W}\end{aligned}$$

ดังนั้น กำลังที่ใช้ในการดันรถเข็นมีค่าเท่ากับ 100 วัตต์

4. นักเรียนบันทึกข้อมูลการยกน้ำหนักของเครื่องกลจำนวน 3 เครื่อง ดังตาราง

เครื่องกล	น้ำหนักที่ยก (N)	ระยะทาง (m)	เวลาที่ใช้ (s)
หมายเลข 1	500	6	4
หมายเลข 2	400	5	6
หมายเลข 3	600	4	5

เรียงลำดับกำลังของเครื่องกลจากมากไปน้อยได้อย่างไร *

แนวคำตอบ กำลังของเครื่องกลหมายเลข 1 > กำลังของเครื่องกลหมายเลข 3 > กำลังของเครื่องกลหมายเลข 2

แนวคิด กำลังเป็นงานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลา

$$\text{จากความสัมพันธ์ } P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t}$$

พิจารณากำลังของเครื่องกลหมายเลขต่าง ๆ ดังนี้

$$\text{เครื่องกลหมายเลข 1 มีกำลัง เท่ากับ } \frac{500 \text{ N} \times 6 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 750 \text{ วัตต์}$$

$$\text{เครื่องกลหมายเลข 2 มีกำลัง เท่ากับ } \frac{400 \text{ N} \times 5 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 333.33 \text{ วัตต์}$$

$$\text{เครื่องกลหมายเลข 3 มีกำลัง เท่ากับ } \frac{600 \text{ N} \times 4 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 480 \text{ วัตต์}$$

ดังนั้น ในการเรียงลำดับกำลังของเครื่องกลจากมากไปน้อยได้ สามารถเรียงได้ดังนี้

กำลังของเครื่องกลหมายเลข 1 > กำลังของเครื่องกลหมายเลข 3 > กำลังของเครื่องกลหมายเลข 2

5. อุปกรณ์ในภาพใช้หลักการเครื่องกลอย่างง่ายชนิดใดบ้าง **



แนวคำตอบ อุปกรณ์ในภาพใช้หลักการของคาน

แนวคิด เพราะออกแรงที่ปลายด้ามจับเพื่อให้สามารถ
หมุนนอต ทำให้เกลียวหมุนเลื่อนขึ้นและลง



แนวคำตอบ อุปกรณ์ในภาพใช้หลักการของคาน

แนวคิด เพราะออกแรงที่ปลายด้ามจับเพื่อให้ปาก
กรรไกรเคลื่อนที่แล้วสามารถตัดกระดาษได้



แนวคำตอบ อุปกรณ์ในภาพใช้หลักการของลิ้ม

แนวคิด เพราะออกแรงที่หัวตะปูเพื่อให้ปลายตะปูเจาะ
วัตถุ เช่น ไม้ ให้แยกออกจากกัน และตะปู
เคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อวัตถุ



แนวคำตอบ อุปกรณ์ในภาพใช้หลักการของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

แนวคิด เพราะออกแรงเพื่อยึดวัตถุที่ผูกติดกับรอกโดยมี
โซ่คล้องผ่านรอกให้ปลายโซ่ด้านหนึ่งยึดกับหลัก
และออกแรงดึงที่ปลายโซ่อีกด้านหนึ่งเพื่อให้
รอกเคลื่อนที่ขึ้นพร้อมกับการเคลื่อนที่วัตถุใน
แนวตั้ง



แนวคำตอบ อุปกรณ์ในภาพใช้หลักการของล้อและเฟลา

แนวคิด เพราะออกแรงหมุนที่มือจับของอุปกรณ์ จะทำให้ล้อและสกรูที่เชื่อมกันด้วยแกนเฟลาหมุนไปพร้อมกัน เพื่อให้สกรูออกแรงกดเมล็ดกาแฟให้ละเอียด

6. จากภาพ ถ้านักเรียนต้องการให้เครื่องกลนี้ผ่อนแรงได้มากขึ้น จะทำอย่างไรได้บ้าง *



แนวคำตอบ หากต้องการให้คานงัดผ่อนแรงได้มากขึ้น ทำได้โดยเพิ่มระยะที่ออกแรงให้มากกว่าระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ โดยเพิ่มความยาวของคาน หรืออาจเปลี่ยนจุดหมุนโดยขยับจุดหมุนเข้าใกล้วัตถุมากขึ้น

7. ถ้าต้องการให้ลิ่มผ่อนแรงได้มากขึ้นเพื่อตัดหรือแยกวัตถุ จะทำได้อย่างไร *

แนวคำตอบ การให้ลิ่มผ่อนแรงได้มากขึ้น ทำได้โดยเพิ่มความสูงของสามเหลี่ยมให้มากขึ้น

8. ถ้าต้องการให้รอกเดี่ยวตายตัวผ่อนแรงมากขึ้น จะต้องทำอย่างไร *

แนวคำตอบ รอกเดี่ยวตายตัวเป็นเครื่องกลอย่างง่ายที่ไม่ผ่อนแรง แต่สามารถทำงานได้สะดวกขึ้น

บทที่ 2

พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน



สาระสำคัญ

พลังงานเป็นปริมาณที่แสดงถึงความสามารถในการทำงาน โดยพลังงานมีหลายแบบตามลักษณะที่ปรากฏหรือการนำไปใช้งาน เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานแสง พลังงานเคมี พลังงานกล

พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วงซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิง ถ้าวัตถุที่มีมวลแตกต่างกันแต่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย และถ้าวัตถุที่มีมวลเท่ากันแต่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงแตกต่างกัน วัตถุที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าวัตถุที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงน้อย ส่วนพลังงานจลน์เป็นพลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวล และอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าวัตถุที่มีมวลแตกต่างกันแต่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย และถ้าวัตถุที่มีมวลเท่ากันแต่มีอัตราเร็วไม่เท่ากัน วัตถุที่มีอัตราเร็วมากจะมีพลังงานจลน์มากกว่าวัตถุที่มีอัตราเร็วน้อย

พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอิสระโดยไม่คิดแรงต้านอากาศ วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงลดลงตามระดับความสูงที่ลดลงแต่จะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น โดยพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่ลดลงจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของวัตถุที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์หรือพลังงานกลในทุก ๆ ตำแหน่งมีค่าคงตัวเสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. อธิบายพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์
2. ออกแบบการทดลอง ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์
3. วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล
4. วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

ภาพรวมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
- อธิบายพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ - ออกแบบการทดลองและทดลองอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์	- พลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานที่มีอยู่ในวัตถุภายใต้สนามโน้มถ่วงโลก - พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับมวลและตำแหน่งของวัตถุที่สูงจากระดับอ้างอิง โดยวัตถุที่มีมวลมาก และอยู่ที่ระดับสูงจากระดับอ้างอิงมากจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมาก - พลังงานจลน์เป็นพลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ - พลังงานจลน์ขึ้นอยู่กับมวลและอัตราเร็วของวัตถุโดยวัตถุที่มีมวลมาก และเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากจะมีพลังงานจลน์มาก	กิจกรรมที่ 5.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง กิจกรรมที่ 5.4 พลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง	- อธิบายความหมายพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ - ออกแบบการทดลองตั้งสมมติฐานทำการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานจลน์ได้
- วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล - วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน	- ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ซึ่งเป็นพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงที่ในทุก ๆ ตำแหน่ง โดยพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุหนึ่ง ๆ สามารถเปลี่ยนกลับไปมาระหว่างกันได้ - พลังงานกลและพลังงานอื่น ๆ เป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำให้สูญหายหรือสร้างขึ้นใหม่ได้ แต่พลังงานสามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้ในระบบเดียวกันหรือถ่ายโอนไปยังระบบอื่นได้ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	กิจกรรมที่ 5.5 พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร กิจกรรมที่ 5.6 พลังงานมีการเปลี่ยนและถ่ายโอนอย่างไร	- อธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุ - อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงาน - วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎหมายการอนุรักษ์

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
	3. ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นการ เปลี่ยนพลังงานหรือการถ่ายโอน พลังงานตามธรรมชาติหรือสิ่งที่ มนุษย์สร้างขึ้น	กิจกรรมท้ายบท ออกแบบราง รถไฟเหาะจำลองได้ อย่างไร	พลังงานจาก สถานการณ์ที่ กำหนดให้ 4. ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องกฎการอนุรักษ์ พลังงานในการ ออกแบบและสร้าง รถไฟเหาะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ควรจะได้จากบทเรียน

ทักษะ	เรื่องที่		
	1	2	ท้ายบท
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			
การสังเกต	•	•	•
การวัด	•	•	•
การจำแนกประเภท	•		
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา			
การใช้จำนวน		•	•
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	•		
การลงความเห็นจากข้อมูล	•	•	•
การพยากรณ์			
การตั้งสมมติฐาน	•	•	
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	•	•	
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	•	•	•
การทดลอง	•	•	•
การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	•	•	
การสร้างแบบจำลอง			•
ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21			
ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	•	•	•
ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	•		
ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	•	•	•
ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม			•
ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	•	•	•
ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง	•	•	•

การนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้

ครูดำเนินการดังนี้

- กระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งนักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง ตามลำดับดังนี้
 - เครื่องกล เครื่องจักร และเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ เพราะเหตุใด
 - งานและพลังงานสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร
 - นักเรียนเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานรูปแบบใดบ้าง
- ให้นักเรียนสังเกตภาพนำบทเกี่ยวกับการเล่นสเก็ตบอร์ดบนลานไค้ลาดเอียง พร้อมทั้งอ่านเนื้อหาบทและร่วมอภิปรายโดยอาจใช้คำถามดังต่อไปนี้



หน่วยที่ 5 | งานและพลังงาน
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 41

บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน

- งานกับพลังงานเกี่ยวข้องกันอย่างไร
- พลังงานกล พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ คืออะไร
- พลังงานสามารถสร้างขึ้นหรือทำให้หายไปหรือไม่ อย่างไร

ภาพคนเล่นสเก็ตบอร์ด

การเล่นสเก็ตบอร์ดบนลานไค้ลาดเอียง เริ่มต้นโดยการปล่อยให้สเก็ตบอร์ดเคลื่อนที่จากที่สูงไปตามลานสเก็ตบอร์ด ระหว่างนั้นจะได้ยินเสียงล้อสเก็ตบอร์ดเสียดสีกับพื้นตลอดเวลา เมื่อเราเคลื่อนที่ไปตามลาน ความเร็วของการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนแปลงไป ในบางครั้ง เราต้องใช้เท้าออกแรงดันพื้นเพื่อให้สเก็ตบอร์ดเคลื่อนที่เร็วขึ้น ช้าลง หรือหยุดการเคลื่อนที่ การเล่นสเก็ตบอร์ดเกี่ยวข้องกับงานและพลังงานอย่างไร

จุดประสงค์ของบทเรียน

- อธิบายพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์
- ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์
- วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล
- วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำอะไรต่อไปได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

สเก็ตบอร์ดเป็นเครื่องเล่นใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน เช่นเดียวกับรถไฟเหาะ โดยผู้เล่นยืนบนสเก็ตบอร์ดแล้วไถลงจากที่สูงให้ลงมาตามลานไค้ลาดเอียง แล้วกลับไปยังจุดเริ่มต้น กลับไปกลับมา ซึ่งสเก็ตบอร์ดสามารถวิ่งไปได้โดยไม่ต้องการอาศัยพลังงานจากภายนอก

- ผู้เล่นสเก็ตบอร์ดเคลื่อนที่ขึ้นไปตามลานสเก็ตบอร์ดไปยังตำแหน่งสูงสุดจะมีอัตราเร็วเป็นอย่างไร และเมื่อเคลื่อนที่ลงจากที่สูงสู่พื้นราบจะมีอัตราเร็วเป็นอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- การเล่นสเก็ตบอร์ดเกี่ยวข้องกับงานและพลังงานหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

3. ให้นักเรียนอ่านคำถามนำบท จุดประสงค์ของบทเรียนและอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ทราบขอบเขตเนื้อหาที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ในบทเรียน รวมทั้งเป้าหมายการเรียนรู้ (นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ การเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ตามกฎหมายการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน)

เรื่องที่ 1

พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

- ให้นักเรียนสังเกตภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหาหน้าเรื่องและ**คำสำคัญ** และร่วมกันอภิปรายโดยอาจใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - ในการยกตุ้มป่นจันขึ้นที่สูงต้องทำงานหรือไม่ เพราะเหตุใด (ทำงานเพราะมีแรงกระทำทำให้ตุ้มป่นจันเคลื่อนที่ตามแนวรengenั้น)
 - ถ้ายกตุ้มป่นจันให้สูงกว่าเดิมต้องทำงานมากกว่าเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด (ทำงานมากขึ้นเพราะระยะทางที่ตุ้มป่นจันเคลื่อนที่มากขึ้น)
 - ถ้าปล่อยตุ้มป่นจันจากที่สูงมากขึ้นให้กระทบเสาเข็ม จะทำให้เสาเข็มจมลงไปในดินเท่าเดิมหรือไม่ อย่างไร (เสาเข็มจะจมลงไปในดินได้มากขึ้นเพราะตุ้มป่นจันมีพลังงานมากขึ้น)
 - พลังงานของตุ้มป่นจันสัมพันธ์กับงานในการยกตุ้มป่นจันหรือไม่ (สัมพันธ์ ถ้าทำงานในการยกตุ้มป่นจันมาก ก็จะทำให้ตุ้มป่นจันมีพลังงานมาก)
- ให้นักเรียนทำกิจกรรม**ทบทวนความรู้ก่อนเรียน** เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับพลังงาน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง หากพบว่านักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ต่อไป

หน่วยที่ 5 | งานและพลังงาน
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

42

เรื่องที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์



ภาพ 5.19 การก่อสร้างอาคารสูงพิเศษ

คำสำคัญ
พลังงานศักย์โน้มถ่วง
พลังงานจลน์

การก่อสร้างอาคารบ้านเรือนจะต้องตอกเสาเข็มลงใต้ดิน เสาเข็มทำหน้าที่รับน้ำหนักโครงสร้างอาคารโดยโอนถ่ายน้ำหนักจากโครงสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ลงสู่ดินชั้นล่าง การตอกเสาเข็มให้ลึกตามความต้องการคือใช้ปั้นจั่นซึ่งทำงานได้โดยมีเครื่องกลออกแรงดึงตุ้มป่นจันให้ขึ้นสูงในแนวตั้ง จากนั้นปล่อยให้ตุ้มป่นจันตกลงมาอย่างอิสระไปตกกระทบหัวเสาเข็ม พลังงานจากตุ้มป่นจันจะทำให้เสาเข็มจมลงไปในดินได้ สำหรับกรุงเทพมหานครพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินอ่อน การก่อสร้างอาคารสูงพิเศษจึงต้องตอกเสาเข็มให้ลึกลงไปในชั้นดินดานซึ่งมีความแข็งแรงกว่าชั้นดินอ่อน พลังงานของตุ้มป่นจันที่ตกอย่างอิสระเกี่ยวกับการทำงานของปั้นจั่นอย่างไร

ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

- เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าสิ่งที่เป็นพลังงาน
ไฟฟ้า แสง มวล ความร้อน น้ำหนัก เสียง
- พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง
 - ขณะที่ปั้นจั่นยกตุ้มป่นจันขึ้นไปในแนวตั้ง พลังงานของตุ้มป่นจันและทิศทางการเคลื่อนที่ของตุ้มป่นจันอยู่ในแนวเดียวกัน
 - ขณะที่ปั้นจั่นยกตุ้มป่นจันขึ้นไปในแนวตั้ง ปั้นจั่นไม่มีการทำงานในทางวิทยาศาสตร์
 - ระยะทางที่ตุ้มป่นจันเคลื่อนที่ขึ้นไปในแนวตั้งไม่เกี่ยวข้องกับงานที่ปั้นจั่นทำ
 - มวลของตุ้มป่นจันเป็นปริมาณที่ขึ้นในแนวตั้งเมื่อเคลื่อนที่ขึ้นขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยทบทวนความรู้ก่อนเรียน

เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าสิ่งที่เป็นพลังงาน

✓ ไฟฟ้า ✓ แสง ____ มวล ✓ ความร้อน ____ น้ำหนัก ✓ เสียง

พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้ว เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

- ✓ ขณะที่ปั่นจักรยานปั่นขึ้นชันไปในแนวตั้ง ทิศทางของแรงที่ยึดและทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอยู่ในแนวเดียวกัน ถูก เพราะทิศทางของแรงที่ปั่นจักรยานปั่นขึ้นมีทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของตุ้มปั่นขึ้น
- X ขณะที่ปั่นจักรยานปั่นขึ้นชันไปในแนวตั้ง ปั่นขึ้นไม่มีการทำงานในทางวิทยาศาสตร์ ผิด เนื่องจากแรงที่ปั่นจักรยานกระทำต่อตุ้มปั่นขึ้น ทำให้ตุ้มปั่นขึ้นเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับแรง ปั่นขึ้นจึงมีการทำงานทางวิทยาศาสตร์
- X ระยะทางที่ตุ้มปั่นขึ้นเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้งไม่เกี่ยวข้องกับงานที่ปั่นขึ้นทำ ผิด เพราะงานที่ปั่นขึ้นทำหาได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงที่ปั่นจักรยานปั่นขึ้นกับขนาดของการกระจัด ซึ่งสถานการณ์นี้ขนาดของการกระจัดมีค่าเท่ากับระยะทางที่ตุ้มปั่นขึ้นเคลื่อนที่
- ✓ มวลของตุ้มปั่นขึ้นที่เคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้งมีผลต่องานที่ปั่นขึ้นทำ ถูก เพราะแรงที่ปั่นจักรยานกระทำต่อตุ้มปั่นขึ้นมีค่าเท่ากับน้ำหนักของตุ้มปั่นขึ้น ซึ่งหาได้จากผลคูณระหว่างมวลของตุ้มปั่นขึ้นกับความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

2. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โดยให้ทำกิจกรรม **รู้อะไรบ้างก่อนเรียน** นักเรียนสามารถตอบวิธีทำให้กล่องกระดาษกระเด็นไปได้ไกลกว่าเดิมตามความเข้าใจของตนเองโดยครูไม่เฉลยคำตอบ ครูควรรวบรวมแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขแนวคิดเหล่านั้นให้ถูกต้อง



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- วัตถุที่อยู่บนตำแหน่งสูง ๆ ไม่มีพลังงานอยู่
- งานกับพลังงานเป็นปริมาณที่ไม่เกี่ยวข้องกัน

3. กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยอาจใช้คำถามว่า พลังงานที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง งานกับพลังงานเกี่ยวข้องกันอย่างไร ในวัตถุมีพลังงานอยู่หรือไม่ อย่างไร ผู้เรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาเกี่ยวกับพลังงาน แล้วร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามเดิมอีกครั้ง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** พลังงานเป็นปริมาณที่แสดงถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานในชีวิตประจำวันมีหลายแบบตามลักษณะที่ปรากฏหรือการนำไปใช้งาน เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานกล โดยงานและพลังงานเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน กล่าวคือ วัตถุที่มีพลังงานมากย่อมมีความสามารถในการทำงานได้มาก



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

พลังงานทำให้เกิดงาน เช่น รถยนต์เคลื่อนที่ไปได้เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในกระบอกสูบ ทำให้เกิดแรงดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ เกิดงานที่ลูกสูบถ่ายโอนไปทำให้เพลาหมุน ในทางกลับกัน งานก็ทำให้เกิดพลังงานได้ เช่น การลำเลียงน้ำไปเก็บไว้บนที่สูงของการประปาเกิดจากการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ทำให้น้ำมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงแล้วปล่อยลงมาเพื่อให้มีแรงส่ง ไปได้ไกล ๆ

4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง อาจใช้สื่อวีดิทัศน์หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้และสรุปความหมายของพลังงานศักย์โน้มถ่วง ซึ่งนักเรียน**ควรได้ข้อสรุปว่า** พลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วง เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยในระบบ SI ว่า จูล (J)
5. นำเข้าสู่กิจกรรมที่ 5.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง โดยตั้งคำถามว่า ถ้าต้องการให้เสาเข็มจมลงไปในดินได้มากขึ้นจะต้องทำให้พลังงานศักย์โน้มถ่วงของตัมบั่นจั่นมีค่ามากขึ้น พลังงานศักย์โน้มถ่วงของตัมบั่นจั่นมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร นักวิทยาศาสตร์วัดพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้อย่างไร ให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลย

กิจกรรมที่ 5.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง



<http://ipst.me/9882>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (15 นาที)

1. ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุ)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุ)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (อภิปรายและตัดสินใจเลือกปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุ ตั้งคำถามและสมมติฐาน กำหนดตัวแปร วางแผนการทดลองและดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (การกระเด็นของเม็ดทรายและการยุบตัวของพื้นทรายในกระเบทราย)

ระหว่างการทำกิจกรรม (60 นาที)

2. ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม เพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ครูควรรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ประกอบการอภิปรายหลังจากทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (25 นาที)

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลมมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิง

4. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงและปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 44-47 **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
 - พลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วง ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและระดับความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิง
 - วัตถุที่มีมวลแตกต่างกันแต่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย
 - วัตถุที่มีมวลเท่ากันแต่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงแตกต่างกัน วัตถุที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าวัตถุที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงน้อย
5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายการใช้ประโยชน์จากพลังงานศักย์โน้มถ่วงในชีวิตประจำวัน เช่น การทำงานของบันจัน (ออกแรงยกตุ้มบันจันขึ้นในแนวดิ่งให้อยู่สูงเหนือเสาเข็มเพื่อเพิ่มพลังงานศักย์โน้มถ่วงให้กับตุ้มบันจัน เมื่อตุ้มบันจันอยู่สูงขึ้นจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากขึ้น แล้วปล่อยให้ตุ้มบันจันกระทบกับเสาเข็มจะสามารถทำให้เสาเข็มฝังลึกลงไปในพื้นที่ได้) การปล่อยน้ำจากเขื่อนสูงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า (กักเก็บน้ำในเขื่อนที่อยู่ระดับสูงเมื่อเทียบกับฐานเขื่อน แล้วปล่อยน้ำจากเหนือเขื่อนให้ไหลลงสู่ที่ต่ำไปกระทบกังหันน้ำช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้า) จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียนเกี่ยวกับงาน พลังงานศักย์โน้มถ่วง และปัจจัยที่มีต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียน
6. ยกตัวอย่างการดึงยางรัดของให้ยืดและปล่อยให้เคลื่อนที่ ร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** เมื่อดึงยางรัดของให้ยืดจะมีการทำงานโดยงานที่ทำจะมากเมื่อดึงให้ยืดเป็นระยะทางมาก ทำใหยางรัดของก็จะมีพลังงานมากด้วย และเมื่อปล่อยมือ ยางรัดของก็จะเคลื่อนที่ไปได้ไกล พลังงานที่สะสมในยางรัดของที่ยืดเป็นพลังงานศักย์ยืดหยุ่น โดยครูอาจประกอบรถของเล่นที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานศักย์ยืดหยุ่นจากหนังยางเพื่อเป็นชุดสาธิตให้นักเรียนได้ดูด้วย จากนั้นให้นักเรียนอ่านเกร็ดน่ารู้เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- พลังงานศักย์โน้มถ่วงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยใดบ้าง

แนวคำตอบ ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงคือ มวลและความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิง ถ้าวัตถุที่มีมวลแตกต่างกันอยู่สูงจากระดับอ้างอิงเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยกว่า และถ้าวัตถุที่มีมวลเท่ากันอยู่สูงจากระดับอ้างอิงแตกต่างกัน วัตถุที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าวัตถุที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงน้อยกว่า

- ทำไมเราจึงรู้สึกเหนื่อยมากขึ้นเมื่อแบกของหนัก ๆ ขึ้นภูเขาสูง ให้อธิบายโดยใช้หลักการของงาน และ พลังงานศักย์โน้มถ่วง

แนวคำตอบ เราารู้สึกเหนื่อยมากขึ้นเมื่อแบกของหนัก ๆ ขึ้นภูเขาสูง เพราะเราต้องทำงานมากโดยต้องออกแรงมากในระยะทางที่มากด้วย ถ้าภูเขา ความสูง h เมตร งานที่เราต้องเอาชนะแรงโน้มถ่วงเพื่อแบกวัตถุหนัก mg มีค่าเท่ากับ mgh ซึ่งงานที่ทำจะมีค่ามากเมื่อทั้ง mg และ h มีค่ามาก

7. นำเข้าสู่กิจกรรมที่ 5.4 พลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง โดยอาจใช้คำถามใช้คำถามใดคำถามหนึ่งให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบดังนี้

- นอกจากพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ซึ่งเป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุแล้ว นักเรียนรู้จักพลังงานใดอีกบ้างในชีวิตประจำวัน (เช่น พลังงานจากลม พลังงานจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้)
- ทำไมกฎหมายจราจรต้องจำกัดอัตราเร็วของการขับขีรยนต์ (เพื่อลดความรุนแรงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ หรือเพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถเบรกรถให้หยุดได้ทันทั่วทั้ง)
- ถ้าพลังงานจากการเคลื่อนที่ของรถจัดเป็นพลังงานจลน์ นักเรียนคิดว่าพลังงานจลน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

กิจกรรมที่ 5.4 พลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง



<http://ipst.me/9881>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (15 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้ตัวอย่างดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ของวัตถุ)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ของวัตถุ)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (อธิบายและตัดสินใจเลือกปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อพลังงานจลน์ของวัตถุ ตั้งคำถามและสมมติฐาน กำหนดตัวแปร วางแผนการทดลองและดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (มวลของรถทดลอง ระดับความสูงที่ปล่อยรถทดลอง เวลาที่รถทดลองเคลื่อนที่บนพื้นราบ และอัตราเร็วของรถทดลอง ระยะทางที่กลิ้งกระเด็นออกจากตำแหน่งเดิม)

ระหว่างการทำกิจกรรม (60 นาที)

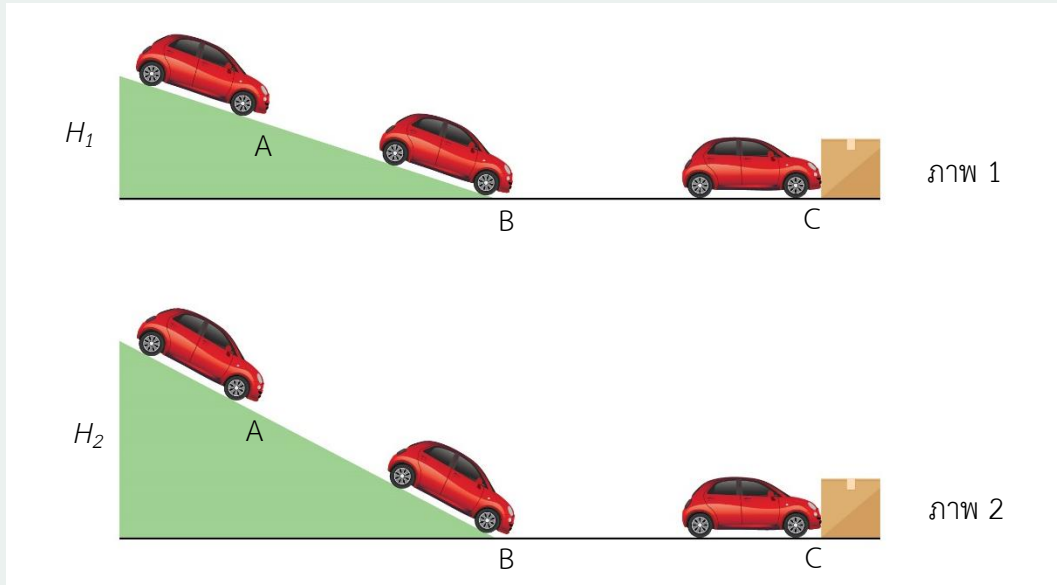
- ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม เพื่อออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำหรืออภิปรายร่วมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงตารางบันทึกผลให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนและเข้าใจได้ง่าย เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ครูควรรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ประกอบการอภิปรายหลังจากทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (25 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า พลังงานจลน์ของรถทดลองมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและอัตราเร็วของรถทดลอง



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู



ระยะ AB ของภาพ 1 และภาพ 2 มีค่าเท่ากัน

จากภาพ 1 รถทดลองจะเคลื่อนที่จากตำแหน่ง A เมื่อรถทดลองเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่ง B จะมีอัตราเร็วค่าหนึ่ง จากนั้นรถทดลองจะเคลื่อนที่ต่อไปจนเข้าชนกล่องที่ตำแหน่ง C ด้วยพลังงานจลน์ค่าหนึ่งแต่ถ้ายกปลายทางลาดให้สูงขึ้น ดังภาพ 2 เมื่อถึงตำแหน่ง B รถทดลองจะมีอัตราเร็วมากกว่าและมีพลังงานจลน์มากกว่าในภาพ 1 การหาอัตราเร็วของวัตถุทำได้โดยวัดระยะ BC และจับเวลาที่รถทดลองใช้ในการเคลื่อนที่จากตำแหน่ง B ถึง C

$$\text{โดยอัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะ } BC}{\text{เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากตำแหน่ง B ถึง C}}$$

4. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับพลังงานจลน์และปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 48-50 เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- พลังงานจลน์เป็นพลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและอัตราเร็วของวัตถุ
- วัตถุที่มีมวลแตกต่างกันแต่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มาก
- วัตถุที่มีมวลเท่ากันแต่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกัน วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มาก

5. ให้นักเรียนศึกษาเกร็ดความรู้และร่วมกันอภิปรายโดยตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ว่า พลาสติกทรงกลมที่กำลังเคลื่อนที่จากที่มีความสูงเหนือระดับอ้างอิงจะมีพลังงานจลน์หรือไม่อย่างไร **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** พลาสติกทรงกลมที่กำลังเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจะมีทั้งพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ โดยเมื่อถือพลาสติกทรงกลมให้อยู่สูงจากผิวทรายซึ่งเป็นระดับอ้างอิง ที่ตำแหน่งนี้พลาสติกทรงกลมจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากที่สุด เมื่อปล่อยพลาสติกทรงกลมเคลื่อนที่ พลาสติกทรงกลมจะมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น และเมื่อตกลงบนผิวทราย พลาสติกทรงกลมจะอยู่ระดับเดียวกับระดับอ้างอิง จึงไม่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงแต่จะมีพลังงานจลน์มากที่สุด
6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายการใช้ประโยชน์จากพลังงานจลน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การเคลื่อนที่ของตุ้มป่นจั่น (เมื่อปล่อยตุ้มป่นจั่นจากที่สูงมาก ๆ ให้กระทบกับเสาเข็ม ตุ้มป่นจั่นจะมีพลังงานจลน์ขณะสัมผัสเสาเข็มมาก จึงสามารถทำให้เสาเข็มฝังลึกลงไปในชั้นดินได้) การปล่อยน้ำจากเขื่อนสูงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า (เมื่อปล่อยน้ำที่กักเก็บไว้เหนือเขื่อนให้ไหลกระทบกังหันน้ำ น้ำที่ไหลด้วยอัตราเร็วสูงจะมีพลังงานจลน์ขณะสัมผัสกังหันน้ำมาก กังหันน้ำจึงหมุนและส่งต่อการเคลื่อนที่ไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีแกนเพลาดียวกับกังหันน้ำ ทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้) จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียนเกี่ยวกับพลังงานจลน์ แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียน



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- **พลังงานจลน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยใดบ้าง**

แนวคำตอบ ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์คือ มวลและอัตราเร็วของวัตถุ ถ้าวัตถุที่มีมวลแตกต่างกัน แต่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มากกว่า และถ้าวัตถุที่มีมวลเท่ากันแต่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกัน วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มากกว่า

- **เพราะเหตุใดกระสุนปืนจึงสร้างความเสียหายกับเป้าได้มากกว่าลูกหินที่ยิงจากหนังสติ๊ก ถึงแม้ว่าลูกกระสุนปืนและลูกหินมีมวลใกล้เคียงกัน**

แนวคำตอบ กระสุนปืนสร้างความเสียหายกับเป้าได้มากกว่าลูกหินที่ยิงจากหนังสติ๊ก เพราะถึงแม้จะมีมวลใกล้เคียงกันแต่กระสุนปืนเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่มากกว่าลูกหินมาก จะมีพลังงานจลน์มาก เมื่อชนกับเป้าซึ่งเป็นสิ่งกีดขวางก็จะทำให้เกิดความเสียหายกับเป้านั้นได้มากกว่า

7. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**

- พลังงานเป็นปริมาณที่แสดงถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยในระบบ SI คือ จูล
- พลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานเคมี พลังงานกล
- พลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วง ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิง
- พลังงานจลน์เป็นพลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและอัตราเร็วของวัตถุ

8. ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนี้จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียนหรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีต่าง ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
วัตถุที่อยู่นิ่งบนตำแหน่งสูง ๆ ไม่มีพลังงานอยู่ (Clement,1987; Lipper, 2009)	วัตถุที่อยู่นิ่งในตำแหน่งสูง ๆ เช่น ลูกมะพร้าวบนต้นหรือตุ้มปั้นจั่น ที่นิ่งบนที่สูง ๆ เมื่อตกลงมากระทบกับวัตถุที่อยู่ระดับต่ำกว่าอาจทำให้วัตถุนั้น ๆ เกิดความเสียหายได้ แสดงว่าวัตถุที่อยู่นิ่งบนที่สูง ๆ มีพลังงานอยู่ ซึ่งเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่สะสมอยู่ในวัตถุ
งานกับพลังงานเป็นปริมาณที่ไม่เกี่ยวข้องกัน (สสวท, 2561)	งานและพลังงานเกี่ยวข้องกัน โดยวัตถุที่มีพลังงานมากจะมีความสามารถในการทำงานได้มาก แต่ในทางกลับกัน ถ้าทำงานให้แก่วัตถุมาก วัตถุก็จะมีพลังงานมากด้วย เช่น ทำงานในการยกวัตถุให้สูงจากระดับอ้างอิงมากขึ้น วัตถุก็จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากขึ้นด้วย

9. เชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่ 2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบดังนี้
- การดำเนินชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานตลอดเวลา พลังงานที่ใช้ไปสามารถสร้างขึ้นใหม่ สูญหายไป หรือมีวันหมดหรือไม่ อย่างไร
 - พลังงานมีหลายแบบ พลังงานแบบหนึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานอื่น ๆ ได้หรือไม่ อย่างไร

เรื่องที่ 2

กฎการอนุรักษ์พลังงาน

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

1. นักเรียนดูภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหาหน้าเรื่องและคำสำคัญ ทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนและถ่ายโอนพลังงาน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องกฎการอนุรักษ์พลังงานต่อไป

หน่วยที่ 5 | งานและพลังงาน
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 51

เรื่องที่ 2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน



คำสำคัญ
พลังงานกล
กฎการอนุรักษ์พลังงาน

ภาพ 5.27 การเล่นล้อเลื่อนไม้

ในสมัยก่อนชาวเขามักสร้างล้อเลื่อนไม้ขึ้นเพื่อช่วยขนไม้และหินลงจากยอดดอย แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาล้อเลื่อนไม้สำหรับใช้ในการแข่งขันและเพื่อเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยได้จัดการแข่งขันล้อเลื่อนไม้หรือฟอร์มูล่าม้ง (Formula Mhong) ในประเทศไทยเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2545 ที่จังหวัดเชียงใหม่ และจัดต่อเนื่องมาทุกปีซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในการแข่งขันผู้เล่นจะต้องนำล้อเลื่อนไม้ขึ้นไปยอดดอยซึ่งเป็นการทำงานเพื่อเพิ่มพลังงานศักย์โน้มถ่วงให้กับล้อเลื่อนไม้และผู้เล่น จากนั้นจึงปล่อยตัวให้ล้อเลื่อนไม้และผู้เล่นเคลื่อนที่ลงมาตามถนนที่มีความชันโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องยนต์ใด ๆ ช่วยในการเคลื่อนที่อีกเลย ขณะที่เคลื่อนที่ลงมา พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของล้อเลื่อนไม้และผู้เล่นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และพลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์หรือไม่ อย่างไร

ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

1. เติมคำที่กำหนดให้ลงในช่องว่าง
พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล เสียง พลังงานความร้อน
พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ ถ่ายโอน
- 1.1 พลังงานความร้อนสามารถ.....**ถ่ายโอน**.....จากวัตถุหนึ่งไปอีวัตถุหนึ่งได้
- 1.2 งานในการยกลูกตุ้มขึ้นขึ้นในแนวตั้งทำให้....**พลังงานศักย์โน้มถ่วง**..ของลูกตุ้มขึ้นมีค่าเพิ่มขึ้น
- 1.3 เมื่อวัตถุเคลื่อนที่บนพื้นผิวดิ่ง งานจากแรงเสียดทานทำให้.....**พลังงานจลน์**....ของวัตถุมีค่าลดลง
- 1.4 พัดลมเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยน....**พลังงานไฟฟ้า**....เป็น....**พลังงานกล**..ของการหมุนของใบพัด แต่การทำงานของพัดลมอาจมีการสูญเสียพลังงานไปโดยเปลี่ยนเป็น...**พลังงานความร้อน**....หรือ....**เสียง**....

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

1. เติมคำที่กำหนดให้ลงในช่องว่าง

พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล เสียง พลังงานความร้อน

พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ ถ่ายโอน

1.1 พลังงานความร้อนสามารถ.....**ถ่ายโอน**.....จากวัตถุหนึ่งไปอีวัตถุหนึ่งได้

1.2 งานในการยกลูกตุ้มขึ้นขึ้นในแนวตั้งทำให้....**พลังงานศักย์โน้มถ่วง**..ของลูกตุ้มขึ้นมีค่าเพิ่มขึ้น

1.3 เมื่อวัตถุเคลื่อนที่บนพื้นผิวดิ่ง งานจากแรงเสียดทานทำให้.....**พลังงานจลน์**....ของวัตถุมีค่าลดลง

1.4 พัดลมเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยน....**พลังงานไฟฟ้า**....เป็น....**พลังงานกล**..ของการหมุนของใบพัด แต่การทำงานของพัดลมอาจมีการสูญเสียพลังงานไปโดยเปลี่ยนเป็น...**พลังงานความร้อน**....หรือ....**เสียง**....

2. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานโดยให้ทำกิจกรรมรู้อะไรบ้างก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ตามความเข้าใจของตนเอง โดยที่ครูไม่เฉลยคำตอบ ครูควรรวบรวมแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขแนวคิดเหล่านั้นให้ถูกต้อง



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- พลังงานมีการสูญหายไปบางส่วนระหว่างเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปยังอีกพลังงานหนึ่ง

3. ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนว่า น้ำตกที่พุ่งออกจากหน้าผาสูงสู่พื้นด้านล่าง ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ ค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วง ค่าอัตราเร็วและค่าพลังงานจลน์ของน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสูงหรือไม่อย่างไร อาจใช้ภาพการไหลของน้ำตกประกอบการอธิบาย ให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ จากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 5.5 พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร โดยอาจใช้คำถาม เช่น พลังงานศักย์โน้มถ่วงของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานใดบ้าง พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร

กิจกรรมที่ 5.5 พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้ตัวอย่างดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ความสัมพันธ์ของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกลกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ศึกษาสถานการณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงจากระดับอ้างอิงและพลังงานศักย์โน้มถ่วง อัตราเร็วและพลังงานจลน์ ความสูงจากระดับอ้างอิงและอัตราเร็ว และพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ และผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ)

ระหว่างการทำกิจกรรม (20 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัยหรืออาจชี้แจงเกี่ยวกับข้อมูลและจุดเน้นที่นักเรียนควรสังเกตจากข้อมูล เช่น ความสัมพันธ์ของระดับความสูงที่เปลี่ยนไปกับอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ความสัมพันธ์ของระดับความสูงที่เปลี่ยนไปกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุ ความสัมพันธ์ของอัตราเร็วที่เปลี่ยนไปกับพลังงานจลน์ของวัตถุ และความสัมพันธ์พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุพลังงานจลน์ของวัตถุ ครูควรรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (10 นาที)

- สุ่มนักเรียนนำเสนอผลจากการทำกิจกรรม แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกอิสระลงจากตำแหน่งที่มีความสูงจากระดับอ้างอิง โดยไม่คิดแรงต้านอากาศ วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง (E_p) ลดลงตามระดับความสูงที่ลดลง แต่จะมีพลังงานจลน์ (E_k) เพิ่มขึ้นและผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์มีค่าคงที่ในทุก ๆ ตำแหน่งเมื่อไม่มีแรงภายนอกมาเกี่ยวข้อง

4. ให้นักเรียนดูภาพนำเรื่องอีกครั้ง ซึ่งเป็นการแข่งขันล้อเลื่อนไม้หรือฟอรมูล่ามั้ง และร่วมกันอภิปรายโดยอาจใช้คำถามใดคำถามหนึ่ง ดังนี้
 - เหตุการณ์นี้ เกี่ยวข้องพลังงานอะไรบ้าง อย่างไร (เกี่ยวข้องกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของล้อเลื่อนไม้จากการที่ผู้เล่นจะต้องนำล้อเลื่อนไม้ขึ้นไปยังยอดดอย และพลังงานจลน์ขณะที่ล้อเลื่อนไม้และผู้เล่นเคลื่อนลงมาตามถนนที่มีความชัน)
 - มีการเปลี่ยนหรือถ่ายโอนพลังงานหรือไม่ อย่างไร (มีการเปลี่ยนพลังงานของล้อเลื่อนไม้จากพลังงานศักย์โน้มถ่วงไปเป็นพลังงานจลน์)
 5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยตั้งคำถามว่า นอกจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงจะสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ได้แล้ว นักเรียนคิดว่าพลังงานจลน์จะสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้หรือไม่ อย่างไร นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง โดยครูไม่เฉลยคำตอบ
 6. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับพลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 54-57 เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า
 - ถ้าไม่มีแรงภายนอกมาเกี่ยวข้อง พลังงานกลซึ่งคือผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุในแต่ละตำแหน่งมีค่าคงตัวเสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล
 - พลังงานศักย์โน้มถ่วงจะสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ และพลังงานจลน์ก็สามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้ นั่นคือ เมื่อโยนวัตถุขึ้นในแนวตั้งด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง กำหนดตำแหน่งที่วัตถุหลุดจากมือเป็นระดับอ้างอิง วัตถุจะมีอัตราเร็วสูงสุดจึงมีพลังงานจลน์สูงสุดแต่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้ง วัตถุจะมีระดับความสูงเพิ่มขึ้นจึงมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเพิ่มขึ้น แต่มีอัตราเร็วลดลง วัตถุจึงมีพลังงานจลน์ลดลง และเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด อัตราเร็วของวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจึงมีพลังงานจลน์เป็นศูนย์ แต่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงสุด ดังนั้นผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ยังคงมีค่าคงตัวในทุก ๆ ตำแหน่ง
- จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกลกับพลังงานความศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ ความแตกต่างระหว่างกฎการอนุรักษ์พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียน



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร

แนวคิด พลังงานศักย์โน้มถ่วงที่เปลี่ยนแปลงจะเท่ากับพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลง เช่น เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกสู่ระดับอ้างอิง วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงลดลงตามระดับความสูงที่ลดลง แต่พลังงานจลน์จะเพิ่มขึ้น โดยพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่ลดลงจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของวัตถุที่เพิ่มขึ้น

- จากข้อมูลในกิจกรรมที่ 5.5 เมื่อเวลาผ่านไป 3.3 วินาที แล้วพลังงานศักย์โน้มถ่วงมีค่า 65 จูล พลังงานจลน์จะมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ จากผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์มีค่าคงตัวในทุกๆ ตำแหน่ง นั่นคือ เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที และ 3.3 วินาที จะมีผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ เท่ากัน

ณ เวลา 1 วินาที ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ = $540 \text{ J} + 48 \text{ J} = 588 \text{ J}$

ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไป 3.3 วินาที วัตถุจะมีผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์

$$= 588 \text{ J}$$

$$65 \text{ J} + \text{พลังงานจลน์} = 588 \text{ J}$$

$$\text{พลังงานจลน์} = 588 \text{ J} - 65 \text{ J}$$

$$= 523 \text{ J}$$

- กฎการอนุรักษ์พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงานเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคิด กฎการอนุรักษ์พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงานต่างกัน โดยกฎการอนุรักษ์พลังงานกลพิจารณาเฉพาะผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งจะมีค่าคงที่เสมอเมื่อไม่มีแรงภายนอกมาเกี่ยวข้อง ถ้าหากมีแรงกระทำจากภายนอก จะทำให้พลังงานกลของระบบหายไปส่วนหนึ่ง โดยอาจเปลี่ยนและถ่ายโอนเป็นพลังงานอื่น ๆ อย่างไรก็ดีตาม เมื่อรวมพลังงานกลและพลังงานอื่น ๆ เข้าด้วยกัน แล้วพลังงานรวมยังคงมีค่าคงที่เสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- เมื่อปล่อยลูกบาสเกตบอลที่อยู่สูงจากพื้นให้ตกกระทบพื้น ลูกบาสเกตบอลจะกระดอนบนพื้นหลายครั้งจนกระทั่งลูกบาสเกตบอลหยุดเคลื่อนที่



- พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกบาสเกตบอลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
แนวคำตอบ เมื่อปล่อยลูกบาสเกตบอลตกที่สูงให้ตกสู่พื้น พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกบาสเกตบอลจะลดลงตามระดับความสูงที่ลดลง โดยพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่ลดลงจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของลูกบาสเกตบอลที่เพิ่มขึ้น แต่ขณะที่ลูกบาสเกตบอลกระทบพื้นจะเกิดแรงที่พื้นกระทำต่อลูกบาสเกตบอล ทำให้พลังงานกลของระบบหายไป ส่งผลให้พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ลดลงตามไปด้วย จนเมื่อหยุดเคลื่อนที่ ทั้งพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของลูกบาสเกตบอลมีค่าเป็นศูนย์
- สถานการณ์นี้เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกลหรือกฎการอนุรักษ์พลังงานหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ สถานการณ์การกระดอนของลูกบาสเกตบอลไม่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล แต่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากพลังงานกลของระบบหายไปส่วนหนึ่ง เนื่องจากแรงที่พื้นกระทำต่อลูกบาสเกตบอล โดยพลังงานกลเปลี่ยนไปเป็นพลังงานเสียงและพลังงานความร้อน

7. นำเข้าสู่กิจกรรมที่ 5.6 พลังงานมีการเปลี่ยนและถ่ายโอนอย่างไร โดยอาจใช้คำถามใดคำถามหนึ่ง ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบดังนี้
- นอกจากจะมีการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์แล้ว ยังมีพลังงานใดอีกบ้างที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานอื่นได้ (พลังงานจลน์ของน้ำเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าในการผลิตไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ฯลฯ)
 - นักเรียนคิดว่าพลังงานสามารถทำให้สูญหายไปหรือไม่ อย่างไร (พลังงานไม่สามารถสูญหายไป ซึ่งจะเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน)

กิจกรรมที่ 5.6 พลังงานมีการเปลี่ยนและถ่ายโอนอย่างไร

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่าน โดยใช้ตัวอย่างดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานต่าง ๆ ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สังเกตภาพที่กำหนดให้แล้ววิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในภาพ)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง (การเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานต่าง ๆ ที่พบในภาพ)

ระหว่างการทำกิจกรรม (20 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัยหรืออาจชี้แจงเกี่ยวกับข้อมูลและจุดเน้นที่นักเรียนควรสังเกตจากรูปภาพ เช่น การเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานหนึ่งไปเป็นพลังงานอื่น การถ่ายโอนพลังงานจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง ครูควรรวบรวมข้อมูลเหล่านั้น เพื่อใช้ประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (10 นาที)

- สุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า พลังงานสามารถเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่งหรือถ่ายโอนได้**
- ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนพลังงานและการถ่ายโอนพลังงานในชีวิตประจำวัน โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 60-61 **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำให้สูญหายหรือสร้างขึ้นใหม่ได้** แต่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่ง หรือถ่ายโอนพลังงานจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งได้ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
- ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานของผีฟุ้งได้ โดยอ่านเกร็ดน่ารู้และตอบคำถามระหว่างเรียนเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียน



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

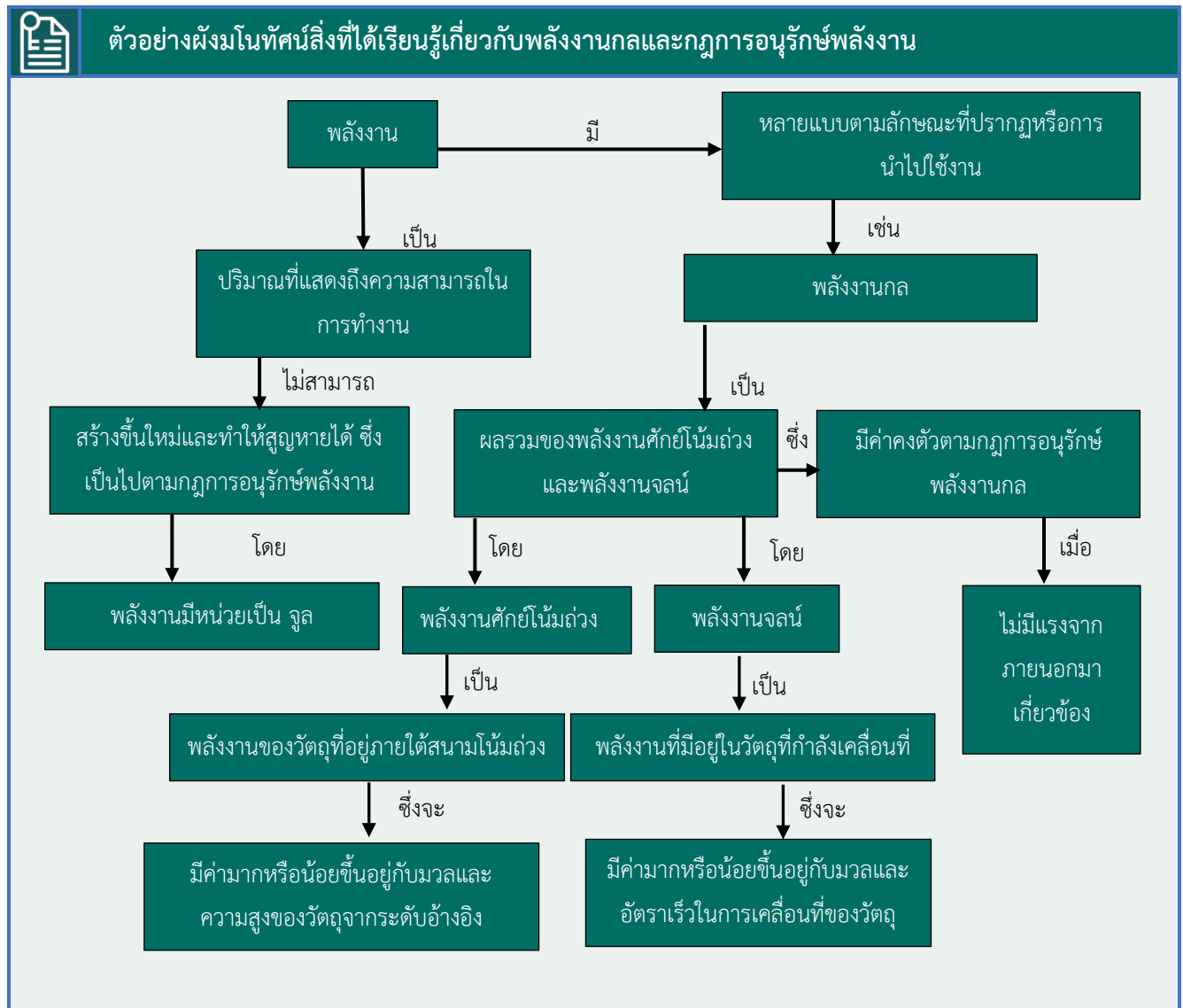
- เครื่องจักรนิรันดร์ (perpetual machine) คือ เครื่องจักรที่อ้างว่าสามารถออกแบบให้ทำงานได้ตราบนิรันดร์โดยเราใส่พลังงานให้เครื่องจักรเพียงครั้งเดียวเมื่อเริ่มต้น จากนั้นเครื่องจักรนี้จะสามารถทำงานได้ตลอดไป จากกฎอนุรักษ์พลังงาน นักเรียนคิดว่า เครื่องจักรนิรันดร์สามารถทำงานได้ตามที่กล่าวไว้หรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ เครื่องจักรนิรันดร์ไม่สามารถทำงานได้ตราบนิรันดร์ตามที่อ้างไว้ว่าไม่ต้องใส่พลังงานให้เครื่องจักรนั้นอีก เพราะขณะที่เครื่องจักรทำงานอาจสูญเสียพลังงานกลโดยมีการเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานกลไปเป็นพลังงานความร้อน หรือเสียงตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งหมด **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** พลังงานเป็นสิ่งที่บอกถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำให้สูญหายไปและไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ แต่สามารถถ่ายโอนพลังงานและเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่งได้ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยเราใช้ประโยชน์ของการถ่ายโอนพลังงานและการเปลี่ยนพลังงาน เช่น การใช้ประโยชน์จากพลังงานจากลมมาหมุนกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งลมที่มีอัตราเร็วสูงค่าหนึ่งจะมีพลังงานจลน์ เมื่อลมกระทบกับใบพัดของกังหันลมจะถ่ายโอนพลังงานจลน์ไปสู่ใบพัดทำให้ใบพัดหมุน ใบพัดของกังหันลมจึงมีพลังงานจลน์แล้วถ่ายโอนพลังงานจลน์ไปสู่แกนเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตามด้วย และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจลน์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า
- ครูตั้งประเด็นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างของการเปลี่ยนพลังงานและการถ่ายโอนพลังงาน **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** การเปลี่ยนพลังงานเป็นการเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งที่มีในวัตถุให้เป็นพลังงานอื่น ๆ เช่น เมื่อวัตถุตกสู่พื้นมีการเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงไปเป็นพลังงานจลน์ ส่วนการถ่ายโอนพลังงานเป็นการถ่ายโอนพลังงานจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งโดยยังคงเป็นพลังงานแบบเดิม เช่น พลังงานจลน์ของลมถ่ายโอนให้ใบพัด ทำให้ใบพัดหมุนมีพลังงานจลน์
- ถ้าพวบนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนี้จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียนหรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีต่าง ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
พลังงานมีการสูญหายไปบางส่วนระหว่างเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปยังอีกพลังงานหนึ่ง (Tatar & Oktay, 2007)	พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำให้สูญหายไปแต่สามารถเปลี่ยน หรือถ่ายโอนจากพลังงานหนึ่งไปยังอีกพลังงานหนึ่งได้ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

9. ร่วมกันสรุปหัวข้อเรื่องพลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จากนั้นนักเรียนทำกิจกรรมตรวจสอบตนเองเพื่อสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียน โดยการเขียนบรรยาย วาดภาพ หรือเขียนผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนเรื่องพลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน



10. สุ่มนักเรียนนำเสนอผังมโนทัศน์สรุปความรู้ที่ได้จากบทเรียน โดยอาจออกแบบให้นักเรียนนำเสนอเป็นกลุ่มย่อยและอภิปรายภายในกลุ่ม จากนั้นอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน หรือจัดแสดงผลงานเพื่อร่วมพิจารณาให้ความเห็น และร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้จากบทเรียน

11. ให้นักเรียนทำกิจกรรมท้ายบทเรื่อง การออกแบบวงจรรถไฟเหาะจำลองได้อย่างไร และตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากนั้นใช้คำถามสำคัญของบทเรียนเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยนักเรียนควรตอบคำถามสำคัญดังกล่าวได้ ดังตัวอย่าง



เฉลยคำถามสำคัญของบท

- งานกับพลังงานเกี่ยวข้องกันอย่างไร**
แนวคำตอบ งานกับพลังงานเกี่ยวข้องกัน คือ วัตถุที่มีพลังงานมากย่อมมีความสามารถในการทำงานได้มาก เช่น ถ่านไฟฉายที่มีพลังงานมากสามารถทำให้หลอดไฟสว่างได้มาก รถยนต์ที่เติมน้ำมันไว้ในปริมาณมากก็จะสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกล
- พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ พลังงานกล คืออะไร**
แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วง คือ พลังงานของวัตถุที่อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วง ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและตำแหน่งของวัตถุจากระดับอ้างอิง โดยวัตถุที่มีมวลมาก และอยู่ที่ระดับสูงจากระดับอ้างอิงมาก จะมีพลังงานมาก
พลังงานจลน์ คือ พลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากและเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงจะมีพลังงานจลน์มาก
พลังงานกล คือ ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ โดยพลังงานกลของวัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ มีค่าคงที่เสมอเมื่อไม่มีแรงภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล
- พลังงานสามารถสร้างขึ้นหรือทำให้หายไปหรือไม่**
แนวคำตอบ พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำให้สูญหายไปหรือสร้างขึ้นใหม่ได้ แต่สามารถเปลี่ยนหรือถ่ายโอนได้ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

12. ให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ได้ทำในบทเรียนนี้ อ่านสรุปท้ายบท และทำแบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยกิจกรรมและแบบฝึกหัดของบทที่ 2

กิจกรรมที่ 5.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง

จุดประสงค์

ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง

เวลาที่ใช้ใน
การทำกิจกรรม

1 ชั่วโมง 40 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. พลาสติกทรงกลม	3 อัน
2. กระบะทรายพร้อมทราย	1 กระบะ
3. ไม้บรรทัด	1 อัน
4. ไม้เมตร	1 อัน
5. อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบไว้	ขึ้นอยู่กับกรออกแบบ

การเตรียมตัว
ล่วงหน้าสำหรับครู

- ในการเตรียมพลาสติกทรงกลมที่มีมวลแตกต่างกันจะต้องเตรียมให้พลาสติกทรงกลมแต่ละลูกมีขนาดเท่ากันด้วย ซึ่งอาจใช้ลูกปิงปองเป็นพลาสติกทรงกลม เจาะรูที่ลูกปิงปองจำนวน 3 ลูก แล้วใส่ทรายปริมาณแตกต่างกัน จากนั้นปิดรูด้วยกระดาษกาวหรือเทปใสเพื่อกันไม่ให้ทรายรั่วออกมาได้
- ถ้าใช้กระบะทรายพร้อมทรายในห้องปฏิบัติการไม่สะดวก ครูอาจเตรียมพื้นที่ว่างนอกห้องเรียน แล้วใช้วัสดุเหลือใช้ เช่น กะละมัง หรืออ่างซักผ้าใส่ทรายแทนกระบะทรายได้ โดยทรายควรเป็นทรายละเอียดที่ไม่จับตัวกัน ใส่ให้เต็มกระบะ ปาดผิวทรายให้เรียบแล้วเคาะกระบะ 3-4 ครั้ง เพื่อลดช่องว่างระหว่างเม็ดทราย
- การสังเกตการกระเด็นของเม็ดทรายและการยุบตัวของพื้นทราย ครูอาจแนะนำให้นักเรียนถ่ายวิดีโอขณะที่ลูกพลาสติกตกกระทบพื้นทราย กรณีที่สังเกตความลึกและความกว้างของพื้นทรายที่ยุบตัวลงด้วยตาเปล่าแล้วพบว่า ความลึกและหรือความกว้างมีขนาดใกล้เคียงกัน ครูควรแนะนำให้นักเรียนใช้การวัดด้วยเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- การนำเสนอผลการทำกิจกรรม ครูเลือกกลุ่มที่ศึกษาปัจจัยเดียวกันให้นำเสนอพร้อมกัน และอาจติดผลการทำกิจกรรมที่ผนังห้องเรียนใกล้กัน และนักเรียนทุกคนเดินศึกษา (Gallery walk) ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง

ข้อเสนอแนะ
ในการทำกิจกรรม

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- สื่อดิจิทัล สสวท. ตอน พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
(<https://www.youtube.com/watch?v=aCLXMETeJP8>)
- สื่อดิจิทัล กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง
(https://www.youtube.com/watch?v=HZUZK_iIOA)



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 1

ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง คือ มวลของพลาสติกทรงกลม

สมมติฐาน

พลังงานศักย์โน้มถ่วงขึ้นอยู่กับมวลของพลาสติกทรงกลม โดยที่ความสูงจากระดับอ้างอิงเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยกว่า

ตัวแปรต้น	มวลของพลาสติกทรงกลม
ตัวแปรตาม	พลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลม
ตัวแปรควบคุม	ขนาดของกระบอกทราย ปริมาณและระดับผิวทราย ขนาดของพลาสติกทรงกลม ความสูงของระดับอ้างอิง

นิยามเชิงปฏิบัติการ

การเปรียบเทียบมวลของพลาสติกทรงกลม สังเกตจากปริมาณทรายที่บรรจุในลูกปิงปอง โดยถ้าบรรจุทรายปริมาณมาก ลูกปิงปองจะมีมวลมาก

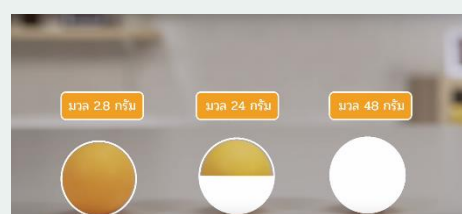
การเปรียบเทียบพลังงานศักย์โน้มถ่วง สังเกตจากการกระเด็นของเม็ดทรายและการยุบตัวของพื้นทรายในกระบอกทราย โดยถ้าเม็ดทรายกระเด็นมากและพื้นทรายยุบตัวมาก แสดงว่าพลาสติกทรงกลมพลังงานศักย์โน้มถ่วงมาก

วัสดุและอุปกรณ์

1. ลูกปิงปองที่บรรจุทรายปริมาณต่างกัน
2. กระบอกทรายพร้อมทราย
3. ไม้บรรทัด
4. ไม้เมตร
5. อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบไว้

วิธีทดลอง

1. เตรียมพลาสติกทรงกลมให้มีมวลต่างกัน โดยพลาสติกทรงกลมลูกที่หนึ่งไม่ใส่ทราย ลูกที่สองใส่ทราย $\frac{1}{2}$ ของลูก ลูกที่สามใส่ทรายเต็มลูก



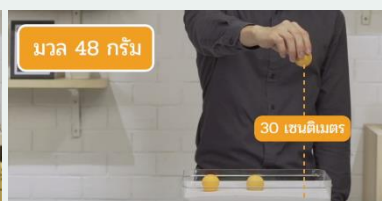


ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 1

- ปล่อยพลาสติกทรงกลม 3 ลูกมวลแตกต่างกัน ที่ระดับความสูงเท่ากันลงในกระบะทรายที่ปาดผิวเรียบ ดังภาพ



ปล่อยพลาสติกทรงกลมลูกที่ 1



ปล่อยพลาสติกทรงกลมลูกที่ 2 ปล่อยพลาสติกทรงกลมลูกที่ 3 เมื่อปล่อยพลาสติกทรงกลมครบทั้ง 3 ลูก

- เปรียบเทียบการกระเด็นของเม็ดทรายและการยุบตัวของพื้นทรายในกระบะทราย บันทึกผล

ตาราง ตัวอย่างการกระเด็นของเม็ดทรายและการยุบตัวของพื้นทรายที่เกิดจากพลาสติกทรงกลมที่มีมวลต่างกัน

พลาสติกทรงกลมที่ใส่ทรายต่างกัน	การกระเด็นของเม็ดทราย	การยุบตัวของพื้นทราย
ไม่ใส่ทราย	น้อย	เป็นหลุมตื้น
ใส่ทราย $\frac{1}{2}$ ของลูก	มาก	เป็นหลุมที่ลึกขึ้น
ใส่ทรายเต็มลูก	มากที่สุด	เป็นหลุมที่ลึกสุด



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม กรณีที่ 1

1. การทดลองนี้ต้องการศึกษาปัจจัยใดที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง

แนวคำตอบ การทดลองนี้ต้องการศึกษาว่าปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงคือ มวลของพลาสติกทรงกลม

2. นิยามเชิงปฏิบัติการในการทดลองของนักเรียนมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลม หมายถึง พลังงานจากพลาสติกทรงกลมที่ตกจากที่สูงระดับหนึ่ง ซึ่งทำให้เม็ดทรายกระเด็นและพื้นทรายยุบตัวลงเป็นหลุมโดยวัดระดับพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้จาก ระดับความลึกของหลุมทราย

3. ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ อาจเหมือนหรือต่างก็ได้ เช่น

สมมติฐานที่ตั้งไว้	ผลการทดลอง	สรุป
พลาสติกทรงกลมที่มีมวลมากจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าพลาสติกทรงกลมที่มีมวลน้อย	พลาสติกทรงกลมที่มีมวลมากทำให้เม็ดทรายกระเด็นมากกว่าและพื้นทรายเป็นหลุมยุบลงไป ได้ลึกกว่าพลาสติกทรงกลมที่มีมวลน้อยกว่า	สมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้อง เนื่องจากผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. นอกจากปัจจัยที่เลือกศึกษาแล้วยังมีปัจจัยใดอีกที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุ

แนวคำตอบ นอกจากมวลของพลาสติกทรงกลมจะมีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงแล้ว ตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิงก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลมด้วย

5. จากการกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลมมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิง



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 2

ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง คือ ตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิง

สมมติฐาน

พลังงานศักย์โน้มถ่วงขึ้นอยู่กับตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิง โดยมวลของพลาสติกทรงกลมเท่ากัน พลาสติกทรงกลมที่มีความสูงจากระดับอ้างอิงมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าพลาสติกทรงกลมที่มีความสูงจากระดับอ้างอิงน้อยกว่า

ตัวแปรต้น	ตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิง
ตัวแปรตาม	พลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลม
ตัวแปรควบคุม	ขนาดของกระบอกทราย ปริมาณและระดับผิวทราย ขนาดของพลาสติกทรงกลม มวลของพลาสติกทรงกลม

นิยามเชิงปฏิบัติการ

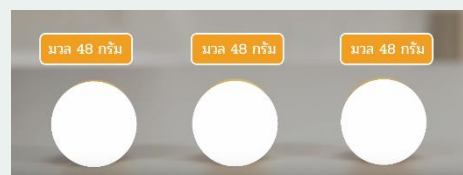
การเปรียบเทียบพลังงานศักย์โน้มถ่วง สังเกตจากการกระเด็นของเม็ดทรายและการยุบตัวของพื้นทรายในกระบอกทราย โดยถ้าเม็ดทรายกระเด็นมากและพื้นทรายยุบตัวมาก แสดงว่าพลาสติกทรงกลมมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมาก

วัสดุและอุปกรณ์

1. ลูกปิงปองที่บรรจุทรายปริมาณเท่ากัน
2. กระบอกทรายพร้อมทราย
3. ไม้บรรทัด
4. ไม้เมตร
5. อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบไว้

วิธีทดลอง

1. เตรียมพลาสติกทรงกลมให้มีมวลเท่ากัน โดยใส่ทรายเต็มลูก
2. ปลดปล่อยพลาสติกทรงกลม 3 ลูกที่มีมวลเท่ากัน คือ 48 กรัมที่ระดับความสูงต่างกันลงในกระบอกทรายที่ปาดผิวเรียบ โดยเลื่อนตำแหน่งที่ปล่อยแต่ละลูกให้ห่างจากจุดปล่อยเดิม 10 เซนติเมตร ดังภาพ



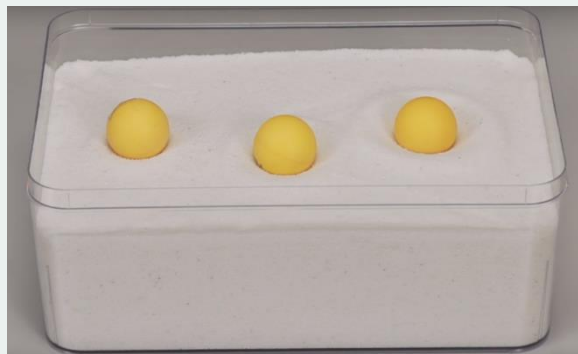
ปล่อยพลาสติกทรงกลมที่ระดับความสูง 10 cm



ปล่อยพลาสติกทรงกลมที่ระดับความสูง 30 cm



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 2



ปล่อยพลาสติกทรงกลมที่ระดับความสูง 60 cm

เมื่อปล่อยพลาสติกทรงกลมครบทั้ง 3 ลูก

3. เปรียบเทียบการกระเด็นของเม็ดทรายและการยุบตัวของพื้นทรายในกระเบทราย บันทึกผล

ตาราง ตัวอย่างการกระเด็นของเม็ดทรายและการยุบตัวของพื้นทรายที่เกิดจากพลาสติกทรงกลมที่ระดับความสูงต่างกัน

พลาสติกทรงกลม ที่ระดับความสูง (cm)	การกระเด็นของเม็ดทราย	การยุบตัวของพื้นทราย
10	น้อย	เป็นหลุมตื้น
30	มาก	เป็นหลุมที่ลึกขึ้น
60	มากที่สุด	เป็นหลุมที่ลึกสุด



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม กรณีที่ 2

1. การทดลองนี้ต้องการศึกษาปัจจัยใดที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง

แนวคำตอบ การทดลองนี้ต้องการศึกษาว่าปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงคือ ตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิง

2. นิยามเชิงปฏิบัติการในการทดลองของนักเรียนมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลม หมายถึง พลังงานจากพลาสติกทรงกลมที่ตกจากที่สูงระดับหนึ่ง ซึ่งทำให้เม็ดทรายกระเด็นและพื้นทรายยุบตัวลงเป็นหลุมโดยวัดระดับพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้จาก ระดับความลึกของหลุมทราย

3. ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ อาจเหมือนหรือต่างก็ได้ เช่น

สมมติฐานที่ตั้งไว้	ผลการทดลอง	สรุป
พลาสติกทรงกลมที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากกว่าจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าพลาสติกทรงกลมที่อยู่ในระดับต่ำกว่า	พลาสติกทรงกลมที่อยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากกว่าทำให้เม็ดทรายกระเด็นได้มากกว่าและพื้นทรายเป็นหลุมยุบลงไปได้ลึกกว่าพลาสติกทรงกลมที่อยู่ในระดับต่ำกว่า	สมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้อง เนื่องจากผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. นอกจากปัจจัยที่เลือกศึกษาแล้วยังมีปัจจัยใดอีกที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุ

แนวคำตอบ นอกจากตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิงจะมีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงแล้ว มวลของพลาสติกทรงกลมก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลมด้วย

5. จากการกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของพลาสติกทรงกลมมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและตำแหน่งของพลาสติกทรงกลมที่สูงจากระดับอ้างอิง

กิจกรรมที่ 5.4 พลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์

จุดประสงค์

ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์

เวลาที่ใช้ใน

1 ชั่วโมง 40 นาที

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. รถทดลองหรือรถของเล่น	1 อัน
2. เหล็กแท่งมาตรฐานมวล 500 กรัม หรือถุงทรายมวล 500 กรัม	1 แท่ง
3. กล้องกระดาษ	1 กล้อง
4. ไม้เมตร	1 อัน
5. แผ่นไม้เรียบหรือแผ่นไม้กระดาน	1 แผ่น
6. นาฬิกาจับเวลา	1 เครื่อง
7. ขาดังพร้อมที่จับ	1 อัน
8. อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบ	ขึ้นอยู่กับกรออกแบบ

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- จัดหาพื้นที่สำหรับทดลองโดยปราศจากสิ่งกีดขวางยาวอย่างน้อย 1.50 เมตร กว้าง 0.50 เมตร
- ถ้ามีไม้เมตรไม่เพียงพออาจใช้ตลับเมตรแทนได้
- ควรตรวจสอบล้อและเพลลาของรถทดลองไม่ให้แบนหรือเอียงไปด้านใดด้านหนึ่งเพื่อให้รถทดลองเคลื่อนที่ตรง

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

- การนำเสนอผลการทำกิจกรรม ครูเลือกกลุ่มที่ศึกษาปัจจัยเดียวกันให้นำเสนอพร้อมกัน และอาจติดผลการทำกิจกรรมที่ผนังห้องเรียนใกล้กัน และนักเรียนทุกคนเดินศึกษา (Gallery walk) ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อพลังงานจลน์
- กรณีนักเรียนเลือกปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ คือ อัตราเร็วของรถทดลอง นักเรียนอาจออกแบบการทดลองสำหรับตรวจสอบ โดยใช้แรงที่แตกต่างกันในการผลักรถทดลอง หรือใช้พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในการปล่อยให้รถทดลองเคลื่อนที่ด้วยการใช้หนังสายยืดติดกับรถทดลองและยืดหนังสายออกเป็นระยะทางที่แตกต่างกันแล้วปล่อย เพื่อให้รถทดลองมีอัตราเร็วก่อนชนกล่องกระดาษแตกต่างกัน
- กรณีนักเรียนใช้ถุงทรายแทนแท่งเหล็ก ครูควรแนะนำให้นักเรียนมัดถุงทรายให้ติดกับรถทดลองหรือรถของเล่นเพื่อป้องกันไม่ให้ถุงทรายเอียงในขณะที่รถเคลื่อนที่

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- สื่อดิจิทัล สสวท. ตอน พลังงานจลน์ของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
(https://www.youtube.com/watch?v=6-06G_9-7fA)
- สื่อดิจิทัล กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง พลังงานจลน์
(<https://www.youtube.com/watch?v=CWjwsgDPeYc>)



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 1

ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์จลน์ คือ มวลของรถทดลอง

สมมติฐาน

พลังงานจลน์ขึ้นอยู่กับมวลของรถทดลอง โดยรถทดลองที่มีมวลแตกต่างกันเคลื่อนที่ลงมาตามทางลาดในระนาบเท่ากัน รถทดลองที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มากกว่าซึ่งจะทำให้กล่องกระดาษออกจากตำแหน่งเดิม ได้ระยะทางมากกว่ารถทดลองที่มีมวลน้อยกว่า

ตัวแปรต้น	มวลของรถทดลอง
ตัวแปรตาม	พลังงานจลน์ของรถทดลอง
ตัวแปรควบคุม	ขนาดของทางลาด มุมเอียงของทางลาด ระยะทางที่รถทดลองเคลื่อนที่บนทางลาด ระยะห่างระหว่างกล่องกระดาษถึงปลายทางลาด ขนาดและมวลของกล่องกระดาษ

นิยามเชิงปฏิบัติการ

การเปรียบเทียบพลังงานจลน์ของรถทดลอง สังเกตจากการกระเด็นออกจากตำแหน่งเดิมของกล่องกระดาษ โดยถ้ากล่อง กระดาษกระเด็นออกจากตำแหน่งเดิมได้ระยะทางมาก แสดงว่ารถทดลองมีพลังงานจลน์มาก

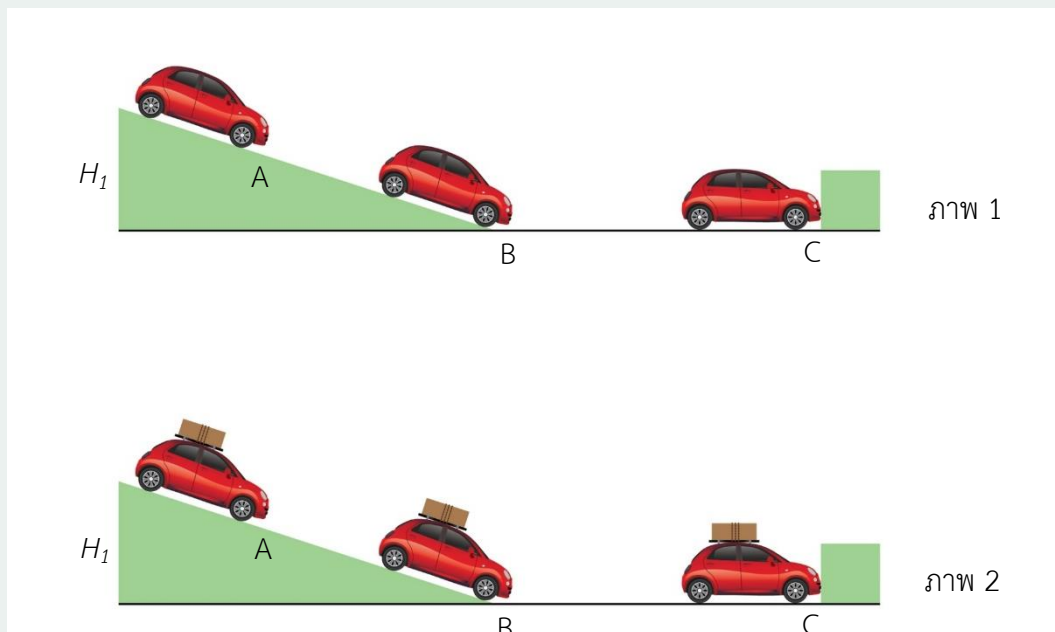


ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 1

วัสดุและอุปกรณ์

1. รถทดลองหรือรถของเล่น
2. เหล็กแท่ง
3. กล้องกระดาษ
4. ไม้เมตร
5. แผ่นไม้เรียบ
6. นาฬิกาจับเวลา
7. ขาตั้งพร้อมที่จับ
8. อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบ

วิธีทดลอง



1. ชั่งมวลของรถทดลองและมวลของแท่งเหล็ก บันทึกผล
2. ปลอยรถทดลองจากปลายทางลาดที่ตำแหน่ง A ให้รถทดลองเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่ง B และเคลื่อนที่เข้าไปชนกล้องกระดาษที่ตำแหน่ง C ดังภาพ 1 สังเกตการกระเด็นของกล้องกระดาษและวัดระยะทางที่กล้องกระดาษกระเด็นไป บันทึกผล
3. วางกล้องกระดาษที่ตำแหน่งเดิม ทำซ้ำข้อ 2 อีก 2 ครั้ง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของระยะทางที่กล้องกระดาษกระเด็นไป บันทึกผล
4. วางกล้องกระดาษที่ตำแหน่งเดิม แต่เพิ่มมวลของรถทดลองโดยวางแท่งเหล็กบนรถทดลองแล้วปลอยรถทดลองจากตำแหน่งเดิม ดังภาพ 2 สังเกตและวัดระยะทางที่กล้องกระดาษกระเด็นไป บันทึกผล



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 1

- วางกล่องกระดาษที่ตำแหน่งเดิม ทำซ้ำข้อ 4 อีก 2 ครั้ง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นไป บันทึกผล

ตาราง ตัวอย่างระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นเมื่อถูกชนด้วยรถทดลองที่มีมวลต่างกัน

วัตถุ	มวล (g)	ระยะทางที่กล่องเคลื่อนที่ได้ (cm)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
รถทดลอง	500	12.0	12.5	7	10.5
รถทดลองและแท่งเหล็ก	1,000	32.5	33.0	38.8	34.8



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม กรณีที่ 1

- การทดลองนี้ต้องการศึกษาปัจจัยใดที่มีผลต่อพลังงานจลน์ของวัตถุ
แนวคำตอบ การทดลองนี้ต้องการศึกษาว่าปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ของรถทดลอง คือ มวล
- นิยามเชิงปฏิบัติการในการทดลองของนักเรียนมีอะไรบ้าง
แนวคำตอบ พลังงานจลน์ของรถทดลอง หมายถึง พลังงานจลน์จากรถทดลองที่วิ่งด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง ซึ่งทำให้กล่องกระดาษกระเด็นไป โดยวัดระดับพลังงานจลน์ได้จากระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นที่ได้
- ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ อาจเหมือนหรือต่างก็ได้ เช่น

สมมติฐานที่ตั้งไว้	ผลการทดลอง	สรุป
รถทดลองที่มีมวลมากจะมีพลังงานจลน์มากกว่ารถทดลองที่มีมวลน้อยกว่า	รถทดลองที่มีมวลมากเมื่อชนกล่องกระดาษ ทำให้กล่องกระดาษเคลื่อนที่ได้ไกลกว่ารถทดลองที่มีมวลน้อย	สมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้อง เนื่องจากผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

- นอกจากปัจจัยที่เลือกศึกษาแล้วยังมีปัจจัยใดอีกที่มีผลต่อพลังงานจลน์ของวัตถุ
แนวคำตอบ นอกจากมวลของรถทดลองจะมีผลต่อพลังงานจลน์แล้ว อัตราเร็วของรถทดลองก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อพลังงานจลน์ด้วย
- จากการกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
แนวคำตอบ พลังงานจลน์ของรถทดลองมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและอัตราเร็วของรถทดลอง



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 2

ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์จลน์ คือ อัตราเร็วของรถทดลอง

สมมติฐาน

พลังงานจลน์ขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของรถทดลอง โดยรถทดลองเคลื่อนที่ลงมาตามทางลาด จากความสูงที่แตกต่างกันจะมีอัตราเร็วแตกต่างกัน รถทดลองที่มีอัตราเร็วมากกว่าจะทำให้กล่องกระเด็นออกจากตำแหน่งเดิมได้ระยะทางมากกว่ารถทดลองที่มีอัตราเร็วน้อยกว่า

ตัวแปรต้น อัตราเร็วของรถทดลอง

ตัวแปรตาม พลังงานจลน์ของรถทดลอง

ตัวแปรควบคุม ขนาดของทางลาด ระยะทางที่รถทดลองเคลื่อนที่บนทางลาด ระยะห่างระหว่างกล่องกระดานถึงทางลาด ขนาดและมวลของกล่องกระดาน มวลของรถทดลอง

นิยามเชิงปฏิบัติการ

การเปรียบเทียบพลังงานจลน์ สังเกตจากการกระเด็นออกจากตำแหน่งเดิมของกล่องกระดาน โดยถ้ากล่องกระดานกระเด็นออกจากตำแหน่งเดิมได้ระยะทางมากแสดงว่า พลังงานจลน์มาก

อัตราเร็วของรถทดลอง สังเกตจากเวลาที่รถทดลองใช้ในการเคลื่อนที่บนทางราบจากปลายล่างของทางลาดจนกระทบกล่องกระดาน โดยถ้าใช้เวลาน้อยแสดงว่า รถทดลองมีอัตราเร็วมาก

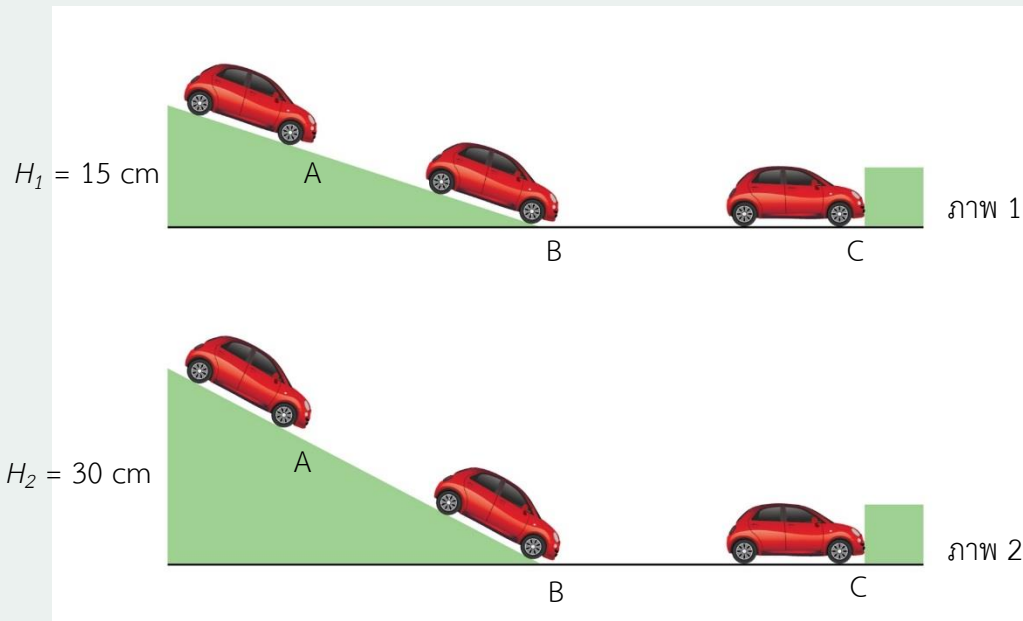
วัสดุและอุปกรณ์

1. รถทดลองหรือรถของเล่น
2. เหล็กแท่ง
3. กล่องกระดาน
4. ไม้เมตร
5. แผ่นไม้เรียบ
6. นาฬิกาจับเวลา
7. ขาตั้งพร้อมที่จับ
8. อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบ



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม กรณีที่ 2

วิธีทดลอง



1. จัดทางลาด AB โดยให้ตำแหน่ง A สูงจากพื้นเป็นระยะ 15 เซนติเมตร
2. ปล่อยรถทดลองจากปลายทางลาดที่ตำแหน่ง A ดังภาพ 1 เมื่อรถทดลองเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่ง B จับเวลาที่รถทดลองใช้ในการเคลื่อนที่จากตำแหน่ง B จนกระทบกล่องกระดาษ สังเกตการกระเด็นของกล่องกระดาษ และวัดระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นไป บันทึกผล
3. วางกล่องกระดาษที่ตำแหน่งเดิม ทำซ้ำข้อ 2 อีก 2 ครั้ง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่รถทดลองใช้ในการเคลื่อนที่จาก B จนกระทบกล่องกระดาษ และค่าเฉลี่ยของระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นไป บันทึกผล
4. วางกล่องกระดาษที่ตำแหน่งเดิม แล้วทำซ้ำข้อ 1-3 แต่ให้ตำแหน่ง A สูงจากพื้นเป็นระยะ 30 เซนติเมตร ดังภาพ 2 สังเกตการกระเด็นของกล่องกระดาษและวัดระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นไป แล้วหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่รถทดลองใช้ในการเคลื่อนที่จาก B จนกระทบกล่องกระดาษ และค่าเฉลี่ยของระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นไป บันทึกผล

ตารางบันทึกผล ระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นเมื่อถูกชนด้วยรถทดลองที่มีอัตราเร็วต่างกัน

ความสูงของตำแหน่งที่ปล่อยรถทดลอง (cm)	เวลาที่เข้าชน (s)				ระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นไป (cm)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
15	1.31	1.28	1.27	1.29	12.00	12.50	7.00	10.5
30	0.89	0.85	0.89	0.88	31.00	29.50	33.00	31.17



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม กรณีที่ 2

1. การทดลองนี้ต้องการศึกษาปัจจัยใดที่มีผลต่อพลังงานจลน์ของวัตถุ

แนวคำตอบ การทดลองนี้ต้องการศึกษาว่าปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ของรถทดลอง คือ อัตราเร็ว

2. นิยามเชิงปฏิบัติการในการทดลองของนักเรียนมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ อัตราเร็วของรถทดลอง สังเกตจากเวลาที่รถทดลองใช้ในการเคลื่อนที่บนทางราบจากปลายล่างของทางลาดจนกระทบกล่องกระดาษ โดยถ้าใช้เวลาน้อยแสดงว่ารถทดลองมีอัตราเร็วมาก พลังงานจลน์ของรถทดลอง หมายถึง พลังงานจลน์ของรถทดลองที่วิ่งด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง ซึ่งทำให้กล่องกระดาษกระเด็นไป โดยวัดระดับพลังงานจลน์ได้จากระยะทางที่กล่องกระดาษกระเด็นที่ได้

3. ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ อาจเหมือนหรือต่างก็ได้ เช่น

สมมติฐานที่ตั้งไว้	ผลการทดลอง	สรุป
รถทดลองที่มีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่มากจะมีพลังงานจลน์มากกว่ารถทดลองที่มีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่น้อยกว่า	รถทดลองที่มีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่มากทำให้กล่องกระดาษเคลื่อนที่ได้ไกลกว่ารถทดลองที่มีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่น้อย	สมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้อง เนื่องจากผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. นอกจากปัจจัยที่เลือกศึกษาแล้วยังมีปัจจัยใดอีกที่มีผลต่อพลังงานจลน์ของวัตถุ

แนวคำตอบ นอกจากอัตราเร็วของรถทดลองจะมีผลต่อพลังงานจลน์แล้ว มวลของรถทดลองก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อพลังงานจลน์ด้วย

5. จากการกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ พลังงานจลน์ของรถทดลองมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและอัตราเร็วของรถทดลอง

กิจกรรมที่ 5.5 พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์

จุดประสงค์

1. แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกลกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์

เวลาที่ใช้ใน การทำกิจกรรม

40 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

-ไม่มี-

การเตรียมตัว ล่วงหน้าสำหรับครู

-ไม่มี-

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

-ไม่มี-

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- สื่อดิจิทัล กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง พลังงานกล
(<https://www.youtube.com/watch?v=EkUXCjMeoJ0>)



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

นักเรียนควรตรวจสอบผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ยังคงมีค่าคงตัวในทุก ๆ ตำแหน่ง ตัวอย่างเช่น เมื่อเวลาผ่านไป 0 วินาที 0.5 วินาที และ 1 วินาที จะมีผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์เท่ากัน

ณ เวลา 0 วินาที ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ = $588 + 0 = 588$ จูล

ณ เวลา 0.5 วินาที ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ = $576 + 12 = 588$ จูล

ณ เวลา 1 วินาที ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ = $540 + 48 = 588$ จูล

จากข้อมูลจะพบว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุจะมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุอยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากที่สุด และจะมีค่าลดลงเมื่อวัตถุอยู่ตำแหน่งที่มีความสูงลดลง ในขณะที่วัตถุตกสู่พื้นซึ่งเป็นระดับอ้างอิง วัตถุจะมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้นทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุกระทบพื้น โดยพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุจะมีค่าเป็นศูนย์เพราะวัตถุอยู่ระดับเดียวกับระดับอ้างอิง



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. ขณะที่วัตถุตกอิสระสู่ระดับอ้างอิง พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุลดลงตามระดับความสูงที่ลดลง

2. ขณะที่วัตถุตกอิสระสู่ระดับอ้างอิง อัตราเร็วและพลังงานจลน์ของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ อัตราเร็วและพลังงานจลน์ของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าเพิ่มขึ้นตรงข้ามกับระดับความสูงที่ลดลง

3. ช่วงวินาทีที่ 1 ถึง 2 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์มีการเปลี่ยนแปลงเท่าใด

แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีค่าลดลงจาก 540.0 จูล เป็น 155.8 จูล เท่ากับ 384.2 จูล

แต่พลังงานจลน์มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 48.0 จูล เป็น 432.2 จูล เท่ากับ 384.2 จูล

4. พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กัน โดยพลังงานศักย์โน้มถ่วงสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ได้โดยพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่ลดลงเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ที่เพิ่มขึ้น

5. ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ในแต่ละระดับความสูงจากระดับอ้างอิงมีค่าเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ มีค่าเท่ากันในแต่ละระดับความสูงจากระดับอ้างอิง

6. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุเปลี่ยนแปลงได้ โดยพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่ลดลงจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของวัตถุที่เพิ่มขึ้น ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์มีค่าคงที่ในทุก ๆ ตำแหน่ง

กิจกรรมที่ 5.6 พลังงานมีการเปลี่ยนและถ่ายโอนอย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

จุดประสงค์	วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
เวลาที่ใช้ใน การทำกิจกรรม	40 นาที
วัสดุและอุปกรณ์	-ไม่มี-
การเตรียมตัว ล่วงหน้าสำหรับครู	-ไม่มี-
ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม	-ไม่มี-
สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้	หนังสือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

นักเรียนควรระบุพลังงานจากภาพได้ดังนี้ คือ พลังงานกลจากลม พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากถ่านหินหรือแก๊สธรรมชาติ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานกลของน้ำ พลังงานความร้อน ฯลฯ โดยมีการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงาน ดังนี้

1. พลังงานกลจากลมถ่ายโอนให้ใบพัดของกังหันลม ทำให้ใบพัดหมุน พลังงานกลจากการหมุนของใบพัดถ่ายโอนไปยังแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. พลังงานกลจากลมถ่ายโอนให้ใบพัดของเรือใบ ทำให้เรือใบมีพลังงานกลจึงแล่นไปได้
3. พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ถ่ายโอนให้พืชเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เมื่อตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า
5. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของน้ำเหนือเขื่อนเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์
6. พลังงานนิวเคลียร์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนในการต้มน้ำ พลังงานความร้อนเปลี่ยนเป็นพลังงานกลในการหมุนแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
7. พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลในเครื่องบินเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ทำให้เครื่องบินสามารถเคลื่อนที่ไปได้



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. จากภาพ มีแหล่งพลังงานอะไรบ้าง

แนวคำตอบ พลังงานกลจากลม พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากถ่านหินหรือแก๊สธรรมชาติ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานกลของน้ำ พลังงานความร้อน

2. จากภาพ มีการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ พลังงานกลจากลมถ่ายโอนให้แก่ใบพัดของกังหันลม ขณะที่พลังงานกลจากน้ำถ่ายโอนให้แก่ใบพัดของกังหันน้ำ ทำให้กังหันทั้งสองหมุน หรือถ่ายโอนให้แก่เรือใบทำให้เรือใบสามารถเคลื่อนที่ไปได้

พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ถ่ายโอนให้พืชเพื่อพืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

พลังงานกลจากลม พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากถ่านหินหรือแก๊สธรรมชาติ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานกลของน้ำก็เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าก็สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานแสง

3. สถานการณ์ใดมีการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์

แนวคำตอบ สถานการณ์ของเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำ

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ พลังงานสามารถเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่งหรือถ่ายโอนได้

กิจกรรมท้ายบท

ออกแบบรางรถไฟเหาะจำลองได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. ออกแบบและสร้างรถไฟเหาะจำลอง
2. อธิบายพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงานของการเคลื่อนที่ของวัตถุตามรางรถไฟเหาะจำลองที่สร้างขึ้น

เวลาที่ใช้ใน การทำกิจกรรม

1 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. สายยางพลาสติกหรือท่อโฟม	1 อัน
2. ลูกแก้วหรือลูกกลมโลหะขนาดแตกต่างกัน	1 ลูก
3. เทปกาว	1 ม้วน
4. กรรไกร	1 อัน
5. อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ออกแบบไว้	ขึ้นอยู่กับารออกแบบ

การเตรียมตัว ล่วงหน้าสำหรับครู

ครูควรสร้างเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน โดยเกณฑ์พิจารณา คือ การประยุกต์ใช้พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน และแจ้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าก่อนออกแบบสร้างรถไฟเหาะจำลอง

ข้อควรระวัง

ครูควรย้ำเตือนนักเรียนให้ออกแบบรถไฟเหาะจำลองโดยคำนึงถึงเงื่อนไขของการทำงานคือ ลูกแก้วหรือลูกกลมโลหะต้องสามารถเคลื่อนที่ตั้งแต่จุดเริ่มต้นผ่านรางรถไฟส่วนที่ตีลังกาอย่างน้อย 1 รอบ ไปถึงจุดสุดท้ายและข้อจำกัดคือ รางรถไฟเหาะต้องมีความยาวอย่างน้อย 1 เมตร

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

- ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดอย่างละเอียดว่าต้องการให้ทำอะไร มีเงื่อนไขและข้อจำกัดอย่างไร และระดมความคิดว่าควรทำอะไร เช่น รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของรถไฟเหาะโดยอาศัยพลังงานกลและการอนุรักษ์พลังงานกลที่มีอยู่ในตัวโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากภายนอกที่สอดคล้องกับความต้องการที่กำหนดในสถานการณ์ มาออกแบบและเขียนภาพร่างชิ้นงาน นำเสนอภาพร่าง ชิ้นงานโดยอธิบายเหตุผลในการออกแบบที่เชื่อมโยงกับพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จากนั้นสร้างรถไฟเหาะจำลอง
- การทดสอบรถไฟเหาะสร้างขึ้นโดยปล่อยลูกแก้วหรือลูกโลหะจากจุดเริ่มต้นให้เคลื่อนที่ตามรางรถไฟผ่านส่วนที่โค้งลงอย่างน้อย 1 รอบ ไปถึงจุดสุดท้าย
- หลังทดสอบครั้งที่ 1–2 ควรช่วยกันหาวิธีปรับปรุงรถไฟเหาะจำลองและนำเสนอวิธีการปรับปรุง โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

-ไม่มี-



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

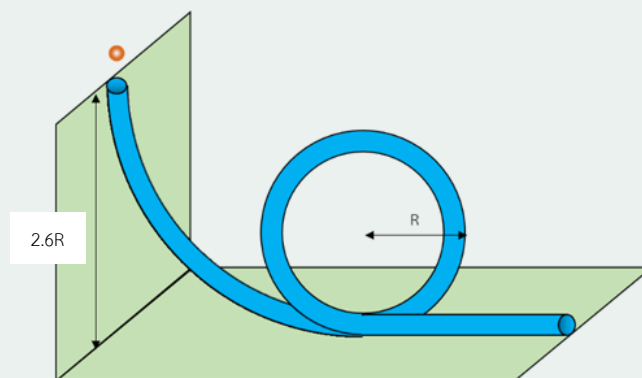
การออกแบบและสร้างรถไฟเหาะจำลอง

วัสดุอุปกรณ์

1. สายยางพลาสติกหรือท่อโฟม
2. ลูกแก้วหรือลูกกลมโลหะขนาดแตกต่างกัน
3. เทปกาวย

วิธีทำ

1. ตัดสายยางพลาสติกให้มีลักษณะ ดังภาพ วัดรัศมีของส่วนโค้งวงกลม บันทึกผล



2. ยึดสายยางพลาสติกที่ตัดแล้วเข้ากับแผ่นกระดาษลูกฟูก โดยจัดให้ปลายบนของสายยางอยู่สูงจากแผ่นกระดาษลูกฟูกด้วยความสูงค่าหนึ่ง บันทึกค่าความสูง
3. ปลอ่ยลูกแก้วที่ปลายบนสุดของสายยางพลาสติก ให้ลูกแก้วเคลื่อนที่เข้าไปในสายยาง สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกแก้ว
4. ถ้าลูกแก้วไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านสายยางพลาสติกส่วนที่โค้งวงกลมในแนวตั้งได้ ให้ปรับปลายบนของสายยางพลาสติกโดยยกให้สูงจากแผ่นพลาสติกลูกฟูกมากขึ้น จนลูกแก้วสามารถเคลื่อนที่ผ่านสายยางพลาสติกที่ส่วนโค้งวงกลมได้พอดี บันทึกค่าความสูงของปลายบนสุดของสายยางพลาสติกกับรัศมีของส่วนโค้งวงกลม
5. เปรียบเทียบความสูงของปลายบนสุดของสายยางพลาสติกกับรัศมีของส่วนโค้งวงกลม



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ผลการทำกิจกรรม รัศมีของส่วนโค้งวงกลม มีค่าเท่ากับ 5 เซนติเมตร

ตาราง ตัวอย่างการเคลื่อนที่ของลูกแก้วที่ความสูงของปลายบนสุดของสายยางพลาสติกแตกต่างกัน

ความสูงของปลายบนสุดของ สายยางพลาสติก (cm)	การเคลื่อนที่ของลูกแก้ว
10	ลูกแก้วไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านส่วนโค้งด้านบนของวงกลมได้ โดยจะค้างอยู่ในท่อด้านล่าง
11	ลูกแก้วไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านส่วนโค้งด้านบนของวงกลมได้ โดยจะค้างอยู่ในท่อด้านล่าง
12	ลูกแก้วไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านส่วนโค้งด้านบนของวงกลมได้ โดยจะค้างอยู่ในท่อด้านล่าง
13	ลูกแก้วสามารถเคลื่อนที่ผ่านส่วนโค้งด้านบนของวงกลมได้ แล้วเคลื่อนที่ออกมาจากปลายด้านล่างของสายยางพลาสติก

ดังนั้น ความสูงของปลายบนของสายยางพลาสติก มีค่าเท่ากับ $\frac{13}{5} = 2.6$ เท่าของรัศมีของส่วนโค้งวงกลม



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. ตำแหน่งใดของรถไฟเหาะจำลองที่ผู้เล่นมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงสุดและต่ำสุด ตามลำดับ

แนวคำตอบ ผู้เล่นมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงสุด ณ จุดปล่อยซึ่งคือตำแหน่งสูงสุดบนรางรถไฟเหาะจำลอง และผู้เล่นมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงต่ำสุด ณ ตำแหน่งต่ำสุดบนรางรถไฟเหาะจำลอง

2. ตำแหน่งใดของรถไฟเหาะจำลองที่ผู้เล่นมีพลังงานจลน์สูงสุดและต่ำสุด ตามลำดับ

แนวคำตอบ ผู้เล่นจะมีพลังงานจลน์สูงสุด ณ ตำแหน่งต่ำสุดของการเคลื่อนที่คือเมื่อเคลื่อนที่มาถึงแผ่นพลาสติกลูกฟูก ซึ่งตำแหน่งนี้รถไฟเหาะจำลองจะวิ่งด้วยอัตราเร็วสูงสุด และผู้เล่นจะมีพลังงานจลน์ต่ำสุด ณ ตำแหน่งที่รถไฟเหาะจำลองเคลื่อนที่ขึ้นไปถึงส่วนบนสุดของส่วนโค้งเป็นวงกลม ซึ่งตำแหน่งนี้รถไฟเหาะจำลองจะวิ่งด้วยอัตราเร็วต่ำสุด

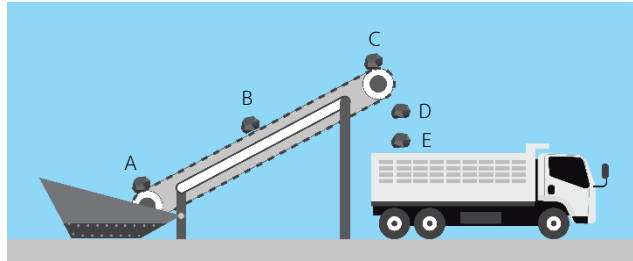
3. การเคลื่อนที่ของผู้เล่นไปตามรางรถไฟเหาะจำลองเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ การเคลื่อนที่ของผู้เล่นไปตามรางรถไฟเหาะเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานซึ่งกล่าวไว้ว่าพลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำให้สูญหาย แต่สามารถเปลี่ยนหรือถ่ายโอนได้ ซึ่งกรณีของรถไฟเหาะจำลองจะพบว่าผู้เล่นจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงสุดเมื่ออยู่บนตำแหน่งสูงสุดของรางและจะเปลี่ยนเป็นมีพลังงานจลน์ขณะเคลื่อนที่ลงด้วยอัตราเร็วตามทางลาดชัน และเมื่อรถไฟเหาะจำลองเคลื่อนที่สูงขึ้นไปใหม่ตามรางจนถึงตำแหน่งสูงสุด พลังงานจลน์ในรถไฟเหาะจำลองก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้อีกครั้ง



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2

1. ในการทำเหมืองแร่จะมีการขนย้ายหินและแร่ออกจากเหมืองโดยค้อย ๆ ลำเลียงหินขึ้นสายพานแล้วปล่อยให้ตกอย่างอิสระลงในรถบรรทุก ดังภาพ *



พิจารณาพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของหินและแร่ในตำแหน่ง A B C D และ E แล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้

- 1.1 เมื่อกำหนดให้ระดับพื้นดินด้านล่างเป็นระดับอ้างอิง ที่ตำแหน่งใดที่หินและแร่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงสุดและน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ตำแหน่งที่หินและแร่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงสุด คือ C เพราะอยู่สูงกว่าระดับอ้างอิงมากที่สุด และตำแหน่งที่หินก้อนนี้มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงต่ำสุด คือ A เพราะอยู่ที่สูงจากระดับอ้างอิงน้อยที่สุด

- 1.2 เมื่อหินและแร่เคลื่อนที่จากตำแหน่ง A ไป C สายพานลำเลียงมีการทำงานหรือไม่ ถ้ามีงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์โน้มถ่วงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มีการทำงานในการยกก้อนหินให้อยู่สูงขึ้นจากระดับอ้างอิง โดยงานที่ทำจากตำแหน่ง A ไป C จะทำให้ก้อนหินและแร่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง

- 1.3 พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของหินและแร่ที่ตำแหน่ง D และ E แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยตำแหน่ง D ก้อนหินมีพลังงานจลน์น้อยกว่าที่ตำแหน่ง E แต่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าที่ตำแหน่ง E

- 1.4 พลังงานกลของหินและแร่ที่ตำแหน่ง D และ E แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่แตกต่างกัน โดยค่าพลังงานกลซึ่งคือผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของก้อนหินและแร่ที่ตำแหน่ง D และ E จะเท่ากันตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

2. การส่งจรวดออกจากฐานสู่อวกาศเกี่ยวข้องกับงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร *



แนวคำตอบ การส่งจรวดออกจากฐานสู่อวกาศเกี่ยวข้องกับงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และกฎการอนุรักษ์พลังงาน เมื่อเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ทำให้เกิดการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานความร้อน โดยจรวดจะปล่อยแก๊สร้อนออกจากท่อท้ายจรวด ทำให้เกิดแรงที่ดันจรวดให้เคลื่อนที่สูงขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้การทำงานส่งผลให้ทั้งพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของจรวดมีค่ามากขึ้น และในขณะที่จรวดกำลังเคลื่อนที่สูงขึ้นไปนั้น ถ้าหยุดเผาไหม้เชื้อเพลิงจะทำให้พลังงานจลน์ของจรวดลดลงโดยจะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง นอกจากนี้จรวดยังมีการเสียดสีกับอากาศในชั้นบรรยากาศ ทำให้พลังงานจลน์บางส่วนเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนอีกด้วย โดยพลังงานมีการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วย

1. พิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1 แบกกล่องไว้บนบ่าเดินขึ้นบันได

สถานการณ์ที่ 2 ดันกล่องให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ

สถานการณ์ที่ 3 ดันกล่องโดยออกแรงในแนวระดับ แต่กล่องไม่เคลื่อนที่

สถานการณ์ใดที่ทำให้เกิดงานเนื่องจากแรงที่กระทำต่อกล่อง *

ก. สถานการณ์ที่ 1 กับ 2

ข. สถานการณ์ที่ 1 กับ 3

ค. สถานการณ์ที่ 2 กับ 3

ง. สถานการณ์ที่ 1 2 และ 3

เฉลย ก. เพราะเมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุและทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้นจะทำให้เกิดงาน ดังนั้น สถานการณ์ที่ 1 เกิดงาน เพราะแรงที่แบกกล่องมีทิศขึ้น กล่องเคลื่อนที่ในทิศขึ้น แรงและระยะทางอยู่ในแนวเดียวกัน สถานการณ์ที่ 2 เกิดงาน เพราะแรงที่ดันกล่องและระยะทางที่กล่องเคลื่อนที่อยู่ในแนวเดียวกัน สถานการณ์ที่ 3 ไม่เกิดงาน เพราะกล่องไม่เคลื่อนที่

2. นักเรียนดันรถเข็นด้วยแรง 50 นิวตัน ทำให้รถเข็นเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 10 เมตร งานที่นักเรียนทำเป็นเท่าไร *

ก. 0.20 นิวตัน เมตร

ข. 5 นิวตัน เมตร

ค. 60 นิวตัน เมตร

ง. 500 นิวตัน เมตร

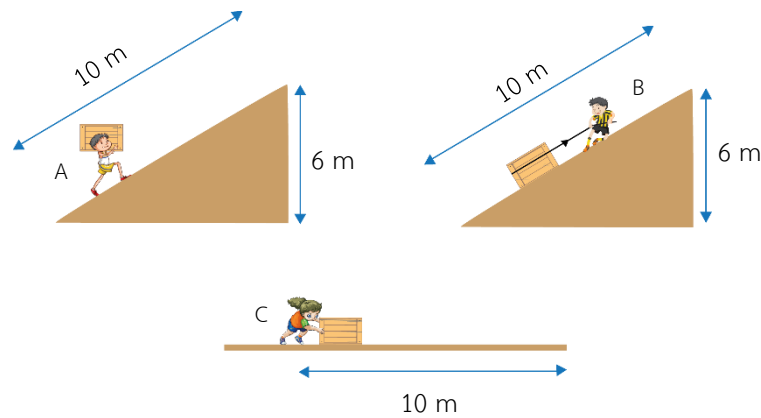
เฉลย ง. เพราะจาก $W = Fs$

$$= 50 \text{ N} \times 10 \text{ m}$$

$$= 500 \text{ N m หรือ J}$$

ดังนั้น ในการดันรถเข็นให้เคลื่อนที่ นักเรียนคนนี้ทำงานได้ 500 จูล

3. ถ้าเด็กชาย A เด็กชาย B และเด็กหญิง C ออกแรงกระทำกับกล่องใบหนึ่ง ให้กล่องเคลื่อนที่ดังนี้



- เด็กชาย A ออกแรง 500 นิวตัน แบกกกล่องเดินขึ้นไปตามพื้นเอียงได้ระยะทาง 10 เมตร และอยู่สูงจากพื้น 6 เมตร
- เด็กชาย B ยืนอยู่บนพื้นเอียงออกแรง 300 นิวตัน ดึงกล่องในแนวขนานกับแนวพื้นเอียงให้กล่องเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 10 เมตร และอยู่สูงจากพื้น 6 เมตร
- เด็กหญิง C ออกแรง 300 นิวตัน ดันกล่องให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้ระยะทาง 10 เมตร

ข้อความต่อไปนี้ถูกต้อง **

- เด็กชาย A ทำงานมากที่สุด
- เด็กหญิง B ทำงานน้อยที่สุด
- เด็กชาย C ทำงานน้อยกว่าเด็กหญิง C
- เด็กชาย A เด็กชาย B และเด็กหญิง C ทำงานได้เท่ากัน

เฉลย ง. เพราะจาก $W = Fs$

$$\text{เด็กชาย A ทำงานได้} = 500 \text{ N} \times 6 \text{ m} = 3,000 \text{ J}$$

$$\text{เด็กชาย B ทำงานได้} = 300 \text{ N} \times 10 \text{ m} = 3,000 \text{ J}$$

$$\text{เด็กหญิง C ทำงานได้} = 300 \text{ N} \times 10 \text{ m} = 3,000 \text{ J}$$

ดังนั้น เด็กทุกคนทำงานได้เท่ากัน

4. ชายคนหนึ่งดันรถด้วยแรง 100 นิวตัน ทำให้รถเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 2 เมตร ภายในเวลา 5 วินาที กำลังที่ชายคนนี้ใช้ในการดันรถเป็นเท่าไร *

ก. 20 วัตต์

ข. 40 วัตต์

ค. 200 วัตต์

ง. 500 วัตต์

เฉลย ข. เพราะกำลังเป็นงานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลา หาได้จากความสัมพันธ์

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{W}{t} \\
 \text{นั่นคือ} \quad P &= \frac{Fs}{t} \\
 \text{จะได้} \quad &= \frac{100 \text{ N} \times 2 \text{ m}}{5 \text{ s}} \\
 &= 40 \text{ W}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น กำลังที่ชายคนนี้ใช้ในการดันรถ มีค่าเท่ากับ 40 วัตต์

5. เครื่องจักรสำหรับยกของเครื่องหนึ่งมีกำลัง 80 กิโลวัตต์ ถ้านำเครื่องจักรนี้ไปดึงวัตถุหนัก 40,000 นิวตัน ให้ขึ้นไปในแนวดิ่งได้ระยะ 5 เมตร จากพื้นดิน จะใช้เวลาเท่าไร *

ก. 1.0 วินาที

ข. 2.5 วินาที

ค. 500 วินาที

ง. 2,500 วินาที

เฉลย ข. เพราะกำลังเป็นงานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลา หาได้จากความสัมพันธ์

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{W}{t} \quad \text{หรือ} \quad \frac{Fs}{t} \\
 \text{พิจารณาเวลาของเครื่องจักรที่ดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง ดังนี้} \\
 t &= \frac{Fs}{P} \\
 &= \frac{40,000 \text{ N} \times 5 \text{ m}}{80,000 \text{ W}}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น เวลาของเครื่องจักร มีค่าเท่ากับ 2.5 วินาที

6. นักกีฬา 4 คน แข่งขันกันปีนเสาในแนวดิ่งสูง 10 เมตร ผลการปีนเสาของทุกคนเป็นไปตามตาราง (กำหนดให้มวล 1 กิโลกรัม มีน้ำหนัก 10 นิวตัน) **

นักกีฬา	มวลของนักกีฬา (kg)	เวลาที่ใช้ปีนเสา (s)
1	65	28
2	70	28
3	68	25
4	65	25

นักกีฬาคนใดมีกำลังมากที่สุด

ก. คนที่ 1

ข. คนที่ 2

ค. คนที่ 3

ง. คนที่ 4

เฉลย ค. เพราะกำลังเป็นงานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลา หาได้จากความสัมพันธ์

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{หรือ} \quad \frac{Fs}{t}$$

ค่าของแรงพิจารณาจากน้ำหนักของนักกีฬา

$$\text{กำลังของคนที่ 1} = \frac{650 \text{ N} \times 10 \text{ m}}{28 \text{ s}} = 232 \text{ วัตต์}$$

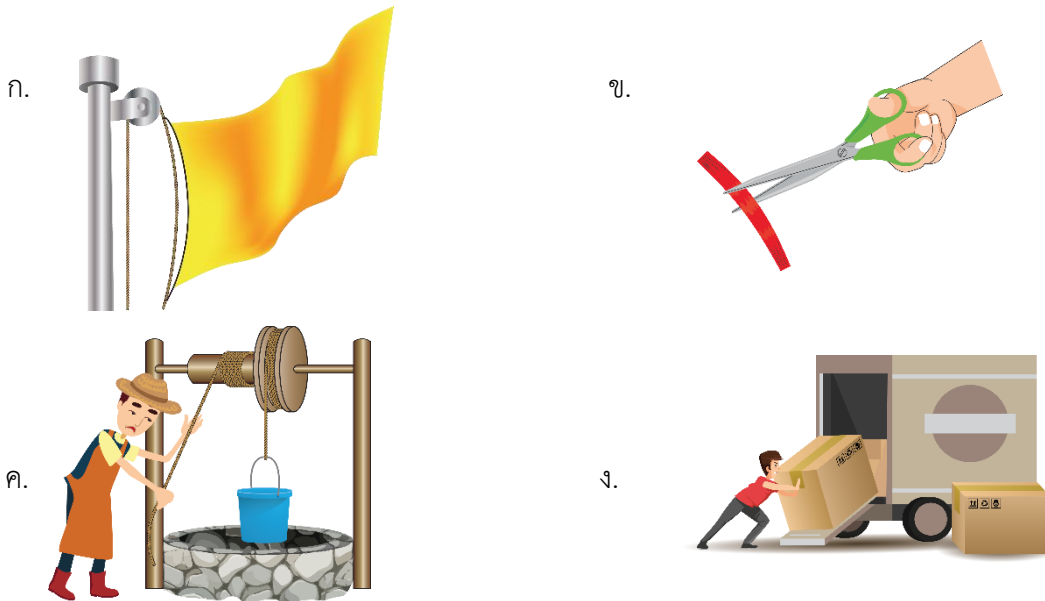
$$\text{กำลังของคนที่ 2} = \frac{700 \text{ N} \times 10 \text{ m}}{28 \text{ s}} = 250 \text{ วัตต์}$$

$$\text{กำลังของคนที่ 3} = \frac{680 \text{ N} \times 10 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 272 \text{ วัตต์}$$

$$\text{กำลังของคนที่ 4} = \frac{650 \text{ N} \times 10 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 260 \text{ วัตต์}$$

ดังนั้น นักกีฬาคนที่ 3 มีกำลังมากที่สุด

7. สถานการณ์ใดใช้หลักการเครื่องกลอย่างง่ายช่วยผ่อนแรงในการทำงาน **



เฉลย ง. เพราะ สถานการณ์ ก. ใช้รอกเดี่ยวตายตัว ไม่ผ่อนแรง

สถานการณ์ ข. ใช้กรรไกรตัดบริเวณปลายมีด ทำให้ต้องออกแรงมาก

สถานการณ์ ค. ออกแรงที่เพลา ที่ถูกคือต้องออกแรงที่ล้อ

8. อุปกรณ์ในข้อใดใช้หลักการของเครื่องกลอย่างง่ายต่างไปจากข้ออื่น *

- ก. มีด
- ข. จอบ
- ค. ขวาน
- ง. ชะแลง

เฉลย ง. เพราะเนื่องจากข้อ ก. ข. ค. ใช้หลักการของลิ้ม ส่วนข้อ ง. ใช้หลักการของคาน

9. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่าย *

- ก. เครื่องกลอย่างง่ายประเภทคานช่วยผ่อนแรงได้เสมอ
- ข. เครื่องกลอย่างง่ายประเภทรอกบางครั้งก็ไม่ช่วยผ่อนแรง
- ค. เครื่องกลอย่างง่ายช่วยผ่อนแรงในการทำงานอย่างน้อยครั้งหนึ่ง
- ง. เครื่องกลอย่างง่ายทำให้งานที่กระทำต่อเครื่องกลน้อยกว่างานที่ได้จากเครื่องกล

เฉลย ข. เพราะ ข้อ ก. ผิด เพราะ ถ้าระยะที่ออกแรงกระทำต่อวัตถุน้อยกว่าระยะของแรงที่ต้านจะไม่ผ่อนแรง

ข้อ ข. ถูก เพราะ รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรง

ข้อ ค. ผิด เพราะ การผ่อนแรงไม่จำเป็นต้องครั้งหนึ่ง ขึ้นอยู่กับระยะทางที่ออกแรง

ข้อ ง. ผิด เพราะ งานของแรงที่กระทำต่อเครื่องกลจะเท่ากับงานของแรงที่ได้จากเครื่องกล

10. ในการโยนลูกบอลขึ้นในแนวดิ่ง

- 1) ขณะที่ลูกบอลกำลังเคลื่อนที่ขึ้น พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกบอลคงที่
- 2) ผลรวมของพลังงานจลน์กับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกบอลทุกขณะมีค่าคงที่
- 3) พลังงานกลของลูกบอลมีค่าสูงสุดเมื่อลูกบอลอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุด

ข้อความใดเป็นจริง (กำหนดให้ไม่มีแรงอากาศกระทำต่อลูกบอล) **

- ก. ข้อความที่ 2 เท่านั้น
- ข. ข้อความที่ 1 และ 2
- ค. ข้อความที่ 2 และ 3
- ง. ข้อความที่ 1 2 และ 3

เฉลย ก. เพราะ ข้อความ 1 ผิด เพราะพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการเคลื่อนที่
ข้อความ 2 ถูก เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล
ข้อความ 3 ผิด เพราะพลังงานกลของลูกบอลคงที่ตลอดการเคลื่อนที่

11. ทดลองโยนลูกโลหะทรงกลมขึ้นไปในแนวดิ่ง 4 ครั้ง ปรากฏว่าลูกโลหะทรงกลมเคลื่อนที่ขึ้นไปได้สูงสุดที่ความสูงแตกต่างกันดังตาราง

ตารางแสดงความสูงของลูกโลหะทรงกลมที่โยนขึ้นไป

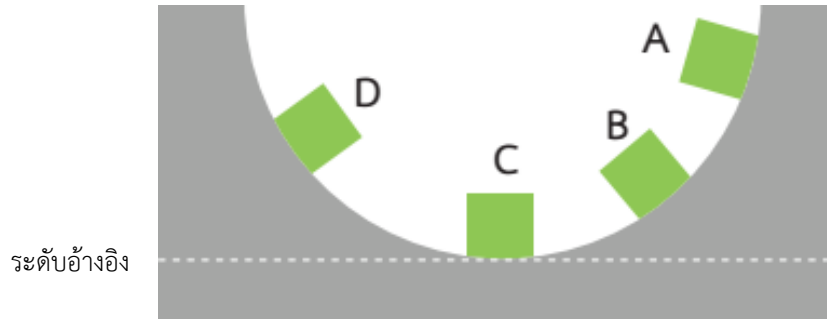
ครั้งที่	ระยะความสูง (m)
1	3
2	2
3	2.5
4	4

จากข้อมูลในตาราง ข้อใดไม่ถูกต้อง **

- ก. เมื่อลูกโลหะทรงกลมขึ้นไปถึงจุดสูงสุด ลูกโลหะทรงกลมมีพลังงานจลน์เท่ากันทั้ง 4 ครั้ง
- ข. เมื่อลูกโลหะทรงกลมตกถึงพื้น ลูกโลหะทรงกลมมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากันทั้ง 4 ครั้ง
- ค. เมื่อลูกโลหะทรงกลมตกถึงพื้น การโยนครั้งที่ 4 ลูกโลหะทรงกลมจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงสุด
- ง. เมื่อลูกโลหะทรงกลมขึ้นไปถึงจุดสูงสุด การโยนครั้งที่ 4 ลูกโลหะทรงกลมจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงสุด

เฉลย ค. เพราะเมื่อลูกโลหะทรงกลมตกถึงพื้นซึ่งกำหนดให้เป็นระดับอ้างอิง การโยนทั้ง 4 ครั้ง พลังงานศักย์โน้มถ่วงจะเท่ากับศูนย์ไม่ใช่มิค่าสูงสุด

12. ปล่อยวัตถุชิ้นหนึ่งให้ไถลไปบนรางที่เรียบและลื่น จากตำแหน่ง A ถ้าพิจารณาวัตถุเมื่ออยู่ที่ตำแหน่ง B C และ D ดังภาพ **



ข้อความต่อไปนี้ถูกต้องใช่หรือไม่

ข้อความ	ใช่ / ไม่ใช่
12.1 ที่ตำแหน่ง A มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่าตำแหน่ง D	ใช่ / ไม่ใช่
12.2 ที่ตำแหน่ง B มีพลังงานจลน์มากกว่าตำแหน่ง C	ใช่ / ไม่ใช่
12.3 ทุกตำแหน่งมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงรวมกับพลังงานจลน์เท่ากัน	ใช่ / ไม่ใช่

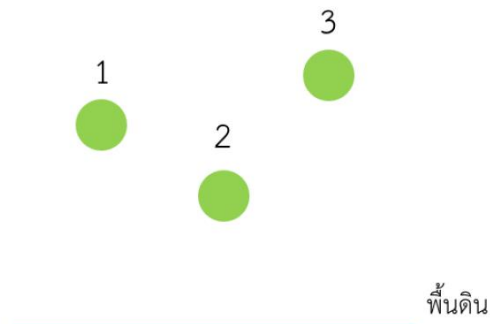
เฉลย 12.1 ใช่ 12.2 ไม่ใช่ และ 12.3 ใช่

เพราะ 12.1 ใช่ เพราะตำแหน่ง A อยู่สูงจากระดับอ้างอิงมากกว่าตำแหน่ง D

12.2 ไม่ใช่ เพราะตำแหน่ง C เป็นตำแหน่งเดียวกับระดับอ้างอิง จึงมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นศูนย์ แต่พลังงานจลน์มีค่ามากที่สุด

12.3 ใช่ เพราะผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ในทุก ๆ ตำแหน่งมีค่าเท่ากันซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

13. ปล่อยลูกเหล็กทรงกลมที่มีมวลเท่ากันทั้ง 3 ลูก จากความสูงต่างกัน ดังภาพ ข้อใดถูกต้อง **



- ก. ขณะที่ลูกเหล็กตกถึงพื้น ลูกเหล็กทั้งสามมีพลังงานกลเท่ากัน
- ข. ขณะที่ลูกเหล็กตกถึงพื้น ลูกเหล็กลูกที่ 3 มีพลังงานจลน์สูงที่สุด
- ค. เมื่อเริ่มปล่อยลูกเหล็ก ลูกเหล็กทั้งสามมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากัน
- ง. ขณะที่ลูกเหล็กทั้งสามกำลังตกลงมา ลูกเหล็กทั้งสามมีพลังงานจลน์ลดลงเรื่อย ๆ

เฉลย ข. เพราะข้อ ก. และ ค. ผิด เพราะเริ่มต้นลูกเหล็กลูกที่ 3 มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงมากกว่า 1 และ 2 ตามลำดับ
ในขณะที่พลังงานจลน์เป็นศูนย์ จึงทำให้พลังงานของลูกเหล็กที่ 3 มีค่ามากกว่าลูกเหล็กที่ 1 และ 3
ข้อ ง. ผิด เพราะเมื่อลูกเหล็กกำลังตกลงมา จะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

14. ในการตอกเสาเข็ม ปั่นจั่นจะยกตุ้มปั่นจั่นขึ้นในแนวดิ่งแล้วปล่อยให้ตุ้มปั่นจั่นตกกระทบหัวเสาเข็ม เสาเข็มจะจมลึกลงไปในชั้นดิน การกระทำใดเป็นการเพิ่มพลังงานศักย์โน้มถ่วงให้แก่ตุ้มปั่นจั่น *

- 1) เพิ่มมวลของตุ้มปั่นจั่น
- 2) ยกตุ้มปั่นจั่นขึ้นในแนวดิ่งให้อยู่ที่ระดับสูงขึ้น
- 3) ยกตุ้มปั่นจั่นขึ้นในแนวดิ่งให้เคลื่อนที่เร็วขึ้น

- ก. การกระทำที่ 1
- ข. การกระทำที่ 2
- ค. การกระทำที่ 1 และ 2
- ง. การกระทำที่ 1 2 และ 3

เฉลย ค. เพราะการเพิ่มพลังงานศักย์โน้มถ่วงทำได้โดยเพิ่มมวลของตุ้มปั่นจั่นหรือเพิ่มระดับความสูงในแนวดิ่ง

15. โรงไฟฟ้าชีวมวล คือโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษวัสดุต่าง ๆ ที่เป็นสารอินทรีย์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ แล้วนำไปปั่นกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้า เช่น โรงน้ำตาลใช้กากอ้อยที่ได้จากการหีบอ้อยเป็นเชื้อเพลิง ในการผลิตไฟฟ้า โรงสีขนาดใหญ่ที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง ข้อใดแสดงการเปลี่ยนพลังงานของชีวมวลในโรงไฟฟ้าชีวมวลได้ถูกต้อง *

ก. พลังงานเคมี → พลังงานความร้อน → พลังงานจลน์ → พลังงานไฟฟ้า

ข. พลังงานศักย์โน้มถ่วง → พลังงานความร้อน → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า

ค. พลังงานนิวเคลียร์ → พลังงานความร้อน → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า

ง. พลังงานความร้อน → พลังงานเคมี → พลังงานจลน์ → พลังงานไฟฟ้า

เฉลย ก. เพราะโรงไฟฟ้าชีวมวล คือโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษวัสดุต่าง ๆ ที่เป็นสารอินทรีย์เป็นเชื้อเพลิง (เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานความร้อน) ในการผลิตไอน้ำเพื่อนำไปปั่นกังหัน (เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานจลน์) ผลิตไฟฟ้า (เปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้า)

หน่วยที่ 6 การแยกสาร

หน่วยการเรียนรู้นี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย เพื่อทำความเข้าใจหลักการแยกสารตามสมบัติของสาร และนำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

องค์ประกอบของหน่วย

บทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้

เรื่องที่ 1 วิธีการแยกสาร

เวลาที่ใช้ 9 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 การนำความรู้เรื่อง

เวลาที่ใช้ 5 ชั่วโมง

การแยกสารไปใช้ประโยชน์

กิจกรรมท้ายบท

เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

รวมเวลาที่ใช้ 15 ชั่วโมง

บทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้



สาระสำคัญ

การแยกสารสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับสมบัติของสาร ได้แก่ การระเหยแห้งใช้แยกสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนระเหยตัวทำละลายออกไปจนหมดเหลือแต่ตัวละลาย การตกผลึกใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยทำให้สารละลายมีความเข้มข้นเลยจุดอิ่มตัวแล้วปล่อยให้อุณหภูมิลดลงอย่างช้า ๆ ตัวละลายจะค่อย ๆ แยกออกมาเป็นผลึก การกลั่นอย่างง่ายใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายและตัวทำละลายที่เป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันมาก โดยให้ความร้อนแก่สารละลาย ของเหลวจะเดือดและกลายเป็นไอแยกจากสารละลายแล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง โครมาโทกราฟีแบบกระดาษใช้แยกสารที่เคลื่อนที่บนกระดาษด้วยอัตราเร็วต่างกัน เนื่องจากมีความสามารถในการละลายต่างกัน และความสามารถในการดูดซับของตัวดูดซับต่างกัน การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการแยกสารที่ละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ได้ต่างกัน โดยชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้

การนำวิธีการแยกสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันให้เหมาะสมกับสถานการณ์ มีขั้นตอนคือ ระบุปัญหาเกี่ยวกับการแยกสารที่พบในชีวิตประจำวัน รวบรวมข้อมูล แนวคิดที่สอดคล้องกับปัญหา เลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้างต้นแบบ ทดสอบและปรับปรุงโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ นำเสนอต้นแบบวิธีการและผลการแก้ปัญหา



จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. อธิบายการแยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย
2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย
3. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ภาพรวมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
1. อธิบายการแยกสาร โดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่น อย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ และการ สกัดด้วยตัวทำละลาย	1. สารผสมเป็นสารที่ประกอบด้วยสาร ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกัน 2. การแยกสารออกจากสารผสม สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับ สมบัติของสาร		
2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่น อย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ และ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	3. การระเหยแห้งใช้แยกสารละลาย ซึ่งประกอบด้วยตัวละลายที่เป็น ของแข็งในตัวทำละลายที่เป็น ของเหลว โดยใช้ความร้อนระเหย ตัวทำละลายออกไปจนหมด เหลือแต่ตัวละลายที่เป็นของแข็ง 4. การตกผลึกใช้แยกสารละลายที่ ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็น ของแข็งในตัวทำละลายที่เป็น ของเหลว โดยทำให้สารละลายอิ่มตัว แล้วปล่อยให้อุณหภูมิลดลง อย่างช้า ๆ ตัวละลายจะตกผลึกแยก ออกมา ผลึกที่ได้มีความบริสุทธิ์สูง	กิจกรรมที่ 6.1 แยกสารโดยการ ระเหยแห้งและ การตกผลึกได้ อย่างไร	1. อธิบายการแยกสาร โดยการระเหยแห้ง และการตกผลึก ของสารละลายจนสี
	5. การกลั่นอย่างง่ายใช้แยกสารละลาย ที่ประกอบด้วยตัวละลายและ ตัวทำละลายที่เป็นของเหลวที่มี จุดเดือดต่างกันมาก วิธีนี้จะแยก ของเหลวบริสุทธิ์ออกจากสารละลาย โดยให้ความร้อนแก่สารละลาย ของเหลวจะเดือดและกลายเป็นไอ แยกจากสารละลายแล้วควบแน่น กลับเป็นของเหลวอีกครั้ง	กิจกรรมที่ 6.2 แยกสารโดยการ กลั่นอย่างง่ายได้ อย่างไร	1. อธิบายการแยกสาร โดยการกลั่นอย่าง ง่ายของสารละลาย จนสี

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
	6. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษเป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีปริมาณน้อย ใช้แยกสารที่เคลื่อนที่บนกระดาษด้วยอัตราเร็วต่างกัน เนื่องจากมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างกัน และความสามารถในการดูดซับด้วยตัวดูดซับต่างกัน ทำให้สารแต่ละชนิดเคลื่อนที่บนกระดาษด้วยอัตราเร็วต่างกัน สารจึงแยกออกจากกันได้ 7. อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่สารองค์ประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่ได้ บนตัวดูดซับ กับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เป็นค่าเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดในตัวทำละลายและตัวดูดซับหนึ่ง ๆ	กิจกรรมที่ 6.3 แยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษได้อย่างไร	1. อธิบายการแยกสารที่มีสีโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ
	8. การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน โดยชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้	กิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายได้อย่างไร	1. อธิบายการแยกสารจากใบไม้ โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
3. นำวิธีการแยกสารไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	1. ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ การแยกสาร บูรณาการกับ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่พบใน ชุมชน 2. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการออกแบบวิธีการหรือ กระบวนการเพื่อตอบสนองความ ต้องการหรือปัญหา เพื่อให้ได้ เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจาก กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ - ระบุปัญหา - รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเพื่อ สรรหาวิธีการที่เป็นไปได้ - เลือกและออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา - ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้าง ต้นแบบ - ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุง ต้นแบบ - นำเสนอต้นแบบ วิธีการ และ ผลการแก้ปัญหา	กิจกรรมที่ 6.5 นำวิธีการแยกสาร ไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันได้ อย่างไร	1. นำวิธีการแยกสารไป ใช้แก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน โดย เชื่อมโยงความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม
	3. การเลือกวิธีการแยกสารพิจารณา จากสมบัติของสารที่ต้องการแยก และบางครั้งต้องใช้วิธีการแยกสาร หลายวิธีจึงจะได้สารที่มีความ บริสุทธิ์มากขึ้น	กิจกรรมท้ายบท การผลิตน้ำตาล ทรายใช้วิธีการใด บ้างในการแยกสาร	1. อธิบายวิธีการแยก สารที่ใช้ในการผลิต น้ำตาลทราย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ควรจะได้จากบทเรียน

ทักษะ	เรื่องที่		
	1	2	ท้ายบท
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			
การสังเกต	•	•	
การวัด	•	•	
การจำแนกประเภท			
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปซ และสเปซกับเวลา			
การใช้จำนวน	•	•	
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	•	•	•
การลงความเห็นจากข้อมูล	•	•	•
การพยากรณ์			
การตั้งสมมติฐาน		•	
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ			
การกำหนดและควบคุมตัวแปร		•	
การทดลอง		•	
การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป		•	•
การสร้างแบบจำลอง			
ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21			
ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	•	•	
ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ		•	
ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	•	•	
ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม		•	
ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร		•	
ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง	•	•	

การนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้

ครูดำเนินการดังนี้

1. กระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการแยกสาร โดยให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันตะไคร้หอม น้ำหอมกลิ่นกุหลาบ จากนั้นร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- น้ำมันหอมระเหยที่ครูนำมาให้สังเกต มีลักษณะเป็นอย่างไร (น้ำมันหอมระเหยมีลักษณะเป็นของเหลวใส สีเหลืองอ่อน)
- น้ำมันหอมระเหยได้มาจากส่วนใดของพืช (น้ำมันหอมระเหยได้มาจากดอก ใบ ลำต้นของพืช)
- เราสามารถแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของพืชได้อย่างไร (กลั่นด้วยไอน้ำ สกัดด้วยตัวทำละลาย)
- น้ำมันหอมระเหยจากพืช นำมาใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง (น้ำมันหอมระเหยใช้ผสมในเครื่องสำอาง เช่น น้ำหอม สบู่ ครีมอาบน้ำ และใช้ทำยา เช่น ยาหม่อง ยาดม)

2. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน่วย ซึ่งอธิบายเรื่องน้ำมันหอมระเหย และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดว่า น้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่ได้มาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล ลำต้น ซึ่งสามารถแยกออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การกลั่นด้วยไอน้ำ การสกัดด้วยตัวทำละลาย เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด เช่น น้ำหอม ครีมอาบน้ำ สบู่ ยาหม่อง ตะไคร้กันยุง ยาดม จากนั้นอ่านคำถามนำหน่วยและร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนทราบว่าต้องเรียนรู้อะไรบ้างในหน่วยนี้



3. เชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 1 โดยให้นักเรียนดูภาพนำบท ซึ่งเป็นภาพโรงงานผลิตน้ำบางเขน จากนั้นนักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้แนวคำถามดังนี้
- เราใช้ประโยชน์จากน้ำประปาอย่างไรบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น อาบน้ำ ชักล้าง)
 - น้ำประปาได้มาจากไหน (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น ได้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ)
 - น้ำประปามีกระบวนการผลิตอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น กรอง เติมสารฆ่าเชื้อโรคแล้วจ่ายไปตามบ้านเรือน)

ครูอาจเขียนคำถามไว้บนกระดานและบันทึกคำตอบของนักเรียนไว้

4. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาบทเพื่อหาคำตอบของคำถามที่ครูเขียนบนกระดาน และอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ดังนี้
- เราใช้ประโยชน์จากน้ำประปาอย่างไรบ้าง (ใช้ในการบริโภค เช่น ดื่มและประกอบอาหาร ใช้ในการอุปโภค เช่น ชำระล้างสิ่งต่าง ๆ)
 - น้ำประปาได้มาจากไหน (ได้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำลำคลอง)
 - น้ำประปามีกระบวนการผลิตอย่างไร (นำน้ำจากธรรมชาติมากรองสิ่งเจือปนขนาดใหญ่ออกแล้วเติมสารเพื่อช่วยให้เกิดการตกตะกอน และปรับค่าความเป็นกรด-เบส จากนั้นแยกตะกอนขนาดเล็กออกมาแล้วเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค นำไปเก็บในถังเพื่อรอการจ่ายไปตามบ้านเรือน)
5. จากนั้นให้นักเรียนอ่านคำถามนำบท **จุดประสงค์ของบทเรียน** และอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนทราบขอบเขตเนื้อหาที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ในบทเรียน รวมทั้งเป้าหมายการเรียนรู้ (นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสาร และนำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม)

หน่วยที่ 6 | การแยกสาร

76

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

บทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้



- การแยกสารมีวิธีการใดบ้าง และวิธีไหนเหมาะสำหรับการแยกสารที่มีสมบัติอย่างไร
- เราสามารถนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

ภาพโรงงานผลิตน้ำบางเขน

ที่มา : การประปาส่วนหลวง

ในแต่ละวันเราใช้น้ำประปาทั้งในการอุปโภคและบริโภค เช่น ใช้ชำระล้างสิ่งต่าง ๆ ใช้ดื่มและประกอบอาหาร น้ำประปาที่เราใช้กันได้นั้นมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีสิ่งเจือปนต่าง ๆ รวมทั้งเชื้อโรค ดังนั้นในกระบวนการผลิตน้ำประปาจึงต้องมีการแยกสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำ โดยกรองสิ่งที่มีขนาดใหญ่ออก แล้วปรับปรุงคุณภาพของน้ำ โดยการเติมสารเพื่อช่วยให้เกิดการตกตะกอนและปรับค่าความเป็นกรด-เบส จากนั้นแยกตะกอนหรือสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็กมากออก แล้วจึงเติมคลอรีนลงในน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรค จากนั้นนำไปจัดเก็บในถังเพื่อรอการส่งจ่ายต่อไป

จุดประสงค์ของบทเรียน	เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำอะไรต่อไปได้
1. อธิบายการแยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย	
2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย	
3. นำวิธีการแยกสารไปแก้ปัญหในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่องที่ 1

วิธีการแยกสาร

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

1. ให้นักเรียนดูภาพนำเรื่อง และอ่านเนื้อหาหน้าเรื่องเกี่ยวกับการผลิตน้ำตาลทราย จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าน้ำตาลทรายได้มาจากการเคี้ยวน้ำตาลอ้อย เมื่อแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก และระเหยน้ำออกจะได้ผลึกน้ำตาลทรายดิบที่จะนำไปใช้ผลิตน้ำตาลทรายต่อไป นักเรียนอ่านคำสำคัญและทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องการแยกสารต่อไป

หน่วยที่ 6 | การแยกสาร
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

77

เรื่องที่ 1 วิธีการแยกสาร



คำสำคัญ
การแยกสาร
การระเหยแห้ง
การตกผลึก
การกลั่นอย่างง่าย
โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ
การสกัดด้วยตัวทำละลาย

ภาพ 6.1 การใช้น้ำตาลทรายในเครื่องดื่ม

ขนมและเครื่องดื่มที่มีรสหวานหลายชนิดปรุงแต่งด้วยน้ำตาลทรายซึ่งได้มาจากอ้อย กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายเริ่มจากการใช้เครื่องบีบให้น้ำอ้อยออกมา เรียกว่า การตีบอ้อย จากนั้นนำน้ำอ้อยที่ได้ไปต้มและเคี่ยวอีกครั้ง เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำอ้อยถึงจุดเชื่อมตัว ปกติจะให้เย็นจนน้ำตาลตกผลึก ผลึกน้ำตาลที่ได้จากขั้นตอนนี้เรียกว่า น้ำตาลทรายดิบ ซึ่งจะนำไปใช้ผลิตน้ำตาลทรายเพื่อใช้ปรุงแต่งรสในอาหารและเครื่องดื่มต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยทบทวนความรู้ก่อนเรียน

เลือกตัวอักษรหน้าวิธีแยกสารที่เหมาะสม แล้วเติมลงในช่องว่างหน้าสารผสมที่กำหนดให้
(ตอบได้มากกว่า 1 วิธี)



.....ก.....เหรียญสีบาทกับเหรียญบาท

.....ก...ข.....ก้อนกรวดกับทราย

.....จ.....น้ำมันกับน้ำ

.....ค.....แป้งมันกับน้ำ

.....ก...ฉ.....เศษเหล็กในถังขยะ

2. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการแยกสารโดยทำกิจกรรม**รู้อะไรบ้างก่อนเรียน** นักเรียนสามารถตอบตามความเข้าใจของตนเองโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ ครูนำข้อมูลที่รวบรวมจากการทำกิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ว่าควรเน้นย้ำหรืออธิบายเรื่องใดเป็นพิเศษ เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจครบถ้วนตามจุดประสงค์ของบทเรียนในขณะที่เรียนเรื่องนั้น ๆ



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- สารผสมที่เป็นของเหลวใสสามารถแยกได้โดยวิธีการกรอง (Regional Professional Development Program, n.d.)
- การกลั่นสามารถใช้แยกสารผสมที่เป็นของเหลวได้ทุกชนิด (The Science Teacher, n.d.)
- โครมาโทกราฟีแบบกระดาษใช้แยกสารได้เนื่องจากองค์ประกอบของสารมีความเข้มข้นต่างกัน (Bindis, 2013)

3. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาเกี่ยวกับการแยกสารในหนังสือเรียนหน้า 78 และอภิปรายร่วมกัน พร้อมทั้งยกตัวอย่างเกี่ยวกับการแยกสารผสม ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้พื้นฐานที่ได้เรียนรู้มาแล้วในระดับประถมศึกษาว่าการแยกองค์ประกอบออกจากสารผสมทำได้หลายวิธี เช่น การหยิบออก การร่อน การกรอง การตกตะกอน การดึงดูดด้วยแม่เหล็ก เป็นต้น
4. เชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.1 แยกสารโดยการระเหยแห้งและการตกผลึกได้อย่างไร โดยกำหนดคำถามให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าเราจะแยกองค์ประกอบในสารละลายจนสีได้อย่างไร

กิจกรรมที่ 6.1 แยกสารโดยการระเหยแห้งและการตกผลึกได้อย่างไร



<http://ipst.me/9908>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (15 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การแยกสารโดยการระเหยแห้งและตกผลึก)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายการแยกองค์ประกอบของสารละลายจุนสีโดยการระเหยแห้งและตกผลึก)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (กิจกรรมนี้มี 2 ตอน ตอนที่ 1 ให้ความร้อนแก่สารละลายผ่านไอของน้ำร้อนที่อยู่ในปีกเกอร์ จนกระทั่งสารละลายจุนสีในถ้วยกระเบื้องแห้งหมด สังเกตและบันทึกผล ตอนที่ 2 ให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสีอิมตัว แล้วเติมจุนสีลงไปอีก 5 ซ้อนเบอร์สอง ตั้งไว้จนกระทั่งพบการเปลี่ยนแปลงแล้วกรองแยกสารออกมา สังเกตและบันทึกผล)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (ตอนที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารในถ้วยกระเบื้อง ตอนที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงขณะที่เติมจุนสีในสารละลายอิมตัวแล้วลดอุณหภูมิ)
- ให้นักเรียนสวมแว่นตานิรภัยระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่เป็นอันตรายต่อดวงตา และใช้ความระมัดระวังขณะใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ การหยิบจับอุปกรณ์ขณะที่ยังร้อน

ระหว่างการทำกิจกรรม (45 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรม ครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนพร้อมให้คำแนะนำในประเด็นต่าง ๆ ที่อาจเป็นปัญหา

หลังการทำกิจกรรม (30 นาที)

4. ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมตอนที่ 1 โดยควรนำเสนอผลการทำกิจกรรมของนักเรียนบนกระดานเพื่อใช้ประกอบการอภิปราย ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมตอนที่ 1** ว่า เมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายจนสีจางลงแล้ว จะเหลือของแข็งสีฟ้าอ่อนที่ก้นถ้วยกระเบื้อง แสดงว่าความร้อนทำให้ตัวทำละลายคือน้ำซึ่งเป็นของเหลวระเหยเป็นไอออกไปจนหมด เหลือแต่ตัวละลายคือจุนสีซึ่งเป็นของแข็งและไม่กลายเป็นไอ วิธีการแยกสารดังกล่าวเรียกว่า การระเหยแห้ง (Evaporation)
5. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมตอนที่ 2 โดยควรนำเสนอผลการทำกิจกรรมของนักเรียนบนกระดานเพื่อใช้ประกอบการอภิปราย ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมตอนที่ 2** ว่า เมื่อให้สารละลายจุนสีที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์แล้วปล่อยให้ตัวทำละลายอินทรีย์ระเหยแห้งแล้วจะเหลือของแข็งสีฟ้ารูปปริซึมขนมเปียกปูนแยกตัวออกจากสารละลาย และมีความบริสุทธิ์สูง วิธีแยกของแข็งที่เป็นตัวละลายออกจากสารละลายอินทรีย์ เรียกว่า วิธีการตกผลึก (Crystallization)
6. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการแยกสารด้วยวิธีการระเหยแห้งและการตกผลึก โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 81-82 ประกอบการอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการระเหยแห้งเป็นการให้ความร้อนแก่สารละลาย ให้ตัวทำละลายระเหยเป็นไอออกไปจนหมด เหลือแต่ตัวละลาย การแยกสารวิธีนี้อาจได้ของแข็งที่มีสารหลายชนิดปนกัน ส่วนการตกผลึกเป็นการแยกสารโดยละลายสารในตัวทำละลายที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งละลายหมดแล้วปล่อยให้ตัวทำละลายอินทรีย์ระเหยแห้งแล้วตัวละลายจะค่อย ๆ แยกออกจากสารละลาย มีการจัดเรียงอนุภาคใหม่ที่เป็นระเบียบ มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่แน่นอนเฉพาะตัว มีความบริสุทธิ์สูงขึ้น** จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียน



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- เราสามารถแยกเอทานอลออกจากสารละลายเอทานอลในน้ำด้วยวิธีการระเหยแห้งได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ เราไม่สามารถแยกเอทานอลออกจากสารละลายเอทานอลในน้ำด้วยวิธีการระเหยแห้ง เพราะสารละลายเอทานอลประกอบด้วยน้ำและเอทานอล ซึ่งเป็นของเหลวทั้งคู่และมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน เมื่อให้ความร้อนแก่สารละลาย ทั้งน้ำและเอทานอลจะระเหยเป็นไอทั้งหมด จึงไม่สามารถแยกได้ด้วยวิธีระเหยแห้ง



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- การแยกสารด้วยวิธีการระเหยแห้งและการตกผลึกเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ การแยกสารด้วยวิธีการระเหยแห้งและการตกผลึกมีทั้งส่วนที่เหมือนกันและแตกต่างกัน โดยทั้ง 2 วิธีใช้ความร้อนในการทำให้ตัวทำละลายซึ่งระเหยง่ายแยกออกจากสารละลายเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ตัวละลายที่เป็นของแข็งที่แยกได้ด้วยวิธีการระเหยแห้งอาจมีสารมากกว่าหนึ่งชนิด ในขณะที่การตกผลึกสามารถแยกตัวละลายที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่าเพราะผลึกที่แยกออกมาประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว

- เราสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการแยกสารด้วยวิธีการระเหยแห้งและการตกผลึกไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง ให้ยกตัวอย่าง

แนวคำตอบ ตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับการแยกสารด้วยวิธีการระเหยแห้งไปใช้ประโยชน์ เช่น การทำน้ำตาลโตนด การผลิตอาหารแปรรูปในท้องถิ่น ส่วนการตกผลึกสามารถใช้แยกของแข็งที่ละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกันจากกันได้ เช่น แยกโซเดียมคลอไรด์จากเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม การอ่านเพิ่มเติม และการอภิปรายร่วมกัน โดยใช้ภาพ 6.4 กราฟสภาพละลายได้ของสาร A B และ C ในตัวทำละลายชนิดหนึ่งที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในหนังสือเรียน หน้า 83 เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การตกผลึกจำเป็นต้องเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากสภาพละลายได้ของสารที่อุณหภูมิต่าง ๆ



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- จากภาพ 6.4 ตัวทำละลายดังกล่าวเหมาะสำหรับใช้ในการตกผลึกสาร B และ C หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ตัวทำละลายดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับการตกผลึกสาร B และ C เนื่องจากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ สาร B ละลายได้เท่าเดิม ในขณะที่สาร C ละลายเพิ่มขึ้นน้อยมาก เมื่อลดอุณหภูมิลง สาร B ก็ไม่แยกออกมาจากสารละลาย ส่วนสาร C แยกออกจากสารละลายในปริมาณไม่มากนัก

8. นำเข้าสู่เรื่องแยกสารโดยการกลั่นอย่างง่าย ครูกำหนดคำถามเพื่อให้นักเรียนพิจารณาว่า ถ้าต้องการใช้ประโยชน์จากตัวละลายที่เป็นของแข็งในสารละลาย อาจแยกสารโดยวิธีการระเหยแห้งและการตกผลึก แต่ถ้าต้องการใช้ประโยชน์จากตัวทำละลายที่เป็นของเหลวที่อยู่ในสารละลายจะทำได้อย่างไร เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.2 แยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายได้อย่างไร

กิจกรรมที่ 6.2 แยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายได้อย่างไร



<http://ipst.me/9905>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

1. ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การแยกสารโดยการกลั่นอย่างง่าย)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (อธิบายการแยกองค์ประกอบของสารละลายจุนสีโดยการกลั่นอย่างง่าย)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสีในหลอดทดลองขนาดใหญ่ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสาร อุณหภูมิ และสิ่งที่ได้ในหลอดทดลองขนาดเล็ก)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตการเปลี่ยนแปลงของของเหลวในหลอดทดลองขนาดใหญ่ขณะที่ให้ความร้อน บันทึกอุณหภูมิ และสังเกตสิ่งที่ได้ในหลอดทดลองขนาดเล็ก)
2. ควรกำชับให้นักเรียนสวมแว่นตานิรภัยระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเป็นอันตรายต่อดวงตา และใช้ความระมัดระวังขณะใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ การหยิบจับอุปกรณ์ขณะที่ยังร้อน

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนพร้อมให้คำแนะนำหากพบว่ามีนักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น วิธีการอ่านอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์
4. หลังจากทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ให้ตั้งสายยางออกจากหลอดทดลองขนาดเล็ก ก่อนดับตะเกียงแอลกอฮอล์ เพื่อป้องกันไม่ให้ของเหลวย้อนกลับไปหลอดทดลองขนาดใหญ่

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

5. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม โดยควรนำเสนอผลการทำกิจกรรมของนักเรียนบนกระดาน และร่วมกันตรวจสอบผล อภิปรายสาเหตุที่อาจทำให้ผลคลาดเคลื่อน เช่น การให้ความร้อนสูงมากจนสารละลายบางส่วนเข้าไปในสายยาง ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อให้ความร้อนจนสารละลายจุนสีเดือด จะมีไอแยกออกจากสารละลาย แล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิลดลง ของเหลวที่ได้คือตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำกว่าตัวละลาย วิธีการแยกตัวทำละลายที่เป็นของเหลวออกจากตัวละลายที่เป็นของแข็ง เรียกว่า การกลั่นอย่างง่าย (Simple Distillation)

6. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการกลั่น โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 85 เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การกลั่นอย่างง่ายเป็นการแยกสารที่ตัวทำละลายและตัวละลายมีจุดเดือดต่างกันมาก เมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายของเหลวซึ่งมีจุดเดือดต่ำกว่าจะเดือดและกลายเป็นไอแยกออกจากสารละลาย แล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียนและอ่านเกร็ดน่ารู้เรื่องการกลั่นลำดับส่วน



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- สารที่ได้จากการแยกด้วยวิธีการระเหยแห้ง การตกผลึก และการกลั่นอย่างง่าย เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ สารที่ได้จากการแยกสารผสมที่เป็นสารละลายด้วยวิธีการระเหยแห้ง และการตกผลึก เป็นตัวละลายที่เป็นของแข็งที่ละลายในสารละลายที่เป็นของเหลวเหมือนกัน แต่ของแข็งที่แยกได้โดยการตกผลึกประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวซึ่งมีความบริสุทธิ์สูง ในขณะที่การแยกสารโดยการระเหยแห้งอาจได้สารผสมของตัวละลายของแข็งหลายชนิดปนกันอยู่ ส่วนการกลั่นอย่างง่าย สารที่แยกได้เป็นตัวทำละลายของเหลวและตัวละลายที่อาจเป็นของแข็งหรือของเหลว ขึ้นกับชนิดของสารละลาย ซึ่งต่างจากการระเหยแห้ง และการตกผลึก
- การระเหยแห้ง การตกผลึก และการกลั่นอย่างง่าย เหมาะสำหรับการแยกสารที่มีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ การระเหยแห้ง การตกผลึก เหมาะสำหรับการแยกสารผสมที่เป็นสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งและตัวทำละลายที่เป็นของเหลวที่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่างจากตัวละลายมาก เมื่อให้ความร้อน ตัวทำละลายจะระเหยและแยกออกมาจากสารละลาย การกลั่นอย่างง่ายเหมาะสำหรับการแยกสารผสมที่ต้องการเก็บทั้งตัวละลายที่เป็นของแข็งหรือของเหลวและตัวทำละลายที่เป็นของเหลวโดยทั่วไป การกลั่นอย่างง่ายนิยมใช้แยกตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลวออกจากตัวละลายที่มีสถานะของเหลวซึ่งมีจุดเดือดต่างกันมาก

7. นำเข้าสู่เรื่องการแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า ถ้าต้องการแยกสารที่มีปริมาณน้อยหรือไม่ทราบชนิดขององค์ประกอบจะทำได้อย่างไร เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.3 แยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษได้อย่างไร

กิจกรรมที่ 6.3 แยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษได้อย่างไร



<http://ipst.me/9904>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (15 นาที)

1. ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟี)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายการแยกสารที่มีสีโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ใช้ปากกาเมจิกจุดสีบนกระดาษกรองให้ได้จุดสีเข้มขนาดเล็ก 2 สี รินน้ำลงในบีกเกอร์ วัดให้มีระดับความสูงของน้ำไม่เกิน 1 เซนติเมตร ติดกระดาษกรองกับฝากล่องพลาสติกด้วยเทปกาวยาว แล้วค่อย ๆ หย่อนกระดาษกรองให้ตั้งตรงอยู่กึ่งกลางของบีกเกอร์ และให้จุดสีทั้งสองอยู่เหนือระดับน้ำเท่า ๆ กัน เมื่อระดับน้ำเคลื่อนที่ขึ้นมาถึงขีดดินสอด้านบน นำกระดาษกรองออกจากบีกเกอร์ สังเกตและบันทึกผล จากนั้นเปลี่ยนเป็นใช้สารละลายเอทานอลแทนน้ำ สังเกตและบันทึกผล เปรียบเทียบผลเมื่อใช้ตัวทำละลายต่างกัน)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตการเคลื่อนที่ของจุดสีบนกระดาษกรอง)
2. เน้นให้นักเรียนระวังในเรื่องต่อไปนี้
 - เลือกใช้ปากกาเมจิกชนิดละลายน้ำ (water soluble)
 - ทำจุดสีเล็ก ๆ บนกระดาษกรอง รอจนสีแห้งแล้วทำซ้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้ได้สีเข้ม
 - ระวังไม่ให้จุดสีจมอยู่ในของเหลว แต่ให้อยู่เหนือระดับของเหลวประมาณ 0.5 เซนติเมตร
 - ระวังไม่ให้ตัวทำละลายเคลื่อนที่เลยขีดดินสอด้านบน
 - ขณะที่ทำกิจกรรม ไม่ควรเคลื่อนย้ายบีกเกอร์

ระหว่างการทำกิจกรรม (25 นาที)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนพร้อมให้คำแนะนำหากพบว่านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น การจุดสีลงบนกระดาษกรอง การติดกระดาษกรองบนฝากล่องพลาสติกและการกะระยะไม่ให้จุดสีจมลงในของเหลว

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

4. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม โดยควรนำเสนอผลการทำกิจกรรมของนักเรียนบนกระดานเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น และร่วมกันอภิปรายผล ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** เมื่อจุ่มปลายกระดาษกรองในน้ำ น้ำจะถูกดูดซับขึ้นไปตามกระดาษกรอง และสีจากปากกาเมจิกเคลื่อนที่ไปบนกระดาษกรองแล้วค่อย ๆ แยกออกจากกันเป็นองค์ประกอบหลายสี โดยจุดสีดำแยกได้หลายสีมากกว่าจุดสีน้ำเงิน และเมื่อเปลี่ยนไปใช้สารละลายเอทานอลแทนน้ำ สีจากปากกาเมจิกจะแยกองค์ประกอบเช่นเดียวกัน แต่จำนวนองค์ประกอบที่ได้และระยะทางที่แต่ละองค์ประกอบเคลื่อนที่ได้เปลี่ยนไป แสดงว่าสีจากปากกาเมจิกมีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งชนิด แต่ละชนิดเคลื่อนที่ไปบนกระดาษกรองที่จุ่มในน้ำและสารละลายเอทานอลได้แตกต่างกัน

5. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติม โดยอ่านเนื้อหาท้ายกิจกรรมที่ 6.3 ในหนังสือเรียนหน้า 90 และร่วมกันอภิปราย**เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** การแยกองค์ประกอบของสีตามวิธีในกิจกรรมที่ 6.3 เรียกว่า วิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (paper chromatography) ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ไม่เคลื่อนที่หรือวัฏภาคนิ่ง (stationary phase) และส่วนที่เคลื่อนที่ได้หรือวัฏภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) ซึ่งเป็นตัวทำละลายต่าง ๆ การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษใช้แยกสารโดยอาศัยความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างกัน ทำได้โดยจุ่มกระดาษที่มีจุดสีที่ต้องการแยกลงในตัวทำละลาย โดยไม่ให้จุดสีบนกระดาษสัมผัสตัวทำละลาย ตัวทำละลายจะเคลื่อนที่ไปบนกระดาษ พร้อมทั้งพาองค์ประกอบชนิดต่าง ๆ ในจุดสีเคลื่อนที่ไปด้วย องค์ประกอบในจุดสีที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายและถูกดูดซับได้น้อยจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าองค์ประกอบชนิดที่ละลายไม่ดีในตัวทำละลายและถูกดูดซับได้มาก ถ้าองค์ประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันจะแยกออกจากกันเป็นแถบสี องค์ประกอบที่เคลื่อนที่ได้เร็วจะอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นมากที่สุด ส่วนองค์ประกอบที่เคลื่อนที่ได้ช้าที่สุดจะอยู่ใกล้จุดเริ่มต้นมากที่สุด แต่ถ้ามีองค์ประกอบที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากันก็จะไม่สามารถแยกออกจากกันได้ในตัวทำละลายนั้น ๆ จะต้องเปลี่ยนชนิดของตัวทำละลาย หรือเพิ่มระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ให้มากกว่าเดิม

วิธีโครมาโทกราฟีนอกจากใช้แยกสารที่มีปริมาณน้อย ๆ แล้ว โครมาโทกราฟีแบบกระดาษยังใช้วิเคราะห์จำนวนองค์ประกอบอย่างน้อยที่มีอยู่หรือองค์ประกอบทั้งหมดในสาร โดยสังเกตจากจำนวนแถบสีที่แยกได้บนกระดาษ นอกจากนี้ยังใช้วิเคราะห์สารไม่มีสีบางชนิดได้ โดยอาศัยหลักการเดียวกันกับการวิเคราะห์จำนวนองค์ประกอบในสาร การวิเคราะห์สารไม่มีสีบางชนิดทำได้โดยการทำให้มีสีหรือใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้มองเห็นตำแหน่งของแถบสีของสารที่ไม่มีสีนั้น

6. ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเรื่องค่า R_f จากเกร็ดความรู้เรื่องค่า Retention factor (ค่า R_f) และการใช้ประโยชน์จากค่า R_f ในการวิเคราะห์และระบุชนิดของสาร ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในทางการแพทย์และอุตสาหกรรมต่าง ๆ



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- โครมาโทกราฟีแบบกระดาษมีประโยชน์อย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ โครมาโทกราฟีแบบกระดาษใช้แยกสารที่มีปริมาณน้อย ใช้วิเคราะห์จำนวนองค์ประกอบอย่างน้อยที่มีอยู่หรือองค์ประกอบทั้งหมดในสารมีสี และยังสามารถใช้วิเคราะห์สารไม่มีสีบางชนิดได้ แต่ต้องทำให้มีสีหรือใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เพื่อให้มองเห็นตำแหน่งของแถบสีของสารที่ไม่มีสี

7. นำเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายได้อย่างไร โดยใช้คำถามว่า การแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ สารที่ต้องการแยกต้องอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลาย ซึ่งสมบัติดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการแยกสารออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืชได้หรือไม่ อย่างไร

กิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายได้อย่างไร



<http://ipst.me/9903>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การแยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายแยกสารที่มีสีออกจากใบไม้โดยใช้ตัวทำละลาย)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ตัดใบไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก บดหยาบ ๆ ด้วยโกร่งบด แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน นำมาสกัดสีด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำและสารละลายเอทานอล ใช้หลอดหยดดูดของเหลวออกจากสารผสมในแต่ละหลอดมาสังเกตลักษณะสารที่ได้)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตและเปรียบเทียบความเข้มของสีของสารละลายเมื่อใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน)

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน พร้อมให้คำแนะนำกรณีนักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น วิธีการบดใบไม้ให้ละเอียด การเขย่าสารเพื่อสกัดสี การใช้หลอดหยดดูดของเหลวออกจากสารผสม

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

- ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม โดยควรนำเสนอผลการทำกิจกรรมของนักเรียนบนกระดานเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น และร่วมกันอภิปรายผล ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** ในการสกัดสารจากใบไม้โดยใช้ น้ำเป็นตัวทำละลายได้สารละลายสีเขียวน้ำน้อยกว่าใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย แสดงว่าปริมาณสารที่แยกได้ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย วิธีการแยกสารโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เรียกว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)
- ให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียน และอ่านเนื้อหาท้ายกิจกรรมที่ 6.4 ในหนังสือเรียนหน้า 94 จากนั้นร่วมกันอภิปราย เชื่อมโยงข้อสรุปจากกิจกรรมและเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** การใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมสกัดสารที่ต้องการออกมาได้มากและไม่ทำให้สมบัติเปลี่ยนไป สารที่สกัดได้ผสมอยู่กับตัวทำละลาย จึงต้องแยกตัวทำละลายออกไปด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การระเหยแห้ง จึงจะได้สารที่ต้องการ สำหรับการสกัดสารออกจากพืชให้ได้ปริมาณมากควรทำให้ชิ้นส่วนพืชมีขนาดเล็ก บางครั้งต้องใช้ความร้อนช่วยให้มีสภาพละลายได้ของสารมากขึ้น



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- การแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายเหมาะกับการแยกสารที่มีสมบัติอย่างไร

แนวคำตอบ การแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายเหมาะกับการแยกสารที่สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เลือกใช้

- ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการสกัดสารจากพืชโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 95 ประกอบการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การกลั่นด้วยไอน้ำเป็นการแยกสารโดยการผ่านไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงไปยังส่วนของพืชที่ต้องการแยกสาร ไอน้ำจะพาสารที่ระเหยง่ายออกมาจากพืช เมื่อทำให้ไอน้ำมีอุณหภูมิลดลงจะควบแน่นเป็นของเหลว น้ำมันหอมระเหยจะแยกชั้นจากน้ำ จากนั้นแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำได้โดยวิธีต่าง ๆ การแยกสารด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับใช้แยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากมะกรูด ตะไคร้หอม เปลือกส้ม ดอกมะลิ ดอกกุหลาบ เป็นต้น
- เชื่อมโยงการใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยจากพืชในท้องถิ่น โดยอ่านเกร็ดความรู้เกี่ยวกับน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม เพื่อขยายความรู้เรื่องการนำสารที่ได้จากการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำไปใช้แทนการใช้ส่วนของพืชปริมาณมาก ๆ ซึ่งไม่สะดวก นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์อีกด้วย
- ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนี้ จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีอื่น ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
สารผสมที่เป็นของเหลวใสสามารถแยกได้โดยวิธีการกรอง (Regional Professional Development Program, n.d.)	สารผสมที่เป็นของเหลวใสไม่สามารถแยกได้โดยวิธีการกรอง เนื่องจากมีสมบัติเป็นสารละลายอนุภาคขององค์ประกอบสารมีขนาดเล็กกว่ารูของกระดาษกรอง (CK-12 Foundation, 2017)
การกลั่นสามารถใช้แยกสารผสมที่เป็นของเหลวได้ทุกชนิด (The Science Teacher, n.d.)	การกลั่นสามารถใช้แยกสารผสมเนื้อเดียวที่เป็นสารละลายที่ตัวละลายและตัวทำละลายมีจุดเดือดต่างกันมาก (Nichols, 2019)
โครมาโทกราฟีแบบกระดาษใช้แยกสารได้เนื่องจากองค์ประกอบของสารมีความเข้มข้นต่างกัน (Bindis, 2013)	โครมาโทกราฟีแบบกระดาษใช้แยกสารได้โดยอาศัยความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างกัน (Clark, 2016)

- นำเข้าสู่เรื่องที่ 2 โดยครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการแยกสารผสมซึ่งทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีความเหมาะสมสำหรับแยกสารผสมที่มีสมบัติแตกต่างกันตามรายละเอียดในหนังสือเรียน ครูกำหนดคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าวิธีการแยกสารแต่ละวิธีมีประโยชน์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

เรื่องที่ 2

การนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

1. ให้นักเรียนดูภาพนำเรื่อง และอ่านเนื้อหาหน้าเรื่องที่เกี่ยวกับการพิสูจน์หาหลักฐานทางกฎหมาย โดยใช้ความรู้เรื่องการแยกสาร จากนั้น ใช้คำถามอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการแยกสารโดยทั่วไปสามารถแยกสารเพื่อให้ได้สารบริสุทธิ์ หรือให้มีสารเจือปนน้อยลง ซึ่งมีประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การพิสูจน์หาหลักฐานประกอบการพิจารณาตัดสินคดี เป็นต้น
2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน แล้วนำเสนอผลการทำกิจกรรม หากครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนหรือแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่องการนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์ต่อไป

หน่วยที่ 6 | การแยกสาร
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 97

เรื่องที่ 2 การนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์



ภาพ 6.9 วิศวกรจะข้อมูลจากการค้นคว้าทดลองในสมุทบันติก

การแยกสารนอกจากทำให้ได้สารที่มีความบริสุทธิ์สูงขึ้นแล้ว การแยกสารยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น ใช้พิสูจน์หาหลักฐานทางกฎหมายหรือคดีความ ดังกรณีของบริษัทผลิตแอมเวย์แห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา ซึ่งฟ้องศาลว่าบริษัทคู่แข่งลอกเลียนแบบแอมเวย์ของตน แต่บริษัทคู่แข่งยืนยันว่าได้ค้นคว้าและออกแบบสินค้าเอง โดยใช้สมุทบันติกการค้นคว้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 (ค.ศ. 1988) เป็นหลักฐาน เมื่อนักนิติวิทยาศาสตร์ตรวจสอบน้ำหมึกที่ใช้ในสมุทบันติกด้วยวิธีโครมาโทกราฟี พบว่าน้ำหมึกชุดนั้น เริ่มผลิตใช้ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ศาลจึงตัดสินว่าบริษัทคู่แข่งใช้หลักฐานเท็จและเป็นผู้ลอกเลียนแบบแอมเวย์ นักเรียนรู้หรือไม่ว่าการแยกสารมีประโยชน์อะไรอีกบ้าง

ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

เลือกวิธีการแยกสารที่เหมาะสมกับข้อความที่กำหนดให้ การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย การสกัดด้วยตัวทำละลาย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	 แยกน้ำตาลออกจากน้ำอ้อย แยกองค์ประกอบในสีย้อมผม แยกสารที่มีฤทธิ์ทางยาที่ได้มาจากขมิ้นชัน แยกน้ำสะอาดออกจากน้ำดิบที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ
--	--

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยทบทวนความรู้ก่อนเรียน

เลือกวิธีการแยกสารที่เหมาะสม แล้วนำไปเติมหน้าข้อความที่กำหนดให้ (อาจเลือกได้มากกว่า 1 คำตอบ)

การระเหยแห้ง

การตกผลึก

การกลั่นอย่างง่าย

การสกัดด้วยตัวทำละลาย

โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

___ (การระเหยแห้ง การตกผลึก) ___ แยกน้ำตาลออกจากน้ำอ้อย

___ (โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ) ___ แยกองค์ประกอบในสีย้อมผม

___ (การสกัดด้วยตัวทำละลาย) ___ แยกสารที่มีฤทธิ์ทางยาที่ได้มาจากขมิ้นชัน

___ (การกลั่นอย่างง่าย) ___ แยกน้ำสะอาดออกจากน้ำดิบที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ

3. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการแยกสารโดยให้ทำกิจกรรม**รู้อะไรบ้างก่อนเรียน** นักเรียนสามารถตอบตามความเข้าใจของตนเอง โดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ ครูรวบรวมข้อมูลจากการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ว่าควรเน้นย้ำหรืออธิบายเรื่องใดเป็นพิเศษ เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจครบถ้วนตามจุดประสงค์ของบทเรียน
4. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้า 98 และอภิปรายร่วมกันโดยใช้ภาพ 6.10 ประกอบ พร้อมทั้งยกตัวอย่างเกี่ยวกับการแยกสารผสม **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** การเลือกใช้วิธีการแยกสารขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ปริมาณ และคุณภาพของสารที่ต้องการ นอกจากนี้การออกแบบการแยกสารควรคำนึงถึงชนิดของตัวทำละลายที่ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ที่หาได้ง่าย ปลอดภัย และราคาไม่แพง
5. นำเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.5 นำวิธีการแยกสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร โดยใช้คำถามเพื่อสร้างความสนใจว่า ในชีวิตประจำวันมีกิจกรรมใดบ้างที่สามารถนำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาได้ และนักเรียนมีแนวคิดในการปรับปรุงวิธีการแยกสารนั้นอย่างไร เพื่อให้ได้ปริมาณสารมากขึ้น หรือใช้เวลาแยกสารน้อยลง หรือสารที่แยกได้มีสิ่งเจือปนน้อยลง ครูเสนอสถานการณ์ในกิจกรรมที่ 6.5 เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล และเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแยกสารในสถานการณ์ที่เป็นไปได้ ทั้งนี้ ครูควรตรวจสอบความเป็นไปได้ของวิธีการแยกสารที่นักเรียนเสนอ ก่อนที่นักเรียนจะเริ่มดำเนินการแก้ปัญหา

กิจกรรมที่ 6.5 นำวิธีการแยกสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (20 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การนำวิธีการแยกสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (รวบรวมข้อมูลหรือแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแยกสารเพื่อหาวิธีพัฒนาวิธีการผลิตสีจากพืชให้ได้สีที่มีความเข้มมากที่สุด ปริมาตรอย่างน้อย 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วทำสารที่สกัดได้ให้มีลักษณะเป็นผง เพื่อให้จัดเก็บง่ายและเก็บได้นาน และกำหนดเกณฑ์การประเมินผลการสกัดสี รวมทั้งนำเสนอวิธีการสกัดและสีที่สกัดได้หลังจากได้ผลการสกัดสีแล้ว)
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (รวบรวมข้อมูลหรือแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแยกสาร เกณฑ์การประเมินผลการสกัดสี เพื่อนำมาออกแบบวิธีการสกัดสี)

ครูเน้นให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลหรือแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแยกสารให้ได้มากที่สุดก่อนตัดสินใจเลือกวิธีการแยกสาร และร่วมกันกำหนดเกณฑ์การประเมินผลการสกัดสีที่ใช้ประเมินได้จริง และเป็นที่ยอมรับของผู้ปฏิบัติ

ระหว่างการทำกิจกรรม (80 นาที)

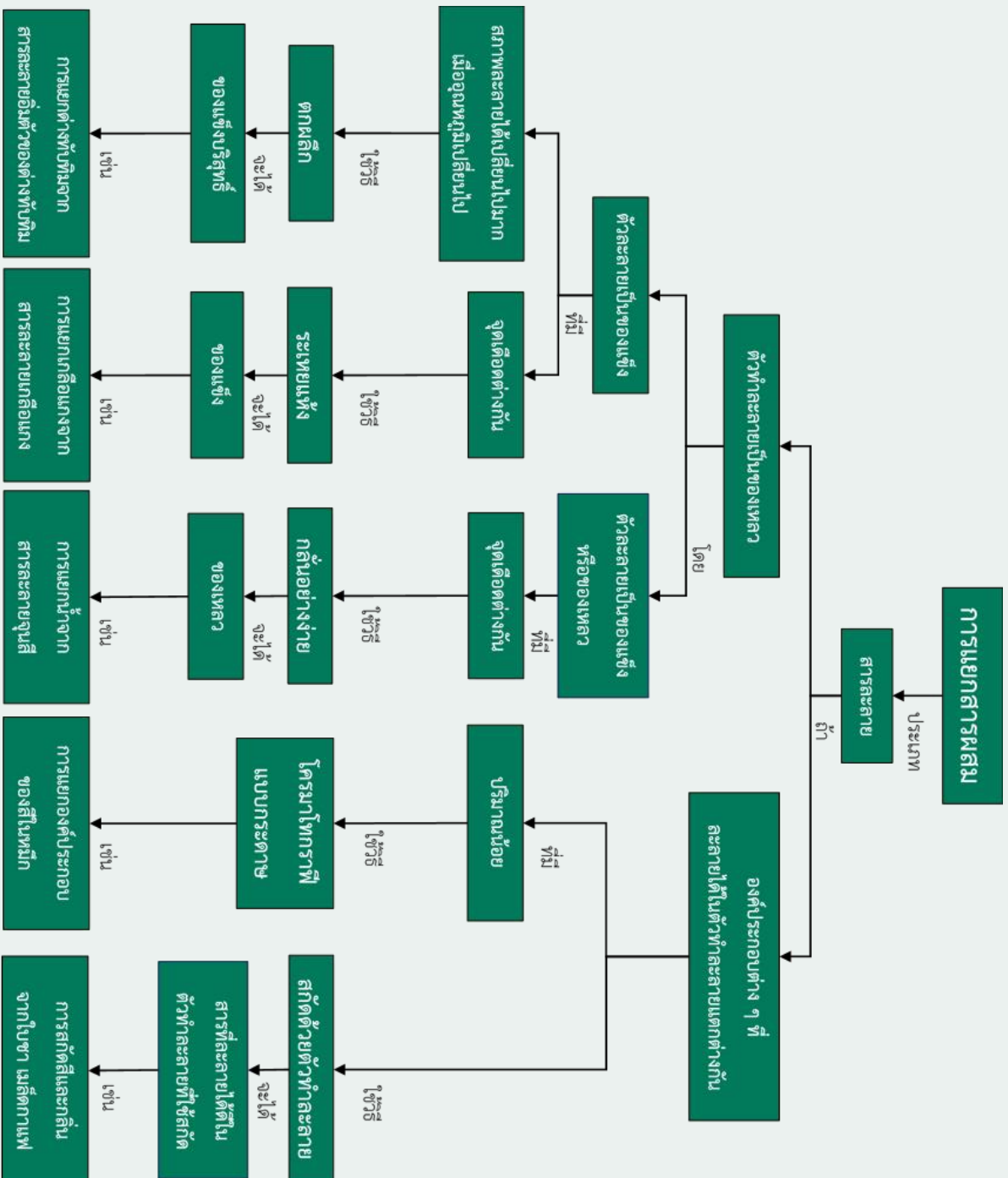
- นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน พร้อมให้คำแนะนำหากพบว่านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น วิธีให้คะแนนเมื่อใช้เกณฑ์การประเมินผลการสกัดสีที่กำหนด รวมทั้งให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกการทำงานอย่างละเอียดทุกขั้นตอน ตั้งแต่การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบวิธีแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา การนำเสนอวิธีการและผลการแก้ปัญหา

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

3. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า** ความรู้เกี่ยวกับการแยกสารสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เป็นระบบและเหมาะสมกับสถานการณ์ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนด การแยกสารบางชนิดอาจต้องใช้หลายวิธีประกอบ การตรวจสอบประสิทธิภาพของการออกแบบวิธีการแยกสาร นอกจากจะพิจารณาจากสมบัติของสารแล้ว ยังอาจพิจารณาจากปริมาณของสารที่ใช้เปรียบเทียบกับปริมาณสารที่แยกได้
4. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปหัวข้อเรื่องในบทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้ สิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนนี้คือ สารผสมที่พบในชีวิตประจำวันบางชนิดต้องผ่านการแยกสารเพื่อให้ได้สารที่บริสุทธิ์มากขึ้นหรือมีสารเจือปนน้อยลง โดยผ่านวิธีการแยกสารวิธีต่าง ๆ ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติของสารเป็นปัจจัยหลักในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการแยกสารแต่ละวิธี เช่น การระเหยแห้ง ใช้แยกสารละลายที่เป็นของเหลวและมีตัวละลายเป็นของแข็ง การกลั่นอย่างง่ายใช้แยกสารละลายที่เป็นของเหลวซึ่งตัวทำละลายและตัวละลายมีจุดเดือดต่างกันมาก การตกผลึกใช้แยกสารละลายที่เป็นของเหลวและมีตัวละลายเป็นของแข็ง โครมาโทกราฟีแบบกระดาษใช้แยกสารที่ละลายได้ในตัวทำละลายต่างกัน เหมาะกับสารที่มีปริมาณน้อย การสกัดด้วยตัวทำละลายใช้แยกสารที่ต้องการ โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม การนำความรู้เกี่ยวกับการแยกสารแต่ละวิธีไปใช้ประโยชน์ควรบูรณาการกับความรู้ในสาขาต่าง ๆ
5. จากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมตรวจสอบตนเอง เพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียน โดยการเขียนบรรยายวาดภาพ หรือเขียนผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนการแยกสารและการนำไปใช้
6. ให้นักเรียนนำเสนอผลงาน โดยอาจให้นำเสนอและอภิปรายภายในกลุ่ม หรืออภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน หรือแสดงผลงานบนผนังของห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนพิจารณาและร่วมแสดงความคิดเห็น จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากบทเรียนร่วมกัน



ตัวอย่างผังมโนทัศน์ในบทเรียนองค์ประกอบของสารละลายและปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้



7. ให้นักเรียนทำกิจกรรมท้ายบท การผลิตน้ำตาลทรายใช้วิธีการใดบ้างในการแยกสาร และตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนตรวจสอบตนเองและทำแบบฝึกหัดท้ายบท
8. สร้างความสนใจและเชื่อมโยงสู่เรื่องอื่น ๆ โดยครูกำหนดคำถามให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่า นอกจากสารผสมที่นักเรียนรู้จักและได้ดำเนินการแยกให้ได้สารเพียงชนิดเดียว ได้แก่ สารละลายจุนสี สารละลายเกลือแกง หมึกปากกา และสารสกัดจากพืชแล้ว สิ่งรอบตัวอื่น ๆ บนพื้นผิวโลกมีองค์ประกอบอย่างไร ถ้าจะแยกให้ได้สารเพียงชนิดเดียวมาใช้ประโยชน์จะต้องทำอย่างไรบ้าง



เฉลยคำถามสำคัญของบท

- การแยกสารมีวิธีการใดบ้าง แต่ละวิธีเหมาะสำหรับการแยกสารที่มีสมบัติอย่างไร

แนวคำตอบ

การแยกสารทำได้โดยวิธีการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย

การระเหยแห้งเหมาะสำหรับการแยกตัวละลายที่เป็นของแข็งออกจากตัวทำละลายที่เป็นของเหลว ซึ่งระเหยได้ง่าย

การตกผลึกเหมาะสำหรับการแยกตัวละลายที่เป็นของแข็งในสารละลายอิ่มตัวของของแข็งนั้น

การกลั่นอย่างง่ายเหมาะสำหรับการแยกตัวทำละลายที่เป็นของเหลวในสารละลายซึ่งมีตัวทำละลายและตัวละลายที่มีจุดเดือดต่างกันมาก

โครมาโทกราฟีแบบกระดาษเหมาะสำหรับการแยกสารที่เคลื่อนที่บนกระดาษด้วยอัตราเร็วต่างกัน เนื่องจากความสามารถในการละลายและความสามารถในการดูดซับของตัวดูดซับต่างกัน

การสกัดด้วยตัวทำละลายเหมาะสำหรับใช้แยกสารที่ละลายในตัวทำละลายชนิดนั้น ๆ ได้ดีในขณะที่สารเจือปนอื่น ๆ ละลายในตัวทำละลายนั่นได้น้อย

- เราสามารถนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

แนวคำตอบ ความรู้เรื่องการแยกสารสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแยกสารที่ต้องการออกจากสิ่งเจือปน โดยเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ให้ได้สารที่มีความบริสุทธิ์มากขึ้น โดยที่ประสิทธิภาพของวิธีการแยกสาร พิจารณาจากปริมาณของสารที่ใช้เปรียบเทียบกับปริมาณสารที่แยกได้



เฉลยคำถามสำคัญของหน่วย

- การแยกสารมีความสำคัญอย่างไร

แนวคำตอบ ทำให้เราแยกสารที่ต้องการออกจากสารอื่น ๆ ที่ผสมกันอยู่ เพื่อนำสารที่ได้นั้นไปใช้ประโยชน์ตามต้องการ

เฉลยกิจกรรมและแบบฝึกหัดของบทที่ 1

กิจกรรมที่ 6.1 แยกสารโดยการระเหยแห้งและการตกผลึกได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสารผสมโดยวิธีการระเหยแห้งและตกผลึก

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายการแยกสารโดยการระเหยแห้งและการตกผลึกของสารละลายจนสี

เวลาที่ใช้ใน

1 ชั่วโมง 30 นาที

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. จุนสีหรือคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	20 g
2. สารละลายจุนสีหรือสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	10 cm ³
3. น้ำ	50 cm ³
4. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	2 ใบ
5. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
6. แท่งแก้วคน	1 อัน
7. ถ้วยกระเบื้อง	1 ใบ
8. กระจกกรอง	1 แผ่น
9. กรวยกรอง	1 อัน
10. ซ้อนตักสารเบอร์สอง	1 อัน
11. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด
12. ไม้ขีดไฟ	1 กลัก
13. กระจกป่องทราย	1 กระจกป่อง
14. คีมคีบ	1 อัน
15. แวนตานิรภัย	เท่าจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

ครูอาจเตรียมภาพหรือสารละลายของจริงที่มีชื่อในตารางมาให้ให้นักเรียนสังเกต

- การเตรียมสารละลายจุนสีหรือสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 10% โดยมวลต่อปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับกิจกรรมตอนที่ 1 เตรียมได้โดยละลายจุนสี 10 กรัมในน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนจนละลายหมดแล้วเติมน้ำให้ครบ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- การควบคุมปริมาณจุนสีที่เติมลงไปในการละลายที่อุณหภูมิห้อง ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนค่อย ๆ เติมจุนสีครั้งละ 1 ซ้อนเบียร์สอง คนจนละลายหมด แล้วจึงเติมลงไปอีกจนไม่สามารถละลายได้
- กิจกรรมนี้มีการให้ความร้อนแก่สารละลาย ควรใช้คีมคีบปีกเกอร์หรือใช้ผ้าจับขณะร้อนในการให้ความร้อนแก่สารละลาย ระวังอย่าให้สารละลายเดือด และไม่ควรให้ความร้อนนานเกินไป เนื่องจากตัวทำละลายจะระเหยออกไปมาก
- ขณะที่ให้ความร้อน ให้สังเกตว่าจุนสีที่เติมลงไปครั้งแรกละลายได้หมด จากนั้น ให้เติมจุนสีลงไปอีก 5 ซ้อนเบียร์สอง คนจนละลายหมด แล้วจึงนำไปกรอง
- ครูควรวางแผนล่วงหน้าสำหรับการทำกิจกรรมตอนที่ 2 ในกรณีที่ตั้งสารละลายอิ่มตัวของจุนสีไว้จนอุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วสารยังไม่ตกผลึก ต้องตั้งสารละลายอิ่มตัวนั้นไว้ประมาณ 1 วัน
- ครูอาจให้นักเรียนบันทึกผลด้วยการวาดภาพผลึกของจุนสี ในกรณีที่เห็นลักษณะของผลึกไม่ชัดเจน ครูให้นักเรียนใช้แว่นขยายเพื่อช่วยในการสังเกต
- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ของ สสวท.

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

ลักษณะของสารละลายจุนสี	ผลการสังเกต
ก่อนให้ความร้อน	ของเหลวใส สีฟ้า
หลังให้ความร้อน	ของเหลวในถ้วยระเหยหายไป มีของแข็งสีฟ้าอ่อน อยู่ในถ้วยกระเบื้อง

ตอนที่ 2

ลักษณะของสาร	ผลการสังเกต
จุนสี	ของแข็ง เป็นผงละเอียดสีฟ้า
สารละลายจุนสีอิ่มตัว	ของเหลวใส สีฟ้า หลังจากตั้งสารละลายไว้ พบว่ามี ของแข็งสีฟ้ารูปปริซึมสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่ก้นปึก เกอร์



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. สารละลายจุนสีประกอบด้วยสารใดบ้างที่เป็นตัวละลายและตัวทำละลาย

แนวคำตอบ สารละลายจุนสีประกอบด้วยจุนสีเป็นตัวละลายและน้ำเป็นตัวทำละลาย

2. ก่อนให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสี สารละลายจุนสีมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ ก่อนให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสี สารละลายจุนสีเป็นของเหลว สีฟ้า ใส

3. ภายหลังให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสีจนแห้ง สารที่เหลืออยู่ในถ้วยกระเบื้องมีลักษณะอย่างไรและเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ ภายหลังให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสีจนแห้ง สารที่เหลืออยู่ในถ้วยกระเบื้องเป็นของแข็ง สีฟ้าอ่อน เกิดขึ้นเพราะน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายระเหยออกไปหมดเหลือแต่จุนสีซึ่งเป็นตัวละลาย

4. การแยกสารในกิจกรรมนี้ทำได้อย่างไร และเรียกวิธีการแยกสารนี้ว่าอะไร

แนวคำตอบ วิธีการแยกสารที่ใช้ในกิจกรรมนี้ทำได้โดยให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสีจนแห้ง เพื่อแยกตัวทำละลายที่เป็นของเหลวระเหยไป เหลือจุนสีซึ่งเป็นตัวละลายที่เป็นของแข็งในถ้วยกระเบื้อง เรียกวิธีการแยกสารนี้ว่า การระเหยแห้ง

5. จากกิจกรรมตอนที่ 1 สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ จากกิจกรรมตอนที่ 1 สรุปได้ว่า การแยกองค์ประกอบของสารละลายจุนสีซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลายคือน้ำซึ่งเป็นของเหลว ตัวละลายคือจุนสีซึ่งเป็นของแข็ง สามารถทำได้โดยให้ความร้อนตัวทำละลายซึ่งเป็นของเหลวจะระเหยเป็นไอออกไปจนหมด เหลือแต่ตัวละลายซึ่งเป็นของแข็ง วิธีนี้เรียกว่าการระเหยแห้ง

ตอนที่ 2

1. เมื่อตั้งสารละลายจุนสีไว้จนกระทั่งพบการเปลี่ยนแปลง สารละลายจุนสีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ สารละลายจุนสีมีการเปลี่ยนแปลงโดยเกิดของแข็งสีฟ้ารูปปริซึมสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่ก้นบีกเกอร์ เพราะเมื่อสารละลายจุนสีมีตัวมีอุณหภูมิลดลง สภาพละลายได้ของจุนสีในน้ำลดลงจึงแยกออกมา

2. จุนสีก่อนการละลายและสารที่ได้จากการตั้งสารละลายจุนสีไว้มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ จุนสีก่อนการละลายและสารที่ได้จากการตั้งสารละลายจุนสีไว้มีลักษณะแตกต่างกัน คือ จุนสีก่อนการละลายเป็นของแข็ง มีลักษณะเป็นผงสีฟ้า แต่สารที่ได้จากการตั้งสารละลายจุนสีไว้มีลักษณะเป็นผลึกรูปปริซึมสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนขนาดเล็ก



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

3. การแยกสารในกิจกรรมนี้ทำได้อย่างไร และเรียกวิธีการแยกสารนี้ว่าอะไร

แนวคำตอบ การแยกสารในกิจกรรมนี้ทำได้โดยละลายจุนสีในน้ำจนอิ่มตัว ไม่สามารถละลายได้อีก ให้ความร้อนแก่สารละลายแล้วเติมจุนสีลงไปอีก จากนั้นลดอุณหภูมิของสารละลาย จุนสีจะแยกออกจากสารละลายและมีการจัดเรียงตัวเป็นผลึกซึ่งมีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่แน่นอนเฉพาะตัว เรียกวิธีการแยกสารนี้ว่าการตกผลึก

4. จากกิจกรรมตอนที่ 2 สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ จากกิจกรรมตอนที่ 2 สรุปได้ว่าการแยกจุนสีบริสุทธิ์จากสารละลายจุนสีซึ่งประกอบด้วยของแข็งละลายในของเหลวสามารถทำได้โดยการตกผลึก โดยละลายผงจุนสีในน้ำจนอิ่มตัว แล้วให้ความร้อนและเติมผงจุนสีเพิ่ม จากนั้นปล่อยให้อุณหภูมิของสารละลายลดลงช้า ๆ จุนสีจะค่อย ๆ แยกออกจากสารละลายเนื่องจากสภาพละลายได้ของจุนสีลดลงเมื่ออุณหภูมิลดลง ได้ผลึกจุนสีที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่แน่นอนเฉพาะตัว วิธีนี้เรียกว่าวิธีการตกผลึก

5. จากกิจกรรมทั้ง 2 ตอน สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ จากกิจกรรมทั้ง 2 ตอนสรุปได้ว่าการแยกจุนสีออกจากน้ำในสารละลายจุนสี ทำได้ 2 วิธีคือวิธีการระเหยแห้ง โดยให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสี น้ำเป็นตัวทำละลายซึ่งเป็นของเหลวจะระเหยเป็นไอออกไปจนหมด เหลือแต่จุนสีเป็นตัวย่อยซึ่งเป็นของแข็ง และวิธีการตกผลึก โดยทำให้สารละลายอิ่มตัวมีอุณหภูมิลดลงช้า ๆ ตัวละลายจะค่อย ๆ แยกออกจากสารละลาย มีความบริสุทธิ์สูง และมีการจัดเรียงอนุภาคใหม่ มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่แน่นอนเฉพาะตัว



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

การทำนาเกลือ

การทำนาเกลือสมุทรเป็นการแยกเกลือโซเดียมคลอไรด์จากน้ำทะเลซึ่งเป็นสารผสมประกอบด้วยสารหลายชนิด น้ำทะเลที่ผันมาตามคลองส่งน้ำจะถูกส่งเข้านาประเทียบและนาตาก ใช้พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ในการแยกน้ำออกจากน้ำทะเล ความร้อนทำให้น้ำระเหยออกไปจำนวนหนึ่ง น้ำเกลือในนาเกลือบริเวณนี้จึงมีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงในระดับที่เหมาะสมจะแยกเกลือออกมาได้

กิจกรรมที่ 6.2 แยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสารด้วยวิธีการกลั่นอย่างง่ายเพื่อแยกตัวทำละลายที่ระเหยง่ายออกจากตัวละลาย

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายการแยกสารโดยการกลั่นอย่างง่ายของสารละลายจุนสี

เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

1 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. สารละลายจุนสีหรือสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	10 cm ³
2. หลอดทดลองขนาดใหญ่	1 หลอด
3. หลอดทดลองขนาดเล็ก	1 หลอด
4. กระจกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
5. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
6. จุกยาง 2 รู	1 อัน
7. หลอดนำแก๊สรูปตัววี	1 หลอด
8. สายยางหรือสายพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 mm ยาวประมาณ 50 cm	1 เส้น
9. ขาดังพร้อมที่จับ	1 ชุด
10. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด
11. ไม้ขีดไฟ	1 กลั๊ก
12. เทอร์มอมิเตอร์	1 อัน
13. ที่จับหลอดทดลอง	1 อัน
14. เศษกระเบื้อง	2-3 ชิ้น
15. กระจกทราย	1 กระจก
16. ผ้าหรือกระดาษเยื่อ ขนาดประมาณ 20 cm x 20 cm	1 ผืน
17. แวนตานิรภัย	เท่าจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

สื่อการเรียนรู้/
แหล่งเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ของ สสวท.



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

นาทีที่	อุณหภูมิ (°C)	การเปลี่ยนแปลงของสารในหลอดทดลองขนาดใหญ่	ลักษณะของสารในหลอดทดลองขนาดเล็ก
0	28	สารละลายมีสีฟ้า ใส	ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
2	50	สารละลายมีสีฟ้า ใส	ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
4	80	มีฟองอากาศที่ด้านในหลอด	ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
6	100	สารละลายเดือด	มีของเหลวใส ไม่มีสี
8	100	สารละลายเดือด ระดับของสารละลายลดลง	มีของเหลวใส ไม่มีสี ปริมาณมากขึ้น
10	100	สารละลายเดือด ระดับของสารละลายลดลง	มีของเหลวใส ไม่มีสี ปริมาณมากขึ้น



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. สารละลายจุนสีที่อยู่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ก่อนและหลังให้ความร้อน มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เมื่อให้ความร้อน สารละลายจุนสีที่อยู่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่มีการเปลี่ยนแปลง คือ สารละลายเดือด มีสีเข้มขึ้นและมีปริมาณลดลง เพราะของเหลวบางส่วนเดือดเป็นไอไปที่สายยางและควบแน่นลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก

2. สารละลายจุนสีที่เหลืออยู่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่และสารที่ได้ในหลอดทดลองขนาดเล็ก มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ สารละลายจุนสีที่เหลืออยู่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่และสารที่ได้ในหลอดทดลองขนาดเล็กมีลักษณะแตกต่างกัน คือ สารละลายจุนสีที่เหลืออยู่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่เป็นของเหลวใส มีสีฟ้า ส่วนสารที่ได้ในหลอดทดลองขนาดเล็กเป็นของเหลวใส ไม่มีสี

3. นักเรียนคิดว่าสารในหลอดทดลองขนาดเล็กคืออะไร ทราบได้อย่างไร

แนวคำตอบ สารในหลอดทดลองขนาดเล็กคือน้ำ เนื่องจากมีลักษณะเป็นของเหลวใสและสารละลายจุนสีมีน้ำเป็นตัวทำละลาย

4. สารในหลอดทดลองขนาดเล็กแยกออกมาจากหลอดทดลองขนาดใหญ่ได้อย่างไร

แนวคำตอบ สารในหลอดทดลองขนาดเล็กแยกออกมาจากหลอดทดลองขนาดใหญ่ได้เนื่องจากสารละลายได้รับความร้อน น้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายจึงเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส แยกออกจากสารละลายในหลอดทดลองขนาดใหญ่ เคลื่อนที่มาตามสายยางหรือสายพลาสติก เมื่ออุณหภูมิลดลง น้ำในสถานะแก๊สจึงควบแน่นเป็นของเหลวอยู่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก

5. การแยกสารในกิจกรรมนี้ทำได้อย่างไร และเรียกวิธีการแยกสารนี้ว่าอะไร

แนวคำตอบ การแยกสารในกิจกรรมนี้ทำได้โดยให้ความร้อนแก่สารละลายจุนสีจนกระทั่งตัวทำละลายคือน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สแยกออกจากสารละลาย และควบแน่นกลับเป็นของเหลวเมื่ออุณหภูมิลดลง เรียกวิธีการแยกสารนี้ว่าการกลั่นอย่างง่าย

6. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ จากกิจกรรม สรุปได้ว่าเมื่อให้ความร้อนแก่สารละลาย ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำกว่าจะเดือดและกลายเป็นไอแยกออกจากสารละลาย แล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง การแยกสารวิธีนี้เรียกว่าการกลั่นอย่างง่าย

กิจกรรมที่ 6.3 แยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสารที่มีสีซึ่งมีปริมาณน้อยด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายการแยกสารที่มีสีโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

เวลาที่ใช้ใน
การทำกิจกรรม

1 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ปากกาเมจิกสีต่าง ๆ	2 ด้าม
2. น้ำ	20 cm ³
3. สารละลายเอทานอล 95%	20 cm ³
4. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	2 ใบ
5. กระดาษกรองหรือกระดาษโครมาโทกราฟี	1 แผ่น
6. กรรไกร	1 เล่ม
7. ไม้บรรทัด	1 อัน
8. ดินสอ	1 แท่ง
9. ฝากล่องพลาสติกหรือกระดาษแข็ง	1 ฝา/แผ่น
10. เทปใส	1 ม้วน
11. จานกระดาษหรือภาชนะอื่น ๆ	1 ใบ

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

ครูตัดกระดาษแข็งให้มีขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร x ยาว 10 เซนติเมตร โดยประมาณ หรือใหญ่พอที่จะวางบนปากปิ๊กเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรได้

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

- ใช้ปากกาเมจิกจุดสีลงบนกระดาษกรองให้เป็นจุดเล็ก ๆ รอยจางสีแห้งแล้วจึงจุดซ้ำลงไปทีเดิมทำซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งได้สีเข้มมากพอ จึงนำไปแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟี
- เมื่อติดกระดาษกรองเข้ากับฝากล่องพลาสติกหรือกระดาษแข็งแล้ว อาจนำไปวางบนปากปิ๊กเกอร์เปล่า โดยระยะห่างจากปลายกระดาษกรองถึงกันปิ๊กเกอร์ไม่ให้เกิน 0.5 เซนติเมตร
- รินของเหลวลงในปิ๊กเกอร์ ไม่ให้สูงเกินระดับที่จุดสีไว้แล้วจึงหย่อนกระดาษกรองลงในปิ๊กเกอร์
- ครูอาจให้นักเรียนเตรียมชุดอุปกรณ์จำนวน 2 ชุด ให้ครบทั้งที่ใช้ตัวทำละลายเป็นน้ำและเอทานอล และทำกิจกรรมพร้อมกัน

สื่อการเรียนรู้/
แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ของ สสวท.



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ชนิดของตัวทำละลาย	ผลการแยกสีของหมึก		
	สีดำ		สีน้ำเงิน
น้ำ	แยกออกเป็น องค์ประกอบที่มีสีฟ้า สีม่วง และสีน้ำตาล โดยสีฟ้าเคลื่อนที่ได้ ระยะทางไกลที่สุด รองลงมาคือสีม่วง ส่วนสีน้ำตาลเคลื่อนที่ ได้ระยะทางน้อยที่สุด		แยกออกเป็นองค์ประกอบที่ มีสีฟ้า สีม่วง และสีน้ำเงิน โดยสีฟ้าเคลื่อนที่ได้ระยะ ทางไกลที่สุด รองลงมาคือ สีม่วง ส่วนสีน้ำเงินเคลื่อนที่ ได้ระยะทางน้อยที่สุด
สารละลายเอทานอล	เห็นแถบสีเป็นทางยาว บนกระดาษ เห็น องค์ประกอบที่มีสีม่วง และสีน้ำเงินอมม่วง โดยสีม่วง เคลื่อนที่ได้ ระยะทางไกลที่กว่า ส่วนสีน้ำเงินอมม่วง เคลื่อนที่ได้ระยะทาง น้อยกว่า		เห็นแถบสีเป็นทางยาวบน กระดาษเห็นองค์ประกอบที่ มีสีม่วง สีน้ำเงิน และสีฟ้า โดยสีม่วงเคลื่อนที่ได้ระยะ ทางไกลที่สุด รองลงมาคือ สีน้ำเงิน ส่วนสีฟ้าเคลื่อนที่ ได้ระยะทางน้อยที่สุด



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อนำกระดาษกรองที่มีจุดสีจุ่มลงในน้ำ จุดสีแต่ละสีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อนำกระดาษกรองที่มีจุดสีจุ่มลงในน้ำ จุดสีแต่ละสีเคลื่อนที่ขึ้นไปบนกระดาษกรอง และมีแถบสีต่าง ๆ ปรากฏบนกระดาษกรอง

2. จุดสีแต่ละสีมีองค์ประกอบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ทราบได้อย่างไร

แนวคำตอบ จุดสีแต่ละสีมีองค์ประกอบแตกต่างกัน ทราบได้จากจำนวนแถบสี ระยะทางที่แถบสีเคลื่อนที่ไป และสีที่ปรากฏบนกระดาษกรองมีลักษณะต่างกัน

3. องค์ประกอบของจุดสีแต่ละองค์ประกอบสามารถเคลื่อนที่ไปได้แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ องค์ประกอบของจุดสีแต่ละองค์ประกอบสามารถเคลื่อนที่ไปได้แตกต่างกัน เนื่องจากองค์ประกอบของจุดสีแยกออกจากกันและเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางไม่เท่ากัน

4. เมื่อจุ่มกระดาษกรองในน้ำและเอทานอล จุดสีแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อจุ่มกระดาษกรองในน้ำและเอทานอล จุดสีแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน คือเมื่อจุ่มกระดาษกรองในน้ำ จะเห็นองค์ประกอบของสีกระจายอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นมากกว่าเมื่อจุ่มกระดาษกรองในเอทานอล จำนวนองค์ประกอบของสีและระยะทางที่องค์ประกอบของสีเคลื่อนที่ได้แตกต่างกัน

5. ตัวทำละลายมีผลต่อการแยกองค์ประกอบของสีหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ตัวทำละลายคือน้ำและเอทานอลมีผลต่อการแยกองค์ประกอบของสี จะเห็นได้ว่าเมื่อเปลี่ยนชนิดของตัวทำละลาย ระยะทางการเคลื่อนที่ของแต่ละองค์ประกอบของสีจะแตกต่างกัน

6. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ จากกิจกรรม สรุปได้ว่าสีจากปากกาเมจิกมีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งชนิด เห็นได้จากผลของการจุดสีบนกระดาษกรอง แล้วจุ่มปลายกระดาษกรองในน้ำ น้ำจะเคลื่อนที่ขึ้นไปตามกระดาษกรอง ส่วนสีจากปากกาเมจิกจะเคลื่อนที่ไปบนกระดาษกรองแล้วค่อย ๆ แยกออกจากกันเป็นองค์ประกอบหลายสี เมื่อเปลี่ยนไปใช้สารละลายเอทานอลแทนน้ำ สีจากปากกาเมจิกยังคงแยกออกเป็นองค์ประกอบหลายสี แต่ระยะทางที่แต่ละองค์ประกอบเคลื่อนที่ได้มีลักษณะเปลี่ยนไป

กิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีแยกสารออกจากส่วนของพืชโดยใช้ตัวทำละลาย

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายการแยกสารจากใบไม้ โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

เวลาที่ใช้ใน
การทำกิจกรรม

1 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ใบไม้จากพืช 1 ชนิด เช่น ใบผักบุ้งจีน ใบเตย ใบหูกวาง	2 ใบ
2. สารละลายเอทานอล 95 %	5 cm ³
3. น้ำ	5 cm ³
4. หลอดทดลองขนาดใหญ่	2 หลอด
5. หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
6. จุกยางเบอร์ 10	2 อัน
7. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
8. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
9. หลอดหยด	2 อัน
10. กรรไกร	1 เล่ม
11. โกร่งบด	1 ชุด
12. ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน
13. แวนตานิรภัย	เท่าจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

การเตรียมตัว
ล่วงหน้าสำหรับครู

ครูเตรียมใบไม้ที่หาได้ง่ายในห้องอินไว้ให้เพียงพอสำหรับทุกกลุ่ม ถ้าใบไม้มีขนาดใหญ่อาจใช้เพียงกลุ่มละ 1 ใบ

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

- สามารถใช้ภาชนะที่มีฝาปิดแทนหลอดทดลองและจุกยางได้
- วิธีการเขย่าหลอดทดลอง ควรเคาะหลอดทดลองกับฝ่ามือเบา ๆ ไม่ใช่ใช้นิ้วมืออุดปากหลอดทดลองแล้วเขย่า
- อาจใช้หลอดฉีดยาแทนกระบอกตวง

สื่อการเรียนรู้/

แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ของ สสวท.



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างพืชที่ใช้ คือ ใบเตย

ชนิดของตัวทำละลาย	ลักษณะของสารที่ได้
น้ำ	ของเหลวใสสีเขียว
สารละลายเอทานอล	ของเหลวใสสีเขียวเข้ม



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

- สังเกตสีของน้ำและสารละลายเอทานอล ก่อนและหลังจากบรรจุใบไม้ลงในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
 แนวคำตอบ ก่อนบรรจุใบไม้ลงในหลอดทดลอง น้ำและสารละลายเอทานอล สี ไม่มีสี แต่หลังจากบรรจุใบไม้ลงในหลอดทดลอง และเขย่า 2 นาที ทั้งน้ำและสารละลายเอทานอลมีสีเขียว แต่เข้มไม่เท่ากัน
- น้ำกับสารละลายเอทานอล สารใดสกัดสีจากใบไม้ได้มากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร
 แนวคำตอบ สารละลายเอทานอลสกัดสีจากใบไม้ได้มากกว่า สังเกตได้จากสีของของเหลวมีสีเขียวเข้มกว่า
- การสกัดสารจากใบไม้ด้วยวิธีนี้เกี่ยวข้องกับการละลายของสารอย่างไร
 แนวคำตอบ การสกัดสารจากใบไม้ด้วยวิธีนี้เกี่ยวข้องกับการละลายของสาร สารจากใบไม้สามารถละลายในตัวทำละลายที่นำมาใช้ จึงแยกออกจากส่วนของพืชได้ และตัวทำละลายที่ต่างกันสามารถละลายสารจากใบไม้ได้ต่างกัน
- จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
 แนวคำตอบ จากกิจกรรม สรุปได้ว่าการสกัดสารจากใบไม้โดยใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกันจะได้สารจากใบไม้ละลายออกมาในตัวทำละลายในปริมาณแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย

กิจกรรมที่ 6.5 นำวิธีการแยกสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องวิธีการแยกสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์

นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

เวลาที่ใช้ใน การทำกิจกรรม

2 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ฟืชที่ต้องการสกัดสี เช่น ใบเตย ใบหูกวาง กระเจี๊ยบแดง ขมิ้นชัน หรือพืชอื่น ๆ	10 g
2. น้ำ	50 cm ³
3. หลอดทดลองขนาดใหญ่	1 หลอด
4. หลอดทดลองขนาดเล็ก	1 หลอด
5. จุกยางเบอร์ 10	1 อัน
6. หลอดหยด	1 อัน
7. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
8. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
9. โกร่งบด	1 ชุด
10. ถ้วยกระเบื้อง	1 ใบ
11. ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน
12. แท่งแก้วคน	1 อัน
13. กระดาษกรอง	1 แผ่น
14. กรวยกรอง	1 อัน
15. ตะแกรงร่อนชนิดละเอียด	1 อัน
16. กรรไกร	1 เล่ม
17. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
18.ไม้ขีดไฟ	1 กลั๊ก
19.กระป๋องทราย	1 กระป๋อง
20.แว่นตานิรภัย	เท่าจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

ครูมอบหมายให้นักเรียนเตรียมพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นให้เพียงพอสำหรับการทดลอง โดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มใช้ประมาณ 10 กรัม เท่ากัน และควรเตรียมมีดสำหรับตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนนำไปสกัดสาร

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

- ให้นักเรียนระดมความคิด รวบรวมข้อมูลหรือแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแยกสารให้ได้มากที่สุด ก่อนตัดสินใจเลือกวิธีการแยกสาร
- เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการสกัดสีที่ใช้ประเมินได้จริง ควรเป็นเกณฑ์ที่ปฏิบัติได้จริงและเป็นที่ยอมรับของผู้ปฏิบัติ
- สีที่ต้องการคือสีที่ดูเข้มที่สุดเมื่อนำสีที่สกัดได้มาเปรียบเทียบกันโดยใช้หลอดทดลองขนาดเล็กบรรจุวางเรียงกันบนกระดาษสีขาว ถ้าได้สีเข้มมาก ๆ หลายหลอดจนเปรียบเทียบสีได้ยาก อาจแบ่งสีบางส่วนไปเจือจางกับน้ำ 2-4 เท่า แล้วจึงเปรียบเทียบสีอีกครั้ง
- ครูเสนอสถานการณ์ในกิจกรรมที่ 6.5 เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล และเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแยกสารในสถานการณ์ที่เป็นไปได้ ครูควรตรวจสอบก่อนที่นักเรียนจะเริ่มดำเนินการแก้ปัญหา
- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ของ สสวท.

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

- ระบุปัญหา

หาวิธีการผลิตสีจากพืชให้ได้สีที่มีความเข้มมากที่สุด ปริมาณอย่างน้อย 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วทำให้เป็นผงเพื่อให้จัดเก็บง่ายและเก็บได้นาน

- รวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมได้ขึ้นอยู่กับแต่ละกลุ่มแต่ควรมีข้อมูลมากพอสำหรับการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ได้แก่

- การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น การสอบถามคนในชุมชนเกี่ยวกับวิธีการสกัดสีจากพืชนั้น โครงการงานวิทยาศาสตร์ รายงานวิจัยเกี่ยวกับการสกัดสีผสมอาหาร สีย้อมจากธรรมชาติในระดับอุตสาหกรรม การแปรรูป การเก็บรักษาสีที่สกัดได้
- ผลการทำกิจกรรมเรื่องการสกัดสารด้วยตัวทำละลาย การระเหยแห้ง ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว
- เกณฑ์การประเมินผลการสกัดสีซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนดร่วมกันและปฏิบัติได้จริง โดยพิจารณาจากความเข้มของสีที่สกัดได้ ความยากง่ายของวิธีการสกัด และเกณฑ์อื่น ๆ

เกณฑ์การประเมินผลการสกัดสี

รายการประเมิน	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
วิธีการสกัด	ใช้ตัวทำละลายที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก วิธีการไม่ซับซ้อน สามารถสกัดสีได้อย่างรวดเร็ว	ใช้ตัวทำละลายที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก วิธีการซับซ้อนมากขึ้น แต่สามารถสกัดสีได้อย่างรวดเร็ว	ใช้ตัวทำละลายที่มีในท้องถิ่นแต่มีราคาแพงกว่า หรือวิธีการซับซ้อนมากขึ้น หรือใช้เวลามากขึ้นในการสกัดสี	ใช้ตัวทำละลายที่หายากในท้องถิ่น มีราคาแพง มีขั้นตอนการสกัดที่ซับซ้อนยุ่งยากและใช้เวลามาก
ความเข้มของสีที่สกัดได้	สีเข้มมากที่สุด	สีเข้ม	สีอ่อน	สีอ่อนมาก
สีที่สกัดได้หลังจากแยกตัวทำละลายออกไปแล้ว	เป็นผงละเอียด มีสีเหมือนสีของของเหลวที่สกัดได้	เป็นผงละเอียด มีสีต่างจากสีของของเหลวที่สกัดได้เล็กน้อย	ของแข็งจับตัวเป็นก้อน มีสีเหมือนสีของของเหลวที่สกัดได้หรือเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย	ของแข็งจับตัวเป็นก้อน มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม

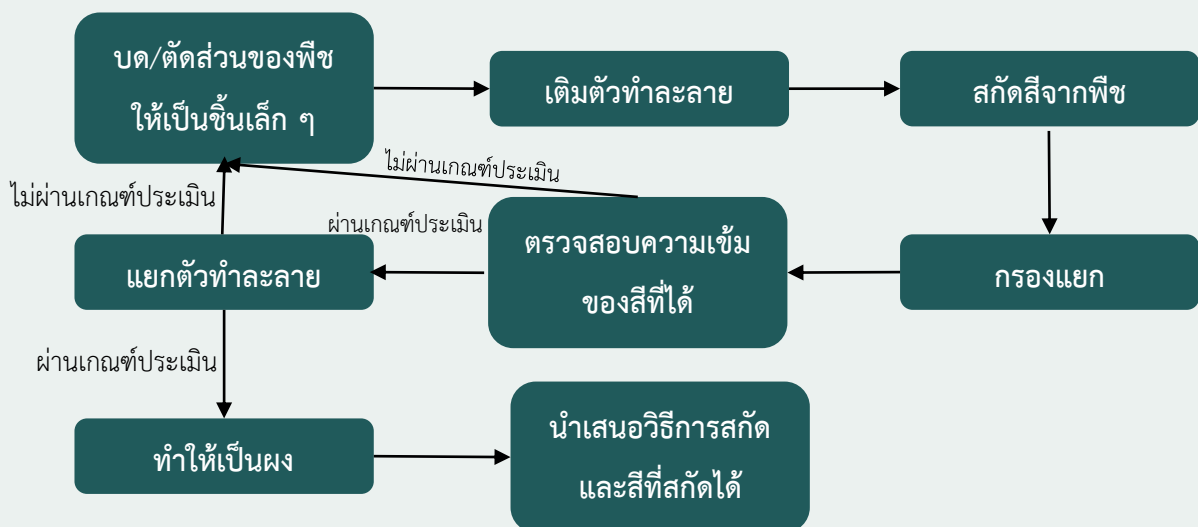


ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

- เลือกและออกแบบวิธีแก้ปัญหา

ตัวอย่างวิธีแก้ปัญหา

1. สกัดสีจากพืชโดยใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายให้ได้สีที่เข้มข้นมากที่สุด ปริมาตรอย่างน้อย 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยเลือกใช้อัตราส่วนของพืชกับตัวทำละลายที่เหมาะสม
2. ระเหยแห้งเพื่อแยกตัวทำละลายออกไป



- ดำเนินการแก้ปัญหา

1. หั่นส่วนของพืชที่นำมาใช้สกัดสีให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ น้ำหนัก 10 กรัม บดหยาบ ๆ ด้วยโกร่งบด จากนั้นนำไปบรรจุลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ เติมน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดด้วยจุกยางแล้วเขย่าแรง ๆ 2 นาที
2. กรองแยกของเหลวบรรจุลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก สังเกตลักษณะสารที่ได้ และบันทึกผล
3. แยกตัวทำละลายออกโดยการระเหยแห้งจนได้ของแข็ง
4. ทำให้เป็นผงละเอียด

- ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ

การตรวจสอบความเข้มข้นของสี

ตรวจสอบความเข้มข้นของสีที่สกัดได้ โดยนำหลอดทดลองขนาดเล็กที่บรรจุที่ได้จากการสกัดวางเรียงกันบนกระดาษสีขาว สังเกตและบันทึกผล ถ้าสีที่สกัดได้ยังไม่เข้มข้นเท่ากับกลุ่มอื่น อาจปรับปรุงวิธีการโดยเพิ่มปริมาณส่วนของพืชที่ใช้ หรือเขย่าให้แรงขึ้น นานขึ้น หรือใช้ความร้อนช่วย หรือเปลี่ยนตัวทำละลาย

การแยกตัวทำละลาย

ถ้าพบว่าการแยกตัวทำละลายโดยการระเหยแห้ง ทำให้ผงสีที่สกัดได้ไหม้หรือมีสีเปลี่ยนไป อาจปรับปรุงวิธีการโดยเปลี่ยนไปใช้การอบให้แห้งโดยใช้ความร้อนต่ำ หรือนำไปผึ่งแดดแทนการระเหยแห้งด้วยความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

- นำเสนอต้นแบบ วิธีการและผลการแก้ปัญหา

การนำเสนอวิธีการและผลการแก้ปัญหาเพื่อให้คนในชุมชนตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถนำไปใช้ได้ อาจทำได้หลากหลายวิธี การนำเสนอควมมีรายละเอียดตามเกณฑ์การประเมินการสกัดสี และอาจนำเสนอผลการใช้สีที่สกัดได้ เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่เสนอเป็นวิธีการที่สกัดสีได้ง่าย ต้นทุนต่ำ ได้สีมากที่สุด สีที่สกัดได้สามารถนำไปใช้ได้จริง หรือเปรียบเทียบให้เห็นข้อดีของการใช้ผงสีจากการสกัดกับการใช้วัตถุดิบตามธรรมชาติโดยตรง ซึ่งให้ผลดีและความสะดวกของการใช้งานต่างกัน



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. ความรู้เกี่ยวกับการแยกสารสามารถนำไปแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

แนวคำตอบ ความรู้เกี่ยวกับการแยกสารสามารถนำไปแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ เนื่องจากมีวิธีการที่เหมาะสมในการแยกสารออกมาจากส่วนของพืช โดยคำนึงถึงสมบัติของสารที่ต้องการแยก ปริมาณสารที่ต้องการ วิธีการสกัดที่ทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน

2. การแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างไร

แนวคำตอบ การแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ใช้ความรู้ต่าง ๆ เช่น

คณิตศาสตร์ - การระบุอัตราส่วนของพืชกับตัวทำละลายที่ใช้ การระบุปริมาณสารที่สกัดได้เปรียบเทียบกับส่วนของพืชที่ใช้

เทคโนโลยี - คิดหาวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีที่ช่วยทำให้การทำงานแบบเดิมมีความสะดวกสบายมากขึ้น
- เลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น ใช้กรวยกรองแยกตะกอนออก ใช้แหล่งกำเนิดความร้อนที่เหมาะสมในการทำให้ตัวทำละลายระเหย

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม - ดำเนินการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้โดยทำตามกระบวนการดังนี้

- ระบุปัญหา
- รวบรวมข้อมูล
- เลือกและออกแบบวิธีแก้ปัญหา
- ดำเนินการแก้ปัญหา
- ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ
- นำเสนอต้นแบบวิธีการและผลการแก้ปัญหา



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

3. แนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนประสบความสำเร็จหรือไม่ ถ้าไม่ประสบความสำเร็จ จะมีแนวทางการปรับปรุงอย่างไร

แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ถ้าไม่ประสบความสำเร็จควรย้อนกลับไปวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ไม่ประสบความสำเร็จและปรับปรุงวิธีการ เมื่อปรับปรุงวิธีการแล้วอาจจะยังไม่ประสบความสำเร็จอีกก็ได้ แต่ควรมีบันทึกแสดงข้อมูลว่าแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จเพราะเหตุใด และได้ปรับปรุงวิธีการอย่างไร

กิจกรรมท้ายบท

การผลิตน้ำตาลทรายใช้วิธีการใดบ้างในการแยกสาร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสารที่ใช้ในการผลิตน้ำตาลทราย ผ่านการศึกษาข้อมูลจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายในหนังสือเรียน จากนั้นวิเคราะห์และสรุปเกี่ยวกับวิธีการแยกสารที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

จุดประสงค์

วิเคราะห์วิธีการแยกสารที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย

เวลาที่ใช้ใน

การทำกิจกรรม

1 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

-ไม่มี-

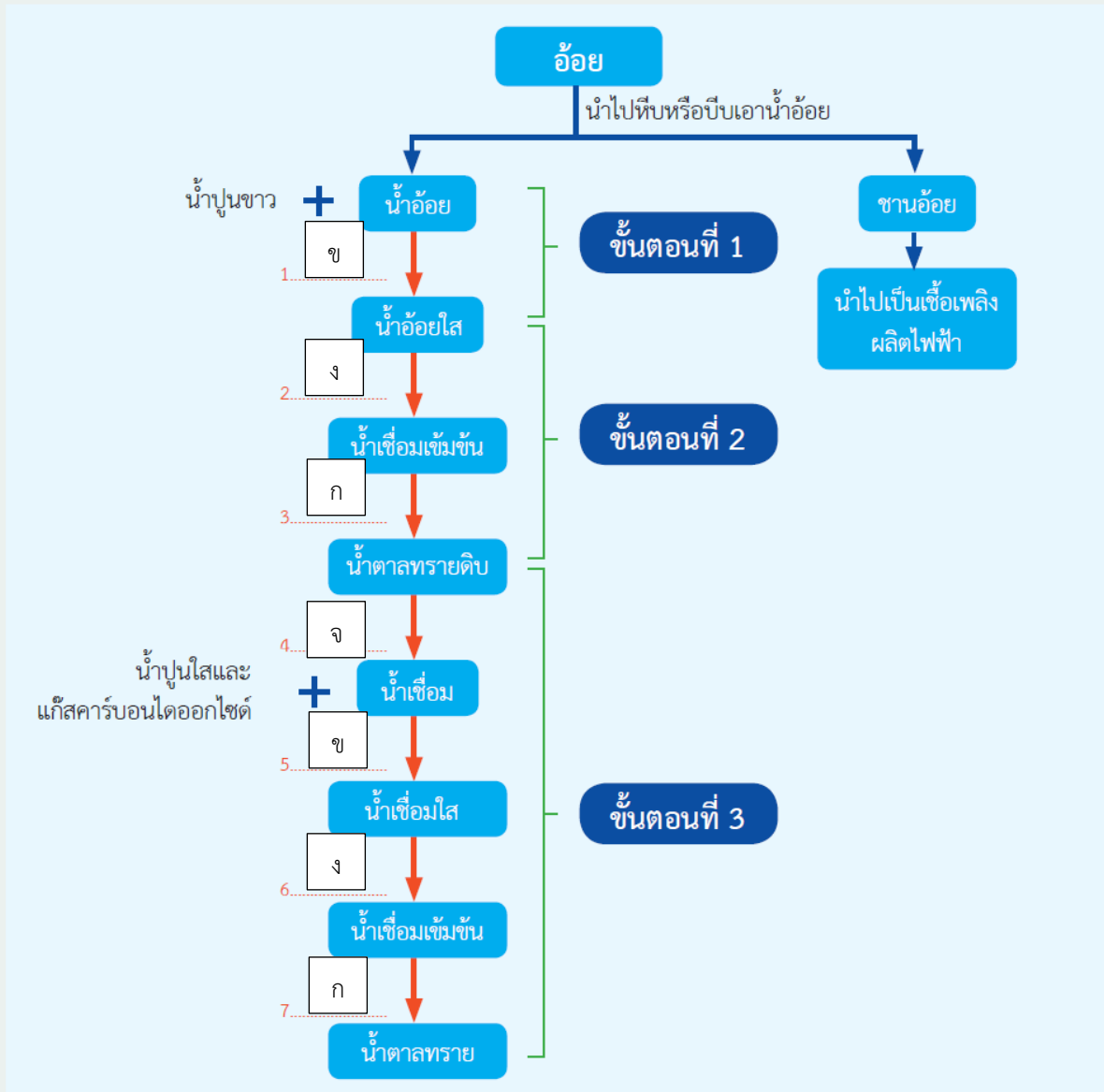
สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ของ สสวท.
- กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562, จาก <http://www.ocsb.go.th/upload/executive/fileupload/6438-9170.pdf>
- กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562, จาก <http://www.psisugar.com/Our-Factory/Production.html>
- น้ำตาลทรายดิบ สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562, จาก <https://www.youtube.com/watch?v=5-UKhUV4rOA>
- น้ำตาลทรายขาว สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562, จาก <https://www.youtube.com/watch?v=8nJY7R0uOWM>



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

วิธีการแยกสารที่ใช้ในการผลิตน้ำตาลทราย





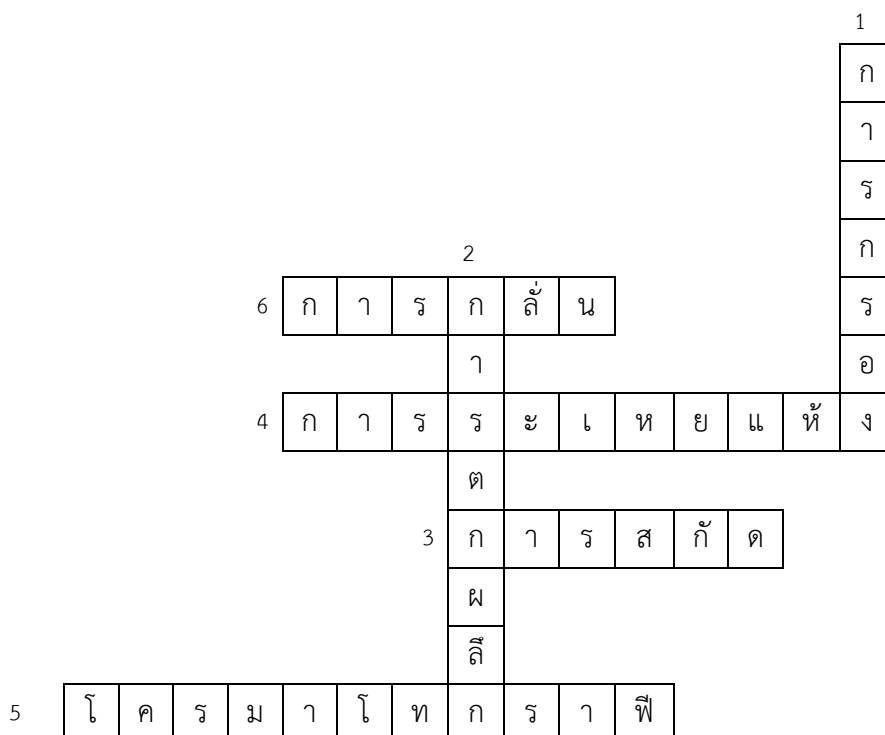
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

1. พิจารณาข้อความเกี่ยวกับหลักการแยกสารต่อไปนี้ว่าเป็นการแยกสารวิธีใด แล้วเติมคำลงในปริศนาอักษรไขว้
แนวตั้ง

- 1) การแยกของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในของเหลว โดยใช้วัสดุที่มีรูพรุนขวางกั้นของแข็งไว้
- 2) การทำให้ของแข็งแยกจากของเหลวโดยทำให้สารละลายอิมิตัว แล้วตั้งไว้จนกระทั่งของแข็งแยกออกมา มีรูปทรงเรขาคณิต

แนวนอน

- 3) การแยกสารที่ต้องการออกมาโดยการละลายด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม
- 4) การให้ความร้อนแก่สารละลายจนกระทั่งเหลือแต่ของแข็ง
- 5) การนำสารที่ต้องการแยกมาละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้วให้เคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับ
- 6) การให้ความร้อนแก่สารผสมจนกระทั่งสารที่ต้องการระเหยออกมาแล้วเก็บสารนั้นด้วยการควบแน่น



2. เมื่อนำสีผสมอาหารชนิดหนึ่ง ไปแยกหองค์ประกอบโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ปรากฏว่าได้สารสีออกมา 3 ชนิด คือ A B และ C โดยที่ A จะเคลื่อนที่ไปได้ไกลจากจุดเริ่มต้นมากที่สุด รองลงมา คือ B และ C อยู่ใกล้กับจุดเริ่มต้น สีผสมอาหารที่นำมาใช้มีสารที่ผสมอยู่รวมกันอย่างน้อยกี่ชนิด ทราบได้อย่างไร
 แนวคำตอบ สีผสมอาหารที่นำมาใช้มีสารที่ผสมรวมกันอยู่อย่างน้อย 3 ชนิด เห็นได้จากการแยกหองค์ประกอบ ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ได้สารสีออกมา 3 ชนิด
3. วิธีการแยกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่อไปนี้คืออะไร
 - 3.1 การทำน้ำจืดจากน้ำทะเล
 แนวคำตอบ การกลั่น
 - 3.2 การตรวจสอบสีชนิดหนึ่งว่าเป็นสีเพียงชนิดเดียวหรือสีหลายสีมาผสมกัน
 แนวคำตอบ โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ.
 - 3.3 การทดสอบหาปริมาณเกลือที่มีอยู่ในน้ำเกลือ 1 แก้ว
 แนวคำตอบ การระเหยแห้ง
 - 3.4 การแยกเกลือออกจากน้ำทะเลโดยการทำนาเกลือ
 แนวคำตอบ การระเหยแห้งและการตกผลึก
 - 3.5 การแยกสีและกลิ่นของดอกกุหลาบ
 แนวคำตอบ การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดด้วยไอน้ำ



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วย

1. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ *

- ก. ใช้แยกของแข็งออกจากสารละลาย
- ข. ใช้แยกสารที่มีจุดเดือดแตกต่างกันมาก
- ค. ใช้แยกสารที่ระเหยได้ออกจากสารที่ระเหยไม่ได้
- ง. ใช้แยกสารที่เคลื่อนที่ไปบนกระดาษได้ระยะทางแตกต่างกัน

เฉลย ง. เพราะโครมาโทกราฟีกระดาษเป็นวิธีการแยกสาร โดยอาศัยสมบัติเกี่ยวกับการละลายของสารต่าง ๆ ที่ละลายในตัวทำละลายชนิดหนึ่ง ๆ ได้ไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อตัวทำละลายเคลื่อนที่ไปบนกระดาษผ่านสารผสมที่อยู่บนกระดาษนั้น องค์ประกอบในสารผสมที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายจะเคลื่อนที่ไปบนกระดาษตามตัวทำละลายไปได้ระยะทางที่ไกลกว่าองค์ประกอบที่ละลายได้น้อยกว่า ทำให้เห็นระยะทางการเคลื่อนที่ของสารต่าง ๆ ในสารผสมแตกต่างกัน

2. ข้อใดสำคัญที่สุดสำหรับการเลือกชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดด้วยตัวทำละลาย *

- ก. ราคาถูก
- ข. ระเหยง่าย
- ค. เป็นของเหลว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น
- ง. ละลายสารที่ต้องการได้มากและละลายสารเจือปนได้น้อย

เฉลย ง. เพราะตัวทำละลายที่ละลายสารที่ต้องการได้มาก และละลายสารเจือปนได้น้อย ทำให้แยกสารที่ต้องการออกมาได้ปริมาณมากในขณะที่สารเจือปนอื่นไม่แยกออกมาหรือแยกได้น้อย

3. อุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองมีขั้นตอนดังนี้ **

ล้างเมล็ดถั่ว → บดตัดเมล็ดถั่ว → แช่วถั่วในเฮกเซนให้น้ำมันละลายออกมากับเฮกเซน → กรองแยกถั่วเหลืองออกจากเฮกเซน → ระเหยเฮกเซนให้เหลือแต่น้ำมันถั่วเหลือง

ในขั้นตอนการสกัดน้ำมันถั่วเหลืองใช้วิธีการแยกสารวิธีใดบ้างตามลำดับ

- ก. การกลั่น การระเหยแห้ง
- ข. การสกัดด้วยตัวทำละลาย การตกผลึก
- ค. การสกัดด้วยตัวทำละลาย การระเหยแห้ง
- ง. การระเหยแห้ง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

เฉลย ค. เพราะการสกัดน้ำมันถั่วเหลืองเป็นการแยกน้ำมันที่อยู่ในเนื้อเยื่อเมล็ดถั่วเหลืองออกมาโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมคือเฮกเซน จากนั้นจึงแยกน้ำมันออกจากเฮกเซนโดยการระเหยแห้ง

4. การแยกสารวิธีใดต่อไปนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม *

- ก. การแยกน้ำมันพืชออกจากน้ำโดยการระเหยแห้ง
- ข. การแยกน้ำตาลทรายบริสุทธิ์จากน้ำเชื่อมเข้มข้นโดยการตกผลึก
- ค. การแยกสารสีเขียวออกจากใบเตยเพื่อประกอบอาหารโดยใช้การสกัดด้วยน้ำ
- ง. การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากเปลือกส้มโดยการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

เฉลย ก. เพราะน้ำมันพืชไม่รวมกับน้ำ แต่แยกชั้นกันอยู่โดยน้ำมันอยู่ด้านบน สามารถแยกได้โดยการใช้กรวยแยก ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่สิ้นเปลืองพลังงานและง่ายกว่าการระเหยแห้ง

5. ข้อใดต่อไปนีกล่าถึงลำดับของการแยกเกลือออกจากสารผสมระหว่างน้ำเกลือและทรายได้ถูกต้อง *

	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2
ก.	การระเหยแห้ง	การตกผลึก
ข.	การตกผลึก	การระเหยแห้ง
ค.	การกรอง	การระเหยแห้ง
ง.	การระเหยแห้ง	การกรอง

เฉลย ค. เพราะทรายไม่ละลายในน้ำเกลือ สามารถแยกออกได้โดยการกรอง จากนั้น ให้ความร้อนแก่น้ำเกลือให้ตัวทำละลายคือน้ำซึ่งมีจุดเดือดต่ำกว่าเกลือระเหยออกไป จะได้เกลือซึ่งเป็นตัวละลายที่เป็นของแข็ง

6. ข้อใดต่อไปนีกล่าถึงการตกผลึกไม่ถูกต้อง *

- ก. การตกผลึกต้องทำให้สารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูง
- ข. การตกผลึกจำเป็นต้องละลายสารในตัวทำละลายที่เหมาะสม
- ค. ผลึกแยกออกจากสารละลายเนื่องจากสภาพละลายได้ของสารลดลง
- ง. ผลึกที่ได้ยังคงเป็นสารชนิดเดิม แต่มีการจัดเรียงอนุภาคใหม่ที่เป็นระเบียบ

เฉลย ก. เพราะการตกผลึกเป็นการแยกตัวละลายที่เป็นของแข็งในสารละลายอิ่มตัวของของแข็งนั้น โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูง แต่ละลายสารในตัวทำละลายที่เหมาะสมที่อุณหภูมิห้องจนเลยจุดอิ่มตัว จากนั้น ให้ความร้อนจนของแข็งละลายหมด เมื่ออุณหภูมิของสารละลายลดลงช้า ๆ สภาพละลายได้ของสารลดลง ตัวละลายที่เป็นของแข็งจะแยกออกมาจากสารละลายเป็นผลึกซึ่งยังคงเป็นสารเดิม แต่มีการจัดเรียงอนุภาคใหม่ที่เป็นระเบียบ

7. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายถึงการกลั่นได้ถูกต้อง *

- ก. ที่บริเวณผิวหน้าของของเหลวขณะกลั่นอย่างง่ายจะมีไอของสารที่มีจุดเดือดสูงที่สุดเพียงชนิดเดียวเท่านั้น
- ข. ของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าสารอื่นในสารละลายจะเดือดและกลายเป็นไอบแยกออกจากสารละลายในลำดับสุดท้าย
- ค. การแยกตัวละลายที่มีสถานะของแข็งในตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลวซึ่งมีจุดเดือดต่างกันมาก สามารถใช้วิธีการกลั่นอย่างง่ายได้
- ง. การแยกตัวละลายที่มีสถานะของเหลวในตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลว แม้ว่าจะมีจุดเดือดต่างกันมาก ก็ไม่สามารถใช้วิธีการกลั่นอย่างง่ายได้

เฉลย ค. เพราะการแยกสารโดยวิธีการกลั่นอย่างง่าย เป็นการแยกสารละลายที่มีตัวทำละลายเป็นของเหลว ส่วนตัวละลายอาจเป็นของแข็งหรือของเหลว ดังนั้นเมื่อให้ความร้อนแก่สารละลาย ตัวทำละลายหรือสารที่มีสถานะของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าองค์ประกอบอื่นในสารละลายนั้นจะกลายเป็นไอบแยกออกจากสารละลายและควบแน่นในภาชนะที่รองรับ ทำให้แยกสารนั้นออกจากสารละลายได้

8. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายถึงลำดับของการแยกน้ำมันจากพืชชนิดหนึ่ง แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ถูกต้อง *

	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2
ก.	การกลั่นอย่างง่าย	โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ
ข.	โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	การกลั่นอย่างง่าย
ค.	การสกัดด้วยตัวทำละลาย	โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ
ง.	โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	การสกัดด้วยตัวทำละลาย

เฉลย ค. เพราะการแยกน้ำมันออกจากเนื้อเยื่อพืช ต้องใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมสกัดน้ำมันออกมา เมื่อจะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ สามารถแยกองค์ประกอบของน้ำมันได้ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ ถ้าองค์ประกอบแต่ละชนิดสามารถละลายในตัวทำละลายได้ต่างกันจะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางต่างกัน ทำให้เห็นองค์ประกอบแยกออกจากกัน

หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง

หน่วยการเรียนรู้นี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี กระบวนการผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน การสะสมตัวของตะกอน และผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง ดิน ชั้นดิน ชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน ปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน การตรวจวัดสมบัติบางประการของดิน การนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน ปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน การใช้น้ำ และแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่น ภัยธรรมชาติบนผิวโลกเกี่ยวกับ กระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม แผ่นดินถล่ม การกัดเซาะชายฝั่ง หลุมยุบ และแผ่นดินทรุด

องค์ประกอบของหน่วย

บทที่ 1 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก

เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก	เวลาที่ใช้	2 ชั่วโมง
เรื่องที่ 2 การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก	เวลาที่ใช้	4 ชั่วโมง
กิจกรรมท้ายบท	เวลาที่ใช้	2 ชั่วโมง

บทที่ 2 ดินและน้ำ

เรื่องที่ 1 ดิน ชั้นดิน และชั้นหน้าตัดดิน	เวลาที่ใช้	4 ชั่วโมง
เรื่องที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน	เวลาที่ใช้	2 ชั่วโมง
กิจกรรมท้ายบท	เวลาที่ใช้	2 ชั่วโมง

บทที่ 3 ภัยธรรมชาติบนผิวโลก

เรื่องที่ 1 ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม แผ่นดินถล่ม และการกัดเซาะชายฝั่ง	เวลาที่ใช้	3 ชั่วโมง
เรื่องที่ 2 ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบและแผ่นดินทรุด	เวลาที่ใช้	2 ชั่วโมง
กิจกรรมท้ายบท	เวลาที่ใช้	2 ชั่วโมง

รวมเวลาที่ใช้ 23 ชั่วโมง

บทที่ 1

โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก



สาระสำคัญ

โครงสร้างภายในโลกแบ่งออกเป็นชั้นตามองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก เปลือกโลกเป็นชั้นนอกสุดของโลก ประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอน อะลูมิเนียม และออกซิเจนเป็นหลัก เนื้อโลกเป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเปลือกโลกลึกเข้าไปด้านใน ประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอน แมกนีเซียม เหล็กและออกซิเจน และโครงสร้างชั้นในสุด คือ แก่นโลก มีองค์ประกอบเป็นโลหะผสมของธาตุเหล็กและนิกเกิล

การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาหนึ่งที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงจนเกิดเป็นภูมิลักษณะต่าง ๆ ขึ้น กระบวนการเกิดนั้นต้องอาศัยตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง และปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก ชนิดของดิน หิน แร่และตะกอน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ สิ่งมีชีวิต สภาพอากาศ อุณหภูมิ ปฏิริยาเคมี และระยะเวลา



จุดประสงค์บทเรียน

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี
2. อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง
3. ยกตัวอย่างผลของกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน ที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

ภาพรวมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี	1. เปลือกโลก เป็นชั้นนอกสุดของโลก ประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอน อะลูมิเนียม และออกซิเจนเป็นหลัก นอกจากนี้ยังพบสารประกอบของธาตุแมกนีเซียม แคลเซียม เหล็ก โซเดียมและโพแทสเซียม 2. เนื้อโลก เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเปลือกโลกลึกเข้าไปด้านใน ประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอน แมกนีเซียม เหล็ก และออกซิเจน 3. แก่นโลก เป็นชั้นในสุดของโลก ประกอบด้วยโลหะผสมของธาตุเหล็กและนิกเกิล 4. โครงสร้างโลกแต่ละชั้นมีความหนาแตกต่างกัน และยังลึกลงไปจากผิวโลก โครงสร้างโลกแต่ละชั้นจะมีอุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่นของสารที่มีค่าสูงมากขึ้นตามลำดับ	กิจกรรมที่ 7.1 โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร	1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี 2. อธิบายโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีจากแบบจำลอง

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
2. อธิบายกระบวนการ ผู้พั่งอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของ ตะกอนจากแบบจำลอง	1. การผู้พั่งอยู่กับที่ทางกายภาพของ หิน เป็นกระบวนการที่ทำให้หินมี การเปลี่ยนแปลงเฉพาะขนาดและ รูปร่าง ทำให้หินมีขนาดเล็กลง ซึ่ง เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ ทางเคมีของหิน การผู้พั่งอยู่กับที่ ทางกายภาพของหินเกิดขึ้น เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก อุณหภูมิ อากาศ สภาพอากาศ ชนิดของดิน หิน แร่และตะกอนต่าง ๆ ที่มีความ ทนทานต่อการผู้พั่งแตกต่างกัน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ การกระทำของน้ำ ลม สิ่งมีชีวิต รวมถึงระยะเวลา	กิจกรรมที่ 7.2 การผู้พั่งอยู่กับที่ ทางกายภาพของ หินเกิดขึ้นได้ อย่างไร	1. สร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบาย กระบวนการผู้พั่ง อยู่กับที่ทาง กายภาพของหิน 2. อธิบาย กระบวนการผู้พั่ง อยู่กับที่ทาง กายภาพของหิน จากแบบจำลอง
	2. การผู้พั่งอยู่กับที่ทางเคมีของหิน เป็นกระบวนการที่ทำให้หินผู้พั่งลง เนื่องจากปัจจัยการเกิดปฏิกิริยา เคมี	กิจกรรมที่ 7.3 การผู้พั่งอยู่กับที่ ทางเคมีของหิน เกิดขึ้นได้อย่างไร	1. สร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบาย กระบวนการผู้พั่ง อยู่กับที่ทางเคมี ของหิน 2. อธิบาย กระบวนการผู้พั่ง อยู่กับที่ทางเคมี ของหินจาก แบบจำลอง

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
	3. การกร่อนเป็นกระบวนการที่ทำให้วัตถุบนผิวโลก เช่น เศษหิน ดิน แร่ หรือตะกอนขนาดต่าง ๆ เคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม หรือหลุดไปหรือละลายไป การกร่อนต้องอาศัยตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง สิ่งมีชีวิต และปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก ชนิดของหิน แร่และตะกอนต่าง ๆ ที่ทนทานต่อการกร่อนได้แตกต่างกัน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ ปริมาณพืชปกคลุมดิน สภาพอากาศ ระยะเวลา การสะสมตัวของตะกอนเป็นกระบวนการสะสมตัวของวัตถุจากการนำพาของตัวนำพาต่าง ๆ ตามธรรมชาติ มาสะสมตัวลงในแอ่งสะสมตะกอน ซึ่งแอ่งสะสมตะกอนในธรรมชาติมีลักษณะและมีขนาดแตกต่างกัน เช่น แอ่งน้ำ บึง หนอง ทะเล มหาสมุทร การสะสมตัวของตะกอนอาศัยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง สิ่งมีชีวิต และปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก ภูมิประเทศ	กิจกรรมที่ 7.4 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้นได้อย่างไร	1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายกระบวนการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน 2. อธิบายกระบวนการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
3. ยกตัวอย่างผลของ กระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสม ตัวของตะกอน ที่ทำให้ผิวโลกเกิดการ เปลี่ยนแปลง	กระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและ การสะสมตัวของตะกอน ทำให้ผิวโลก เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ทำให้หินแตก ออกจากกัน ทำให้รอยแตกของหินหรือ ช่องว่างของหินมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้หิน มีลักษณะ รูปร่าง และขนาด เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้เศษหิน และตะกอนขนาดต่าง ๆ กระจาย ไปจากตำแหน่งเดิม กระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้เปลือกโลกมีการ เปลี่ยนแปลงเกิดเป็นรูปพรรณสัณฐาน ต่าง ๆ ขึ้น ที่เรียกว่า ภูมิลักษณะ ตัวอย่างภูมิลักษณะ เช่น กุ่มภักษณ์ เสาเฉลียง แคนยอน เนินทราย แม่น้ำโค้งหวัด ทะเลสาบรูปแอก แหล่งตะกอนน้ำพารูปพัด ดินดอน สามเหลี่ยม		3. ยกตัวอย่างผลหรือ ภูมิลักษณะที่เกิดจาก กระบวนการผุพัง อยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัว ของตะกอน
		กิจกรรมท้ายบท ภูมิลักษณะบนผิว โลกเกิดขึ้นได้ อย่างไร	1. สร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายการเกิด ภูมิลักษณะใน ท้องถิ่น 2. อธิบายการเกิดภูมิ ลักษณะในท้องถิ่น จากแบบจำลอง 3. อธิบายวิธีการ อนุรักษ์ภูมิลักษณะ ในท้องถิ่น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ควรจะได้จากบทเรียน

ทักษะ	เรื่องที่		
	1	2	ท้ายบท
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			
การสังเกต	•	•	•
การวัด	•	•	
การจำแนกประเภท	•		
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา	•	•	•
การใช้จำนวน	•		
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	•	•	•
การลงความเห็นจากข้อมูล	•	•	•
การพยากรณ์		•	
การตั้งสมมติฐาน		•	
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ		•	
การกำหนดและควบคุมตัวแปร		•	
การทดลอง		•	
การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	•	•	•
การสร้างแบบจำลอง	•	•	•
ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21			
ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา		•	•
ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	•	•	•
ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	•	•	•
ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม	•		•
ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	•	•	•
ด้านการทำงาน การเรียนรู้และการพึ่งตนเอง	•	•	•

การนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้

ครูดำเนินการดังนี้

1. กระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยให้นักเรียนสังเกตภาพนำหน่วย จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังต่อไปนี้

- ภาพนำหน่วยเป็นภาพเกี่ยวกับอะไร (ภาพออบหรือโกรกธาร)
- ลักษณะของช่องหินในภาพดังกล่าวเกิดขึ้นที่ใด (เกิดขึ้นบริเวณลำน้ำแม่แจ่ม ตำบลหางดง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่)
- นักเรียนเคยไปสถานที่ในภาพหรือไม่ (นักเรียนตอบได้โดยอิสระ)
- ลักษณะของช่องหินในภาพดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร (เกิดจากการกัดเซาะหินด้วยกระแสน้ำในลำน้ำเป็นเวลานาน)



2. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน่วย แล้วร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- ออบหลวงจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่อไปหรือไม่ และจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ถ้ากระแสน้ำในลำน้ำยังคงกัดเซาะหินอย่างต่อเนื่อง ช่องหินจะมีขนาดและความลึกเพิ่มมากขึ้น)
- การกระทำของน้ำทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรได้อีกบ้าง (กระแสน้ำในแม่น้ำอาจกัดเซาะตลิ่งให้พังทลาย และการกัดเซาะของน้ำในแม่น้ำอาจทำให้แม่น้ำมีขนาดใหญ่มากขึ้นและทำให้แม่น้ำเปลี่ยนทิศทางการไหล การไหลของน้ำอาจนำพาเศษหิน ดินหรือตะกอนขนาดต่าง ๆ ตามบริเวณที่ลาดเชิงเขาให้พังทลายลงมาบริเวณที่ราบด้านล่าง รวมถึงการกระทำของน้ำยังก่อให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม การกัดเซาะชายฝั่ง)

3. คำตอบของนักเรียนอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องทั้งหมด ให้ครูบันทึกคำตอบไว้ก่อน และอธิบายว่านักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาดังกล่าวในหน่วยการเรียนรู้

4. จากการศึกษาภาพนำหน่วยและเนื้อหาหน่วยแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดว่าการกระทำของน้ำและปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาตินอกจากจะทำให้ผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงจนมีลักษณะและรูปร่างต่าง ๆ ดังเช่นออบหรือโกรกธารแล้ว ยังก่อให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ อีกด้วย การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ บนผิวโลกนี้ล้วนส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม

5. ให้นักเรียนอ่านคำถามนำหน่วยและร่วมกันอภิปราย เพื่อให้นักเรียนทราบว่าต้องเรียนรู้เรื่องอะไรบ้างในหน่วยนี้ ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 1 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก โดยให้นักเรียนศึกษาภาพนำบทและร่วมกันอภิปรายโดยอาจใช้คำถาม ครูอาจเขียนคำถามไว้บนกระดานและบันทึกคำตอบของนักเรียนไว้ ตัวอย่างคำถาม เช่น

- พุน้ำร้อนมีลักษณะอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- น้ำที่พุขึ้นมามีลักษณะอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- นักเรียนเคยไปสถานที่ที่มีพุน้ำร้อนหรือไม่ ถ้าเคยไปเคยไปที่ใดบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

- ในท้องถิ่นของนักเรียนมีพุน้ำร้อนหรือไม่ ถ้ามี พุน้ำร้อนดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

- การเกิดพุน้ำร้อนทำให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับโลกของเราอย่างไรบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

6. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าบท และอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องของคำถามอีกครั้ง และอาจถามคำถามเพิ่มเติมแก่นักเรียน ดังนี้

- พุน้ำร้อนมีลักษณะอย่างไร (แหล่งน้ำที่ไหลขึ้นมาจากใต้ดิน)
- น้ำที่พุขึ้นมามีลักษณะอย่างไร (น้ำที่พุขึ้นมามีอุณหภูมิสูง น้ำอาจบริสุทธิ์หรือมีแร่ธาตุ รวมถึงแก๊สต่าง ๆ ละลายอยู่)
- จากภาพในหนังสือเรียนหน้าที่ 112 เป็นภาพพุน้ำร้อนที่ใด (เป็นภาพพุน้ำร้อนสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่)
- การเกิดพุน้ำร้อนทำให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับโลกของเราอย่างไรบ้าง (พุน้ำร้อนเป็นหลักฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าภายในโลกยังคงมีอุณหภูมิสูง)

หน่วยที่ 7 | โลกและการเปลี่ยนแปลง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

112

บทที่ 1 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก

- บริเวณผิวโลกและภายในโลกมีลักษณะเหมือนกับหรือไม่ อย่างไร
- การพุพุ่งอยู่ที่ การก่อ และ การสะสมตัวของตะกอนบนผิวโลก มีกระบวนการเกิดอย่างไร



ผิวโลกที่เราอาศัยอยู่บางส่วนเป็นภูเขาที่ราบ ป่าทึบ ชายฝั่งทะเลมหาสมุทร และบางแห่งเป็นพุน้ำร้อน (hot spring) พุน้ำร้อนเป็นแหล่งน้ำที่ไหลขึ้นมาจากใต้ดิน น้ำที่พุขึ้นมามีอุณหภูมิสูง น้ำนั้นอาจบริสุทธิ์หรือมีแร่ธาตุ รวมถึงแก๊สต่าง ๆ ละลายอยู่ ทำให้มีรสและกลิ่นต่างกัน นอกจากนี้ ปริมาณน้ำที่ไหลออกมาจากแต่ละพุน้ำร้อนก็ต่างกัน พุน้ำร้อนในประเทศไทยมีหลายแห่ง เช่น พุน้ำร้อนสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ น้ำที่พุขึ้นมาที่พุน้ำร้อนสันกำแพงนี้มีอุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส

ภาพพุน้ำร้อนสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่

โลกของเรามีพุน้ำร้อนเกิดขึ้นอยู่หลายบริเวณ พุน้ำร้อนเป็นหลักฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าภายในโลกยังคงมีอุณหภูมิสูง นักเรียนคิดว่ายังลึกลงไปภายในโลกจะมีอุณหภูมิเป็นอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างจากบริเวณผิวโลกหรือไม่

จุดประสงค์ของบทเรียน

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี
2. อธิบายกระบวนการพุพุ่งอยู่ที่ การก่อ และ การสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง
3. ยกตัวอย่างผลของกระบวนการพุพุ่งอยู่ที่ การก่อ และการสะสมตัวของตะกอน ที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำอะไรต่อไปนี้ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

แหล่งสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพุร้อนในประเทศไทย

ครูอาจสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแหล่งพุร้อนในประเทศไทยที่กระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ โดยสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ตั้ง อุณหภูมิของน้ำที่พุขึ้นมา ค่า pH ของน้ำที่พุขึ้นมา แผนที่แหล่งพุร้อนในประเทศไทย แบบจำลองการเกิดพุร้อน การใช้ประโยชน์พุร้อน โดยสืบค้นได้จากเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรธรณี ที่เว็บไซต์ <http://www.dmr.go.th/main.php?filename=hotspring>



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

พุร้อนเทพพนม จังหวัดเชียงใหม่

พุร้อนเทพพนม จังหวัดเชียงใหม่ มีทั้งที่เป็นพุร้อนและน้ำซึม พุร้อนบริเวณนี้เกิดจากน้ำทั้งน้ำผิวดินที่ไหลซึมลงไปได้ผิวโลก และจากน้ำบาดาลที่อยู่ใต้ผิวโลกไหลผ่านเข้าไปในพื้นที่ใต้ผิวโลกซึ่งมีอุณหภูมิสูง โดยบริเวณดังกล่าวอาจได้รับการถ่ายโอนความร้อนมาจากหินอัคนีที่ยังไม่เย็นตัวที่อยู่ลึกลงไปจากใต้ผิวโลก ทำให้น้ำที่ไหลซึมลงไปและน้ำบาดาลที่ไหลผ่านเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าวมีการสะสมความร้อนมากขึ้น ๆ จนมีอุณหภูมิและความดันสูงจนกระทั่งน้ำที่อยู่ในบริเวณดังกล่าวมีการปะทุพุ่งขึ้นมาสู่ผิวดินเป็นระยะ ๆ ถ้าน้ำมีอุณหภูมิและความดันไม่มากพอ น้ำที่พุ่งขึ้นมาอาจเป็นเพียงน้ำที่แทรกซึมมาตามผิวดิน ในลักษณะของน้ำซึมที่มีอุณหภูมิสูง พุร้อนที่บริเวณนี้มีอุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส

สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับพุร้อนของประเทศไทย ได้จากเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรธรณี ที่เว็บไซต์ <http://www.dmr.go.th/main.php?filename=hotspring>

7. ให้นักเรียนอ่านคำถามนำบทและจุดประสงค์ของบทเรียน เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาที่จะได้เรียนรู้ในบทเรียน และจุดประสงค์ในการเรียน (นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบเคมี กระบวนการพุพุ่งอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน และผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง)
8. จากนั้นนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก โดยใช้ตัวอย่างคำถามว่า รู้หรือไม่ว่าโครงสร้างภายในโลกเป็นอย่างไร ภายในโลกมีอุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่นเท่ากันทุกส่วนหรือไม่ บริเวณแก่นกลางของโลกมีสถานะเป็นอย่างไร ภายในโลกประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีอะไรบ้าง เราจะไปเรียนรู้กันในเรื่องต่อไป

เรื่องที่ 1

โครงสร้างภายในโลก

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

- ให้นักเรียนศึกษาภาพนำเรื่อง ภาพ 7.1 โลกของเรา และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจากภาพโดยอาจถามนักเรียนว่าการที่จะเห็นภาพโลกดังเช่นภาพ 7.1 เราต้องอยู่ที่ใด (นักเรียนอาจตอบว่าเราต้องอยู่ในอวกาศ จึงจะเห็นโลกในลักษณะดังกล่าวได้) จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าเรื่องเกี่ยวกับโลกของเรา และร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า
 - โลกมีลักษณะเป็นทรงกลมและมีบรรยากาศห่อหุ้ม
 - ผิวโลกมีลักษณะแตกต่างกัน บางแห่งเป็นพื้นทวีป บางแห่งเป็นทะเลและมหาสมุทร
 - ภายในโลกเป็นบริเวณที่เราไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง ต้องอาศัยการเจาะสำรวจ แต่เนื่องด้วยภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูงมาก ทำให้การขุดเจาะเพื่อทำการสำรวจเป็นไปได้ด้วยความยากลำบาก
 - ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ เพื่อศึกษาโครงสร้างภายในโลก
- ให้นักเรียนอ่าน **คำสำคัญ** และทำกิจกรรม **ทบทวนความรู้ก่อนเรียน** แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนและแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่อง โครงสร้างภายในโลกต่อไป

หน่วยที่ 7 | โลกและการเปลี่ยนแปลง
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 113

เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก



คำสำคัญ
โครงสร้างภายในโลก
เปลือกโลก
เนื้อโลก
แก่นโลก

ภาพ 7.1 โลกของเรา

โลกของเรามีลักษณะเป็นทรงกลมและมีบรรยากาศห่อหุ้มอยู่เป็นชั้นบาง ๆ จากภาพ 7.1 สามารถเห็นผิวโลกที่มีลักษณะแตกต่างกัน บางแห่งเป็นพื้นทวีป บางแห่งเป็นมหาสมุทร แต่ภายในโลกเป็นบริเวณที่เราไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง ต้องอาศัยการเจาะสำรวจ แต่เนื่องด้วยภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูงมาก ทำให้การขุดเจาะเพื่อทำการสำรวจในระดับลึกเป็นไปได้ด้วยความยากลำบาก ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ในการศึกษาลักษณะภายในโลก นักเรียนคิดว่าภายในโลกมีลักษณะเป็นอย่างไร

ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

☐ สสารมีสถานะทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

☐ สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเป็นธาตุอย่างน้อย 2 ชนิด รวมตัวกันทางเคมีด้วยอัตราส่วนที่คงที่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยทบทวนความรู้ก่อนเรียน

เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

- ☒ สสารมีสถานะทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- ☒ สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเป็นธาตุอย่างน้อย 2 ชนิด รวมตัวกันทางเคมีด้วยอัตราส่วนที่คงที่

3. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง โครงสร้างภายในโลก โดยให้ทำกิจกรรม **รู้อะไรบ้างก่อนเรียน** โดยให้นักเรียนวาดภาพโครงสร้างภายในได้อย่างอิสระตามความเข้าใจของตนเอง โดยครูจะไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง แต่ครูควรรวบรวมแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเหล่านั้นให้ถูกต้อง ซึ่งเมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจครบถ้วนตามจุดประสงค์ของบทเรียน



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- เนื้อโลกมีสถานะเป็นของเหลวทั้งหมด และภายในโลกมีสถานะเป็นของเหลว มีเพียงเปลือกโลกเท่านั้นที่มีสถานะเป็นของแข็ง (King, 2010; Philips, 1991; SERC, 2018)
- บริเวณแก่นโลกมีลักษณะกลวง (Penny, 2013; SERC, 2018)
- เปลือกโลกและธรณีภาคเป็นสิ่งเดียวกัน (King, 2010; SERC, 2018)

4. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้าที่ 114 เกี่ยวกับการขุดเจาะหลุม Kola Superdeep Borehole (KSDB) จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยอาจใช้คำถามนำอภิปรายดังต่อไปนี้
 - Kola Superdeep Borehole (KSDB) คืออะไร (เป็นการขุดเจาะหลุมลงไปในโลก ซึ่งเจาะลงไปได้ลึกประมาณ 12 กิโลเมตร จากระดับผิวดิน)
 - การขุดเจาะหลุมได้ค้นพบอะไรที่อยู่ภายในโลกบ้าง (ค้นพบหิน น้ำ และแก๊สต่าง ๆ ที่อยู่ภายในโลก ซึ่งใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนว่าสสารภายในโลกมีทั้งสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และทำให้ทราบว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง)
 - การขุดเจาะหลุมได้ประสบปัญหาอะไร จึงทำให้การขุดเจาะหยุดชะงักลง (ประสบปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิและความดันภายในโลกที่มีค่าสูงมาก)
5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหลุมเจาะ Kola Superdeep Borehole (KSDB) **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** หลุมเจาะ Kola Superdeep Borehole (KSDB) เป็นหลุมเจาะที่มีระดับความลึกจากผิวโลกมากที่สุด ประมาณ 12 กิโลเมตร จากระดับผิวโลก การขุดเจาะหลุมได้หยุดชะงักลง เนื่องจากประสบปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิและความดันภายในโลกที่สูงมาก นักวิทยาศาสตร์ได้ข้อมูลจากหลุมเจาะมากมาย เช่น มีการพบหินชนิดต่าง ๆ น้ำและแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ภายในโลก ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ นี้เป็นหลักฐานสำคัญที่นำมาใช้สนับสนุนว่า สสารภายในโลกมีสถานะทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายต่อไปอีกในประเด็นเกี่ยวกับหลักฐานอื่น ๆ ที่สนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง และสสารภายในโลกมีหลายสถานะ โดยให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในสื่อเรียนหน้า 114-115 และสังเกตภาพ 7.2-7.3 ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
- มีหลักฐานใดอีกบ้างที่แสดงว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง และสสารภายในโลกมีหลายสถานะ
 - วงแหวนไฟคืออะไร และอยู่บริเวณใดของโลก
 - แมกมามีลักษณะเป็นอย่างไร
7. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า
- หลักฐานอื่น ๆ ที่แสดงว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง และสสารภายในโลกมีหลายสถานะ เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ
 - วงแหวนไฟ คือ ตำแหน่งที่มีการระเบิดของภูเขาไฟและมีการเกิดแผ่นดินไหวอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ตรงบริเวณขอบทวีปรอบมหาสมุทรแปซิฟิก
 - แมกมามีลักษณะเป็นสารเหลวร้อน อาจมีของแข็ง เช่น ผลึกแร่ เศษหินและแก๊สรวมอยู่ด้วย และการปะทุของแมกมาในบางครั้งจะมีแรงดันที่มีค่าสูงมาก ซึ่งจะดันแมกมาให้ปะทุไปได้ไกลจากปากปล่องภูเขาไฟ



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ในอดีตบางบริเวณของประเทศไทยเคยเกิดภูเขาไฟระเบิด โดยพบหลักฐานเป็นปล่องภูเขาไฟที่อำเภอแม่ทะและอำเภอมือง จังหวัดลำปาง ได้แก่ ปล่องภูเขาไฟดอยผาคอกจำป่าแดดและปล่องภูเขาไฟดอยผาคอกหินฟู สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรธรณี ที่เว็บไซต์ <http://www.dmr.go.th/main.php?filename=n06>

8. จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียนหน้าที่ 115 ดังนี้



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- มีหลักฐานอะไรบ้างที่สนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง และสสารภายในโลกมีหลายสถานะ
- แนวคำตอบ** หลักฐานที่สนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง และสสารภายในโลกมีหลายสถานะ เช่น พุน้ำร้อน การขุดเจาะหลุมสำรวจภายในโลก ภูเขาไฟระเบิด
9. จากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 7.1 โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร โดยใช้คำถามสร้างความสนใจว่า จากข้อมูลที่พบว่าสสารภายในโลกมีสถานะทั้งของแข็ง ของเหลวและแก๊ส และภายในโลกยังคงมีอุณหภูมิและความดันสูง นักเรียนคิดว่าภายในโลกของเรามีองค์ประกอบทางเคมีเป็นอย่างไร

กิจกรรมที่ 7.1 โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

1. ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องอะไร (โครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สืบค้นและสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์ อภิปราย และลงข้อสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลอง นำเสนอแบบจำลอง และอภิปรายเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับภาพโครงสร้างภายในโลกที่วาดไว้ในรู้อะไรบ้างก่อนเรียน ว่ามีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร)ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน
- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีเพื่อนำมาสร้างแบบจำลอง และเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับภาพวาดโครงสร้างภายในโลกที่วาดไว้ในกิจกรรมรู้อะไรบ้างก่อนเรียน)

ระหว่างการทำกิจกรรม (60 นาที)

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - การใช้คำสำคัญในการสืบค้นข้อมูล เช่น คำว่าองค์ประกอบทางเคมีในโลก โครงสร้างภายในโลก โครงสร้างโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี การแบ่งโครงสร้างภายในโลก
 - เน้นให้มีการแสดงองค์ประกอบทางเคมีของชั้นต่าง ๆ ของโลกด้วยวิธีการต่าง ๆ ลงในแบบจำลอง และแสดงความหนาของชั้นต่าง ๆ ของโครงสร้างภายในโลก และระบุมาตราส่วนที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง
3. ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (30 นาที)

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า** การแบ่งโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี สามารถแบ่งได้จำนวน 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลกและแก่นโลก แต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน และแต่ละชั้นมีความหนาแตกต่างกัน
5. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้าที่ 117-120 สังเกตภาพ 7.4 และ 7.5 และตาราง 7.1 ในหนังสือเรียนหน้าที่ 119 ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี ความหนา อุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่นของโครงสร้างภายในโลกแต่ละชั้น จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียนแล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
 - โครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งออกเป็นกี่ชั้น อะไรบ้าง
 - เปลือกโลกแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง และแต่ละประเภทมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นอย่างไร
 - เนื้อโลกมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นอย่างไร
 - แก่นโลกแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง และแต่ละประเภทมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นอย่างไร
 - เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก มีความหนา อุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่น เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
6. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
 - โครงสร้างภายในโลกแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก
 - เปลือกโลกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เปลือกโลกทวีปและเปลือกโลกมหาสมุทร เปลือกโลกทวีปประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอน อะลูมิเนียม และออกซิเจนเป็นหลัก เปลือกโลกมหาสมุทรประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอน แมกนีเซียม และออกซิเจนเป็นหลัก
 - เนื้อโลกมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารประกอบของธาตุซิลิคอน แมกนีเซียม เหล็กและออกซิเจน
 - แก่นโลกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน แก่นโลกทั้ง 2 ประเภท มีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกันคือเป็นโลหะผสมของธาตุเหล็กและนิกเกิล แก่นโลกชั้นนอกมีสถานะเป็นของเหลว และแก่นโลกชั้นในมีสถานะเป็นของแข็ง
 - เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก มีความหนา อุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่นแตกต่างกัน โดยเรียงลำดับโครงสร้างโลกที่มีความหนา อุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่น มากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ แก่นโลก เนื้อโลก และเปลือกโลก ตามลำดับ



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- เปลือกโลกทวีปและเปลือกโลกมหาสมุทรมีองค์ประกอบทางเคมีและมีความหนา เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ เปลือกโลกทวีปและเปลือกโลกมหาสมุทร มีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนและแตกต่างกันดังนี้
 - เปลือกโลกทวีปและเปลือกโลกมหาสมุทรประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอนและออกซิเจนเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่เปลือกโลกทวีปยังประกอบด้วยสารประกอบของธาตุอะลูมิเนียม และเปลือกโลกมหาสมุทรมังประกอบด้วยสารประกอบของธาตุแมกนีเซียม
 - เปลือกโลกทวีปและเปลือกโลกมหาสมุทรมีความหนาแตกต่างกัน คือ เปลือกโลกทวีปมีความหนามากกว่าเปลือกโลกมหาสมุทร

- เปลือกโลก เนื้อโลกและแก่นโลก มีองค์ประกอบทางเคมี เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก มีองค์ประกอบทางเคมีทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ดังตาราง

โครงสร้างภายในโลก	ธาตุที่เป็นองค์ประกอบเหมือนกัน				ธาตุที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน
เปลือกโลก	หลัก	ซิลิคอน	ออกซิเจน	แมกนีเซียม	อะลูมิเนียม แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม
เนื้อโลก					-
แก่นโลก		-	-	-	นิกเกิล

- เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก มีความหนา อุณหภูมิ และความดัน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ
 - เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลกมีความหนาแตกต่างกัน โดยเรียงลำดับโครงสร้างโลกที่มีความหนามากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ แก่นโลก เนื้อโลก และเปลือกโลก ตามลำดับ
 - เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลกมีอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยเรียงลำดับโครงสร้างโลกที่มีอุณหภูมิมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ แก่นโลก เนื้อโลก และเปลือกโลก ตามลำดับ
 - เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลกมีความดันแตกต่างกัน โดยเรียงลำดับโครงสร้างโลกที่มีความดันมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ แก่นโลก เนื้อโลก และเปลือกโลก ตามลำดับ



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ตัวอย่างสารประกอบที่พบบนเปลือกโลก

- ซิลิกา (silica) หรือซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) เป็นสารประกอบของธาตุซิลิคอน เช่น แร่ควอตซ์ (quartz) หรือแร่เขี้ยวหนุมาน เป็นแร่ประกอบหินที่สำคัญในหินแกรนิต หินทราย หินควอร์ตไซต์ ปกติใสไม่มีสี และอาจมีสีขาวขุ่น หรือมีสีเขียว ชมพู และม่วง
- อะลูมินา (alumina) หรืออะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) เป็นสารประกอบของธาตุอะลูมิเนียม เช่น แร่ดิน แร่เฟลด์สปาร์หรือแร่ฟันม้า
- แมกนีเซีย (magnesia) หรือแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เป็นสารประกอบของธาตุแมกนีเซียม พบเป็นส่วนประกอบของแร่ประกอบหินหลายชนิด



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ไซอัลและไซมา

ไซอัล (sial) เป็นหินที่ประกอบไปด้วยซิลิกาและอะลูมินา เป็นลักษณะของหินที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกโลกทวีป เช่น หินแกรนิต ชื่อ sial มาจากตัวต้นของชื่อสารประกอบทั้งสอง คือ silica และ alumina

ไซมา (sima) เป็นหินที่ประกอบไปด้วยซิลิกาและแมกนีเซีย เป็นลักษณะของหินที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกโลกมหาสมุทร เช่น หินบะซอลต์ ชื่อ sima มาจากตัวต้นของชื่อสารประกอบทั้งสอง คือ silica และ magnesia

7. ให้นักเรียนตอบคำถามจากโจทย์ **ชวนคิด** เกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ธาตุเหล็กและนิกเกิลในชั้นแก่นโลกมีสถานะเป็นของแข็ง



เฉลยชวนคิด

- เพราะเหตุใดธาตุเหล็กและนิกเกิลภายในแก่นโลกชั้นในจึงมีสถานะเป็นของแข็ง ทั้งที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิที่สูงมากประมาณ 5,000 องศาเซลเซียส
แนวคำตอบ แก่นโลกชั้นในมีความดันสูงมาก จึงทำให้สารภายในแก่นโลกชั้นในจึงยังคงมีสถานะเป็นของแข็งได้ ถึงแม้ว่าชั้นนี้จะมีอุณหภูมิสูงถึง 5,000 องศาเซลเซียส

8. ให้นักเรียนอ่านเกร็ดความรู้ในหนังสือเรียนหน้าที่ 119 เกี่ยวกับเรื่อง ธรณีภาคและฐานธรณีภาค จากนั้นครูนำอภิปรายในประเด็นเกี่ยวกับการกำเนิดของคลื่นแผ่นดินไหว การแบ่งโครงสร้างภายในโลกโดยใช้คลื่นแผ่นดินไหว ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างธรณีภาคและฐานธรณีภาค
9. ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างภายในโลก จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีอื่น ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น ใช้คำถามและอภิปรายร่วมกัน ใช้แผนภาพ วิดีทัศน์ เอกสารอ่านประกอบ

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
เนื้อโลกมีสถานะเป็นของเหลวทั้งหมด และภายในโลกมีสถานะเป็นของเหลว มีเพียงเปลือกโลกเท่านั้นที่มีสถานะเป็นของแข็ง (King, 2010; Philips, 1991; SERC, 2018)	มีบางส่วนของเนื้อโลกเท่านั้นที่มีสถานะเป็นของเหลว และภายในโลกมีสถานะทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
บริเวณแก่นโลกมีลักษณะกลวง (Penny, 2013; SERC, 2018)	แก่นโลกเป็นส่วนที่อยู่ลึกที่สุดภายในโลก ประกอบไปด้วยโลหะผสมของธาตุเหล็กและนิกเกิล (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
เปลือกโลกและธรณีภาคเป็นสิ่งเดียวกัน (King, 2010; SERC, 2018)	เปลือกโลกและธรณีภาคไม่ใช่สิ่งเดียวกัน ธรณีภาคเป็นบริเวณของเปลือกโลกและส่วนบนสุดของเนื้อโลกรวมกัน มีความหนาตั้งแต่ผิวโลกถึงไปถึงที่ระดับความลึกประมาณ 100 กิโลเมตร (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)

10. เชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง **ที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานบนผิวโลก** โดยนำอภิปรายดังนี้ เราทราบแล้วว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูงมากจนทำให้ภายในโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงและส่งผลกระทบต่อชั้นมาสู่ผิวโลก ดังเช่น การเกิดพุน้ำร้อน การระเบิดของภูเขาไฟ นอกจากนั้นผิวโลกที่เราอาศัยอยู่ก็เกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาขึ้นมากมาย จนทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปพรรณสัณฐานต่าง ๆ เช่น การเกิดภูมิลักษณะ ดังภาพ 7.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานบนผิวโลกมีอะไรบ้าง และกระบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร เราจะไปเรียนรู้กันในเรื่องต่อไป

เรื่องที่ 2

กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานิวโลก

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

- ให้นักเรียนศึกษาภาพนำเรื่อง ภาพ 7.7 ลานหินปุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ในหนังสือเรียนหน้าที่ 121 และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจากภาพ โดยอาจถามนักเรียนว่า หินที่ปรากฏในภาพมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงมีลักษณะเช่นนั้น (นักเรียนตอบได้โดยอิสระตามความเข้าใจของตนเอง) จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าเรื่อง และร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- ลานหินปุ่มดังภาพ 7.7 ในหนังสือเรียนหน้าที่ 121 เป็นลานหินทรายที่มีลักษณะเป็นปุ่มหินที่ด้านบนมีลักษณะมน ปุ่มหินที่ปรากฏมีหลายขนาด โดยโผล่ให้เห็นเรียงต่อเนื่องกัน
 - ปุ่มหินนั้นเกิดจากฝน น้ำผิวดิน ลม ได้กัดเซาะแนวรอยแตกของหินให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ๆ ทำให้เหลือแต่เนื้อหินตรงกลางเป็นก้อนที่ด้านบนมีลักษณะมน
 - การเกิดลานหินปุ่มนี้ใช้เวลายาวนาน ไม่สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างทันทีทันใด
 - ลานหินปุ่มเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาต่าง ๆ
 - ภูมิลักษณะ เป็นลักษณะของเปลือกโลกที่มีรูปพรรณสัณฐานต่าง ๆ ดังเช่น ลานหินปุ่ม
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างภูมิลักษณะที่พบบนผิวโลกประมาณ 1-2 ตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนอาจยกตัวอย่างได้ว่า ภูมิลักษณะบนผิวโลกยังมีอีกหลายลักษณะ เช่น ภูเขา เนินทราย ที่ราบ ที่ราบสูง ดินดอนสามเหลี่ยม แม่น้ำที่ไหลคดเคี้ยว น้ำตก แก่งหิน กุ่มลักษณะ ชุ่มหิน
 - ให้นักเรียนอ่าน**คำสำคัญ** ทำกิจกรรม**ทบทวนความรู้ก่อนเรียน** แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนและแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานิวโลกต่อไป

หน่วยที่ 7 | โลกและการเปลี่ยนแปลง
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 121

เรื่องที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานิวโลก



ภาพ 7.7 ลานหินปุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

คำสำคัญ
การผุพังอยู่กับที่
การกร่อน
การสะสมตัวของตะกอน

ลานหินปุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ในอดีตพื้นที่บริเวณนี้เป็นลานหินทรายที่มีแนวรอยแตก และเนื่องด้วยการกระทำของฝน น้ำผิวดิน และปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ได้กัดเซาะแนวรอยแตกของหินดังกล่าวให้มีขนาดใหญ่ขึ้นตามกาลเวลา ทำให้เหลือแต่เนื้อหินตรงกลางเป็นก้อนที่ด้านบนมีลักษณะมน ซึ่งจะโผล่ให้เห็นเรียงต่อเนื่องกันเป็นลานหินปุ่ม การเกิดลานหินปุ่มนี้ใช้ระยะเวลายาวนาน ไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างทันทีทันใด

ลานหินปุ่มเป็นลักษณะหนึ่งของเปลือกโลกที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานิวโลก ลักษณะเปลือกโลกที่มีรูปพรรณสัณฐานต่าง ๆ นี้เรียกว่า **ภูมิลักษณะ (landform)** ภูมิลักษณะบนผิวโลกยังมีอีกหลายลักษณะ เช่น ภูเขา ทะเลสาบ ที่ราบ ที่ราบสูง ดินดอนสามเหลี่ยม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยบททวนความรู้ก่อนเรียน

เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงหน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

1. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ☐ หดตัว ☒ ขยายตัว

2. เมื่อสสารสูญเสียความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ☒ หดตัว ☐ ขยายตัว

3. เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ปริมาตรของน้ำเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

- ☒ เพิ่มขึ้น ☐ ลดลง ☐ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

- ☒ การเกิดสนิมเหล็กที่ตะปู ☒ การหยดกรดไปที่พื้นคอนกรีตแล้วเกิดฟองแก๊ส
☒ การผสมสาร 2 ชนิดแล้วเกิดสารใหม่ที่มีสมบัติแตกต่างจากเดิม
☐ น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง

5. กระบวนการใดของวัฏจักรหินที่เกิดขึ้นบนผิวโลก

- ☐ การหลอมเหลว ☒ การกร่อน ☒ การสะสมตัวของตะกอน
☐ การตกผลึกจากแมกมา ☒ การผุพังอยู่กับที่

4. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานบนผิวโลก โดยให้ทำกิจกรรมรู้อย่างไรบ้างก่อนเรียน ให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจของนักเรียน โดยครูจะไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง แต่ควรรวบรวมแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขแนวคิดเหล่านั้นให้ถูกต้อง ซึ่งเมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจครบถ้วนตามจุดประสงค์ของบทเรียน



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- หินและผิวโลกไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น (OSU, 2018; SERC, 2018; UCI, 2018)
- การผุพังอยู่กับที่และการกร่อนเป็นสิ่งเดียวกัน (UCI, 2018; OSU, 2018)
- การกร่อนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (UCI, 2018; OSU, 2018)
- แม่น้ำไม่สามารถกัดเซาะผิวโลกได้ (SERC, 2018)

5. เชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 7.2 การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยใช้คำถามว่า มนุษย์ทำเหมืองหิน เหมืองแร่ เพื่อนำหินและแร่มาใช้ประโยชน์ รวมถึงมีการก่อสร้างเขื่อน อุโมงค์ ถนน การกระทำของมนุษย์ดังกล่าวทำให้หิน ดินและแร่เกิดการผุพังได้ แต่นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่าแล้วเศษหินที่ผุพังอยู่ตามธรรมชาติที่ไม่ได้เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เศษหินเหล่านั้นผุพังได้อย่างไร เราจะไปเรียนรู้กันในกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 7.2 การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร



<http://ipst.me/9917>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องอะไร (การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (อธิบายกระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินจากแบบจำลอง)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ทำแบบจำลองการผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินตามขั้นตอนในกิจกรรม และให้ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้านำแก้วน้ำจากการทำกิจกรรมจำนวน 1 ใบ ไปแช่ไว้ในช่องแช่แข็ง จนน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง ส่วนอีกใบหนึ่งไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางไว้เป็นระยะเวลาเท่ากับที่นำแก้วใบแรกไปแช่ไว้ในช่องแช่แข็ง จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง จากนั้นให้ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน แล้วใช้กรรไกรค่อย ๆ ตัดแก้วแต่ละใบออกจากปูนปลาสเตอร์ สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการสังเกต)

ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน

 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของแก้วทั้ง 2 ใบ และเมื่อใช้กรรไกรตัดแก้วแต่ละใบออกแล้ว ให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของปูนปลาสเตอร์)

ระหว่างการทำกิจกรรม (40 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - การเจาะรูที่กึ่งกลางกันแก้ว มีลักษณะดังภาพ



การเจาะรูที่กึ่งกลางกันแก้ว

- การใช้หลอดฉีดยาบรรจุน้ำ 100 cm³ ลงในลูกโป่ง อาจใช้หลอดฉีดยาขนาด 50 cm³ หรือขนาดใหญ่กว่านี้ก็ได้ โดยให้นำปากลูกโป่งไปครอบไว้บริเวณส่วนปลายของหลอดฉีดยา จากนั้นจับบริเวณส่วนที่ปลายลูกโป่งครอบส่วนของปลายหลอดฉีดยาไว้ให้แน่น และฉีดน้ำจากหลอดฉีดยาเข้าไปที่ลูกโป่ง เมื่อบรรจุน้ำลงไปจนลูกโป่งเสร็จแล้วให้ค่อย ๆ นำปากลูกโป่งออกจากบริเวณส่วนปลายของหลอดฉีดยา โดยระวังไม่ให้น้ำกระฉอกออกจากลูกโป่ง และใช้ยางรัดที่ปากลูกโป่งให้แน่น



การใช้หลอดฉีดยาบรรจุน้ำลงในลูกโป่ง

- การเทน้ำปูนปลาสเตอร์ลงในแก้วแต่ละใบจะทำให้ลูกโป่งลอยขึ้นมาที่ผิวหน้าปูนปลาสเตอร์ จึงควรใช้ดินน้ำมันกดปิดทับปากลูกโป่งที่ดึงออกมาจากกันแก้ว เข้าไปกับกันแก้วให้แน่น



การใช้ดินน้ำมันกดปิดทับปากลูกโป่ง เข้าไปกับกันแก้วให้แน่น

- ย้ำนักเรียนว่าในการเทน้ำปูนปลาสเตอร์ลงในแก้ว ให้เทจนระดับผิวของน้ำปูนปลาสเตอร์ปิดทับระดับผิวบนสุดของลูกโป่งพอดี เพราะถ้าความหนาของปูนปลาสเตอร์มากเกินไป จะทำให้ผลการทำกิจกรรมคลาดเคลื่อนได้ และนำแก้วจำนวน 1 ใบไปแช่ไว้ในช่องแช่แข็งจนน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง ส่วนอีกใบหนึ่งไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางไว้เป็นระยะเวลาเท่ากันกับที่นำแก้วใบแรกไปแช่ไว้ในช่องแช่แข็ง และปูนปลาสเตอร์ต้องแข็งตัวดีแล้ว จึงค่อยใช้กรรไกรตัดแก้วแต่ละใบออก สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



การเทน้ำปูนปลาสเตอร์ลงในแก้ว

- ขณะตัดแก้วออกให้ค่อย ๆ ตัด ไม่ให้ปูนปลาสเตอร์แตกหลุดหรือเกิดความเสียหาย
 - ในขั้นตอนการทำกิจกรรม จะต้องนำแก้วจำนวน 1 ใบ ไปแช่ไว้ในช่องแช่เย็นจนน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง ซึ่งต้องใช้เวลา ดังนั้นนักเรียนอาจจะทำกิจกรรมในขั้นตอนที่ 7 ซึ่งเป็นขั้นตอนเกี่ยวกับการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของแก้ว ทั้ง 2 ใบ และปูนปลาสเตอร์จากแก้วทั้ง 2 ใบ ในคาบเรียนครั้งต่อไป
3. ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (30 นาที)

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า** การเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวเป็นของแข็งทำให้ปริมาตรของน้ำเพิ่มขึ้นและจะเกิดแรงกระทำโดยจะดันปูนปลาสเตอร์ให้แตกหักออกจากกัน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้เทียบได้กับการมีน้ำมาขังอยู่ในรอยแตก ในช่องว่างหรือในโพรงของหิน เมื่ออุณหภูมิอากาศลดลง อุณหภูมิของน้ำที่ขังอยู่จะลดลงไปด้วย ถ้าอุณหภูมิของน้ำลดลงจนถึงจุดเยือกแข็ง น้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น และจะเกิดแรงกระทำบริเวณรอยแตกของหินโดยจะดันรอยแตกของหิน ทำให้ช่องว่างบริเวณรอยแตกหรือโพรงของหินมีขนาดใหญ่ขึ้น จนอาจทำให้หินแตกออกจากกัน
5. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียน หน้า 125-127 และสังเกตภาพ 7.8-7.11 เกี่ยวกับการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
- การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินมีลักษณะอย่างไร
 - การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยใดบ้าง
6. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
- การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเป็นกระบวนการที่ทำให้หินมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะขนาดและรูปร่าง เช่น ทำให้หินมีขนาดเล็กลง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของหิน โดยชิ้นส่วนต่าง ๆ ยังไม่ถูกนำพาให้กระจัดกระจายไปจากตำแหน่งเดิม
 - การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก อุณหภูมิอากาศ สภาพอากาศ ชนิดของดิน หิน แร่และตะกอนต่าง ๆ ที่มีความทนทานต่อการผุพังแตกต่างกัน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ การกระทำของน้ำ ลม สิ่งมีชีวิต รวมถึงระยะเวลา
7. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่ทำให้หินผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพมากขึ้น ให้นักเรียนอ่านเกร็ดน่ารู้ในหนังสือเรียนหน้า 127 เกี่ยวกับเรื่อง โครงสร้างทางธรณีวิทยา จากนั้นครูนำอภิปรายโดยให้นักเรียนยกตัวอย่างโครงสร้างทางธรณีวิทยา 1-2 ลักษณะที่เป็นปัจจัยที่ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพได้



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพได้

แนวคำตอบ ปัจจัยที่ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพได้ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก อุณหภูมิอากาศ สภาพอากาศ ชนิดของดิน หิน แร่และตะกอนต่าง ๆ ที่มีความทนทานต่อการผุพังแตกต่างกัน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ การกระทำของน้ำ ลม สิ่งมีชีวิต รวมถึงระยะเวลา

8. เชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 7.3 การผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยใช้คำถามว่า หินในธรรมชาติมีการผุพังโดยการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีได้หรือไม่ ถ้ามีจะเกิดขึ้นจากกระบวนการใด เราจะไปเรียนรู้กันในกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 7.3 การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร



<http://ipst.me/9918>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหิน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (อธิบายกระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินจากแบบจำลอง)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ทำแบบจำลองกระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินตามขั้นตอนในกิจกรรม และให้ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้าหยดน้ำกลั่น 1 หยดลงไปที่หินปูน จะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างจากการหยดกรดซัลฟิวริกเจือจาง 1 หยดลงไปที่หินปูนหรือไม่ อย่างไร ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการสังเกต)

ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน

 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนหินปูน เมื่อหยดน้ำกลั่นและกรดซัลฟิวริกเจือจางลงบนหินปูน)

ระหว่างการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - ก่อนทำการทดสอบให้ทำความสะอาดหินปูน เช็ดและผึ่งให้แห้ง จากนั้นให้หยดน้ำกลั่นลงไปที่หินปูนก่อน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการสังเกต จากนั้นล้างและเช็ดก้อนหินด้วยผ้าให้แห้งและทำการทดสอบโดยการหยดกรดซัลฟิวริกเจือจางลงในตำแหน่งเดิมเป็นลำดับต่อไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและบันทึกผล
 - ระหว่างทำกิจกรรมให้นักเรียนสวมแว่นตาป้องกันสารเคมีและถุงมือป้องกันสารเคมีตลอดเวลา และห้ามสูดดมกรดซัลฟิวริก เนื่องจากกรดซัลฟิวริกสามารถทำอันตรายต่อผิวหนังและระบบหายใจได้
- ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (25 นาที)

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า** เมื่อหยดน้ำกลั่นลงไปทีละหยดในน้ำปูนใสไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น แต่เมื่อหยดกรดซัลฟิวริกเจือจางลงไปทีละหยดในน้ำปูนใสจะเกิดฟองแก๊สขึ้น
5. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารเป็นอย่างไร ให้นักเรียนอ่านเกร็ดความรู้ในหนังสือเรียนหน้าที่ 129 เกี่ยวกับเรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร จากนั้นครูนำอภิปรายโดยให้นักเรียนยกตัวอย่างว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารสังเกตได้จากอะไรบ้าง
6. จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียน หน้าที่ 129-130 สังเกตภาพ 7.12-7.13 ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
 - หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีได้อย่างไร
 - กรดคาร์บอนิกเมื่อสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 - คาสต์ คืออะไร
7. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
 - หินมีการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีได้ กล่าวคือในธรรมชาติ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศจะทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับฝนจนได้สารละลายที่เป็นกรดเล็กน้อย เมื่อสารละลายที่เป็นกรดเล็กน้อยดังกล่าวมาสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ เช่น หินปูน หินโดโลไมต์ หินอ่อน สารละลายดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต สังเกตได้จากการเกิดฟองแก๊ส ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมี
 - ในธรรมชาติ เมื่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศทำปฏิกิริยาเคมีกับฝนจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิกซึ่งเป็นกรดอ่อน กรดนี้เมื่อสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบจะเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้เกิดสารใหม่ คือ สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นนี้ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมี
 - คาสต์ เป็นลักษณะของหินปูนที่มีลักษณะเว้าแหว่งหรือมีลักษณะเป็นรูร่องลึกลงไปเนื้อหิน เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินปูน
8. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการระบุความเป็นกรด-เบส ของสารมากขึ้น ให้นักเรียนอ่านเกร็ดความรู้ในหนังสือเรียน หน้าที่ 130 เกี่ยวกับค่า pH และฝนกรด จากนั้นครูนำอภิปรายในประเด็นเกี่ยวกับสมบัติของสารเมื่อมี pH เท่ากับ 7 ต่ำกว่า 7 และมากกว่า 7 และค่า pH ของฝนที่จัดให้เป็นฝนกรด และบริเวณที่มีโอกาสเกิดฝนกรด



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

● ปัจจัยใดที่ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมี

แนวคำตอบ ปัจจัยที่ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีได้ คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมี กล่าวคือในธรรมชาติ เมื่อฝนเกิดปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สบางชนิดในอากาศจะได้สารละลายที่เป็นกรด เมื่อสารละลายที่เป็นกรดดังกล่าวมาสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ เช่น หินปูน หินโดโลไมต์ หินอ่อน สารละลายดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต สังเกตได้จากการเกิดฟองแก๊ส ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมี

9. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาเกี่ยวกับ สิ่งมีชีวิตสามารถทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ได้ในหนังสือเรียนหน้าที่ 131 และ สังเกตภาพ 7.14 ในหนังสือเรียน จากนั้นร่วมกันอภิปรายการผุพังอยู่กับที่ของหินเนื่องจากปัจจัยจากสิ่งมีชีวิต **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** สิ่งมีชีวิตเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีได้ การเจริญเติบโตของต้นไม้บนหินที่มีรอยแตก เมื่อเวลาผ่านไปต้นไม้มีการเจริญเติบโตมากขึ้น รากที่ซอนไหลลงไปในรอยแตกจะมีจำนวนของรากและมีขนาดของรากเพิ่มมากขึ้น รากที่มีขนาดใหญ่จะดันรอยแตกของหินให้มีขนาดความกว้างมากขึ้น จนทำให้หินแตกออกจากกันได้ และที่ปลายรากของต้นไม้บางชนิดจะมีสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดอย่างอ่อน การเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารละลายกับสารประกอบของหินที่รากซอนไหลลงไปจะทำให้หินผุพังอยู่กับที่ทางเคมีได้



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

● การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีของหิน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีของหินมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินจะทำให้หินมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะขนาดและรูปร่าง โดยหินมีขนาดเล็กลง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของหิน แต่การผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินเป็นกระบวนการที่ทำให้หินมีการผุพังเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาเคมี องค์ประกอบทางเคมีของหินที่ผุพังจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

10. เชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 7.4 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าเมื่อหินมีการผุพังอยู่กับที่แล้ว ตะกอนที่เกิดจากการผุพังจะเคลื่อนที่ออกไปจากตำแหน่งเดิมแล้วไปสะสมตัวอยู่ในแหล่งใหม่ได้หรือไม่ ถ้าได้ อะไรคือตัวนำพาตะกอนดังกล่าวให้เคลื่อนที่ไป เราจะไปเรียนรู้กันในกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 7.4 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอนที่ 1 การกร่อน

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)



<http://ipst.me/9930>

1. ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การกร่อนของตะกอน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (อธิบายกระบวนการกร่อนจากแบบจำลอง)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สังเกตขนาดของกรวดและทรายว่าตะกอนชนิดใดมีขนาดเม็ดตะกอนใหญ่กว่ากัน และบันทึกผลการสังเกต สร้างแบบจำลองการกร่อนตามขั้นตอนการทำกิจกรรม ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้าปล่อยน้ำ 300 cm^3 ให้ไหลอย่างต่อเนื่องผ่านรูจากขวดที่เจาะไว้ลงไปที่บริเวณกึ่งกลางของกองกรวดและกองทราย จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกองกรวดและกองทราย และบันทึกผลการสังเกต)ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน
- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตและเปรียบเทียบขนาดเม็ดตะกอนของกรวดและทราย สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของกองกรวดและกองทราย)

ระหว่างการทำกิจกรรม (20 นาที)

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - นักเรียนสามารถเลือกสถานที่ทำกิจกรรมได้ตามเหมาะสม เช่น ในห้องเรียน ใต้อาคารเรียน หรือบริเวณสนามหญ้า
 - ย้ำนักเรียนว่าภูเขาจำลองทั้ง 2 กอง ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเท่ากัน และในการปล่อยน้ำไปที่ภูเขาจำลองทั้ง 2 กอง ให้ปล่อยน้ำด้วยความแรงของน้ำที่เท่ากัน และปล่อยที่ระดับความสูง 20 เซนติเมตรเหนือระดับบนสุดของกองกรวดและกองทรายเท่ากัน
 - ให้นักเรียนปล่อยน้ำลงไปที่กองกรวดและกองทรายอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งครบ 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (25 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า**
 - เมื่อปล่อยน้ำไปที่กองกรวดและกองทราย พบว่ากรวดและทรายจะเคลื่อนที่ออกจากกองตะกอน
 - ทรายจะเคลื่อนที่ออกจากกองตะกอนได้มากกว่ากรวด เนื่องจากทรายมีขนาดเม็ดตะกอนเล็กกว่ากรวด
 - เมื่อเทน้ำจนหมด กองทรายจะเปลี่ยนแปลงลักษณะและรูปร่างไปจากเดิมได้อย่างชัดเจน

ตอนที่ 2 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำ

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)



<http://ipst.me/9931>

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำ)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (อธิบายกระบวนการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำจากแบบจำลอง)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สร้างแบบจำลองภูมิประเทศที่มีธารน้ำไหลผ่านตามขั้นตอนในกิจกรรม โดยนำทรายมาเกลี่ยลงในกระบะพลาสติก จากนั้นปล่อยน้ำจากถังน้ำไปที่ภูมิประเทศจำลองอย่างต่อเนื่อง ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้าปล่อยน้ำให้ไหลลงไปที่ภูมิประเทศจำลองเป็นเวลาประมาณ 15 นาที ในแต่ละช่วงเวลาต่อไปนี้ คือ ช่วงก่อนปล่อยน้ำ ระหว่างปล่อยน้ำ และหลังปล่อยน้ำ ภูมิประเทศจำลองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและบันทึกผลการสังเกต)

ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน
- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตการกัดเซาะและการสะสมตัวของตะกอนตามช่วงต่าง ๆ ของธารน้ำจำลอง และการเปลี่ยนแปลงของธารน้ำจำลอง)

ระหว่างการทำกิจกรรม (20 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - นักเรียนสามารถเลือกสถานที่ทำกิจกรรมได้ตามเหมาะสม เช่น ในห้องเรียน ใต้อาคารเรียน หรือบริเวณสนามหญ้า
 - ไม่ควรปล่อยน้ำจากสายยางให้แรงจนเกินไป เพราะจะทำให้ทรายในกระบะกระถูกน้ำนำพาให้จัดกระจายอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

4. ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (30 นาที)

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า**
- การไหลของน้ำอย่างต่อเนื่องลงไปสู่ภูมิประเทศจำลองทำให้เกิดร่องน้ำขึ้น
 - เมื่อปล่อยน้ำเป็นเวลานานขึ้น ร่องน้ำจะมีขนาด ลักษณะและทิศทางเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
 - เมื่อสังเกตภูมิประเทศจำลองจะพบว่าบางช่วงมีการกร่อนเกิดขึ้น และบางช่วงมีการสะสมตัวของทรายเกิดขึ้น



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ความรุนแรงของการกร่อนบนผิวโลก

การกร่อนบนผิวโลกในแต่ละพื้นที่นั้นมีความรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของดิน หิน และตะกอนที่มีความทนทานต่อการกร่อนได้แตกต่างกัน ภูมิประเทศที่มีความลาดชันต่างกัน เช่น บริเวณที่มีความลาดชันมากจะเกิดการกร่อนได้มากกว่าบริเวณที่มีความลาดชันน้อยกว่า โครงสร้างทางธรณีวิทยาของหินที่มีรอยแตกหรือรอยแยกก็เป็นปัจจัยที่ทำให้หินเกิดการกร่อนได้มากและรวดเร็วขึ้น พื้นที่ที่อยู่ในเขตฝนตกชุกก็จะเกิดการกร่อนได้มากกว่าพื้นที่ที่มีปริมาณฝนน้อยกว่า รวมถึงการมีพืชปกคลุมดินก็จะช่วยให้พื้นที่เกิดการกร่อนได้น้อยลง

6. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้าที่ 134-136 สังเกตภาพ 7.15-7.17 และตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
- การกร่อนมีลักษณะเป็นอย่างไร
 - การกร่อนเกิดจากตัวนำพาและปัจจัยใดบ้าง
 - การกร่อนในแต่ละพื้นที่มีความรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยใด
 - การกร่อนบนผิวโลกทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นภูมิลักษณะใดบ้าง
7. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
- การกร่อนเป็นกระบวนการที่ทำให้วัตถุบนผิวโลกเคลื่อนที่ไป หลุดไป หรือละลายไปเนื่องด้วยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ
 - ในธรรมชาติ เมื่อหินในพื้นที่หนึ่งมีการผุพังอยู่กับที่เป็นเศษหินหรือตะกอนขนาดต่าง ๆ อาจเกิดการนำพาให้เศษหินหรือตะกอนดังกล่าวเคลื่อนที่กระจายจากตำแหน่งเดิมโดยตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ธาร

น้ำแข็ง ร่วมกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ แรงโน้มถ่วงของโลก ชนิดของดิน หิน แร่และตะกอนต่าง ๆ โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ ปริมาณพืชปกคลุมดิน สภาพอากาศ สารละลาย และระยะเวลา

- การกร่อนในแต่ละพื้นที่ที่มีความรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความแตกต่างของชนิดหรือขนาดตะกอนที่มีความทนทานต่อการกร่อนได้แตกต่างกัน
- การกร่อนทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นภูมิลักษณะต่าง ๆ มากมาย เช่น เสาเฉลียง กุ่มลักษณะ



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- กระบวนการกร่อนบนผิวโลกอาศัยตัวนำพาและปัจจัยตามธรรมชาติใดบ้าง

แนวคำตอบ กระบวนการกร่อนบนผิวโลกอาศัยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

- กระบวนการกร่อนอาศัยตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง
- กระบวนการกร่อนอาศัยปัจจัยต่าง ๆ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก ชนิดของดิน หิน แร่และตะกอนต่าง ๆ โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ ปริมาณพืชปกคลุมดิน สภาพอากาศ สารละลาย และระยะเวลา

8. ประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน โดยใช้โจทย์**ชวนคิด**เกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้การกร่อนบนผิวโลกมีความรุนแรงแตกต่างกัน และการช่วยป้องกันการพังทลายของดิน



เฉลยชวนคิด

- การกร่อนบนผิวโลกในแต่ละพื้นที่ที่มีความรุนแรงแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ การกร่อนบนผิวโลกในแต่ละพื้นที่ที่มีความรุนแรงแตกต่างกัน เนื่องด้วยปัจจัยต่าง ๆ เช่น

- ปริมาณและความรุนแรงของตัวนำพาของน้ำ ลม
- ประเภทและชนิดของดิน หิน แร่ และตะกอนที่แตกต่างกัน
- ภูมิประเทศที่แตกต่างกัน
- ปริมาณพืชปกคลุมพื้นที่ที่แตกต่างกัน

- การปลูกต้นไม้บริเวณที่ลาดเชิงเขา ช่วยป้องกันการพังทลายของดินได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ การปลูกต้นไม้บริเวณที่ลาดเชิงเขา สามารถช่วยป้องกันการพังทลายของดินได้ เช่น

- ต้นไม้จะช่วยชะลอความรุนแรงของน้ำผิวดินที่จะไหลกัดเซาะพื้นที่
- รากของต้นไม้จะช่วยดูดซับน้ำผิวดิน ซึ่งจะช่วยลดปริมาณน้ำที่จะไหลกัดเซาะพื้นที่
- รากของต้นไม้จะช่วยยึดเกาะดินไว้ ช่วยป้องกันการพังทลายของดินได้

9. ให้นักเรียนอ่านเกร็ดความรู้ในหนังสือเรียนหน้าที่ 136 เรื่อง แคนยอน จากนั้นครูนำอภิปรายในประเด็นเกี่ยวกับการเกิดแคนยอน ลักษณะของแคนยอน ตัวนำพาและปัจจัยที่ทำให้เกิดแคนยอน และลักษณะของแกรนด์แคนยอน ประเทศสหรัฐอเมริกา

10. ให้นักเรียนอ่านเกร็ดน่ารู้ในหนังสือเรียนหน้าที่ 136 เรื่อง เนินทราย จากนั้นครุ่นอภิปรายในประเด็นเกี่ยวกับการเกิดเนินทราย ตัวนำพาในธรรมชาติที่ทำให้เกิดเนินทราย
11. ประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน โดยใช้โจทย์**ชวนคิด**เกี่ยวกับการกร่อนของผิวโลกโดยคลื่นทะเล



เฉลยชวนคิด

- นักเรียนคิดว่าคลื่นทะเลเป็นตัวนำพาที่ทำให้ผิวโลกเกิดการกร่อนขึ้นได้หรือไม่ ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว และนำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว
- แนวคำตอบ** คลื่นทะเลเป็นตัวนำพาที่ทำให้ผิวโลกเกิดการกร่อนขึ้นได้ กล่าวคือ คลื่นทะเลสามารถกัดเซาะทรายบริเวณชายฝั่งให้เคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิมได้ รวมทั้งสามารถกัดเซาะหินบริเวณชายฝั่งให้เกิดเป็นภูมิลักษณะต่าง ๆ ได้ เช่น เกิดซุ้มหินชายฝั่ง

12. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในสื่อเรียนหน้า 137-139 สังเกตภาพ 7.18-7.24 ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น

- ในธรรมชาติร่องน้ำหนึ่ง ๆ เมื่อเกิดการกร่อนเป็นเวลานานจะมีลักษณะเป็นอย่างไร
- ความเร็วของกระแสน้ำในแต่ละช่วงหรือแต่ละบริเวณของแม่น้ำมีความเร็วแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในแม่น้ำเกิดขึ้นบริเวณใด
- ถ้าการไหลของน้ำในแม่น้ำยังเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม่น้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง
- ภูมิลักษณะที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำมีอะไรบ้าง

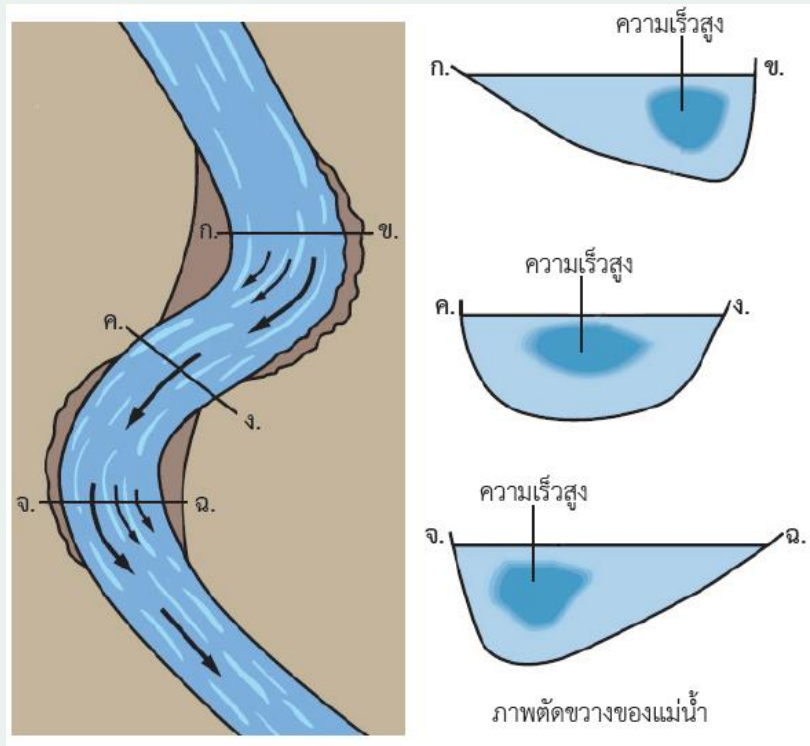
13. จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียนและร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**

- ในธรรมชาติ ร่องน้ำหนึ่ง ๆ เมื่อเกิดการกร่อนเป็นเวลานาน ร่องน้ำจะมีขนาดใหญ่ขึ้นจนพัฒนากลายเป็นธารน้ำหรือแม่น้ำ และจะมีลักษณะและทิศทางเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
- ความเร็วของกระแสน้ำในช่วงต่าง ๆ ของแม่น้ำจะมีความเร็วแตกต่างกัน บริเวณโค้งน้ำด้านนอก ความเร็วของกระแสน้ำจะสูงกว่าบริเวณโค้งน้ำด้านใน
- บริเวณโค้งน้ำด้านนอกของแม่น้ำ ซึ่งจะมีกระแสน้ำที่มีความเร็วสูงมาปะทะจะเกิดการกร่อน และบริเวณโค้งน้ำด้านในของแม่น้ำ กระแสน้ำจะมีความเร็วต่ำกว่าบริเวณโค้งน้ำด้านนอก ตะกอนที่ถูกนำพามากับกระแสน้ำจะมีการสะสมตัวเกิดขึ้น
- การไหลของน้ำในแม่น้ำถ้าเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก็จะเกิดการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนตามช่วงต่าง ๆ ของแม่น้ำอย่างต่อเนื่องเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เป็นเวลานาน แม่น้ำจะมีลักษณะโค้งตัวมากขึ้น
- ภูมิลักษณะที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำ เช่น แม่น้ำโค้งตัว ทะเลสาบรูปแอก เนินตะกอนน้ำพารูปพัด ดินดอนสามเหลี่ยม ซึ่งเกิดจากนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- จากภาพ 7.18 ถ้านักเรียนต้องการสร้างบ้าน จะเลือกสร้าง ณ ตำแหน่งใด ระหว่างตำแหน่ง ก. ข. จ. และ ฉ. เพราะเหตุใดจึงเลือกตำแหน่งดังกล่าว



ภาพ 7.18 ความเร็วของกระแสน้ำ ณ บริเวณต่าง ๆ ของแม่น้ำ ทำให้บริเวณ ก. และ ฉ. มีการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้นและบริเวณ ข. และ จ. เกิดการกร่อน

แนวคำตอบ ถ้าต้องการสร้างบ้าน จะเลือกสร้าง ณ ตำแหน่ง ก. และ ฉ. เพราะบริเวณ ก. และ ฉ. เป็นบริเวณโค้งน้ำด้านใน ความเร็วของกระแสน้ำจะต่ำกว่าบริเวณ ข. และ จ. ทำให้ตะกอนที่ถูกนำพามากับกระแสน้ำมีการสะสมตัวของตะกอน ณ บริเวณโค้งน้ำด้านในนี้ ถ้าการไหลของกระแสน้ำยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง บริเวณ ก. และ ฉ. จะเกิดการสะสมตัวของตะกอนมากขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดเป็นแผ่นดินงอกยื่นเข้าไปในธารน้ำมากขึ้น ๆ ถ้ามีการสร้างบ้านตรงบริเวณดังกล่าว จะทำให้พื้นดินในบริเวณบ้านไม่ถูกกัดเซาะเนื่องจากการกระทำของน้ำ

- การสะสมตัวของตะกอนที่ผิวโลกอาศัยตัวนำพาและปัจจัยตามธรรมชาติใดบ้าง

แนวคำตอบ การสะสมตัวของตะกอนที่ผิวโลกอาศัยตัวนำพา เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง และปัจจัยต่าง ๆ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ

- **ภูมิลักษณะที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำมีอะไรบ้าง**

แนวคำตอบ ภูมิลักษณะที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำ เช่น แม่น้ำโค้งตัวตวัด ทะเลสาบรูปแอก เนินตะกอน น้ำพารูปพัด ดินดอนสามเหลี่ยม

14. ประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน โดยใช้โจทย์**ชวนคิด**เกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงของผิวโลกเนื่องจากการกระทำของมนุษย์



เฉลยชวนคิด

- นักเรียนคิดว่าการกระทำของมนุษย์ใดบ้างที่สามารถทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

แนวคำตอบ การกระทำของมนุษย์สามารถทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น การระเบิดหินหรือภูเขา เพื่อทำเหมืองหิน เหมืองแร่ การขุดเจาะดินหรือหินเพื่อการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ เป็นต้น

15. ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานบนผิวโลก จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีอื่น ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น ใช้คำถามและอภิปรายร่วมกัน ใช้แผนภาพ วิดีทัศน์ เอกสารอ่านประกอบ

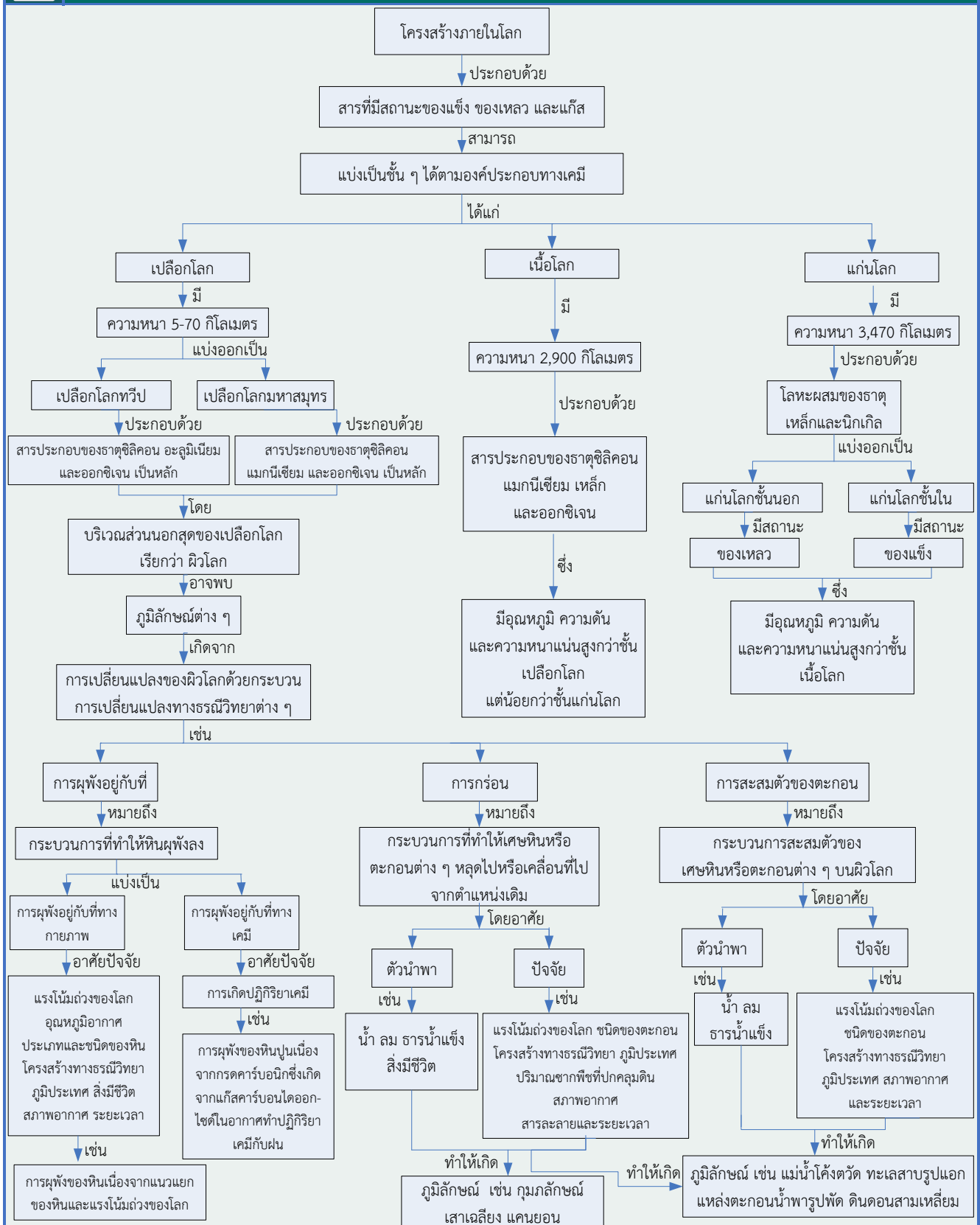
แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
หินและผิวโลกไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น (OSU, 2018; SERC, 2018; UCI, 2018)	หินและผิวโลกสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยกระบวนการต่าง ๆ ทางธรณีวิทยา เช่น การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน โดยอาศัยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการต้องใช้ระยะเวลานานจึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น การกร่อนของภูเขาหินปูน (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGearry & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
การผุพังอยู่กับที่และการกร่อนเป็นสิ่งเดียวกัน (OSU, 2018; UCI, 2018)	การผุพังอยู่กับที่และการกร่อนเป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การผุพังอยู่กับที่เป็นกระบวนการที่ทำให้หินและแร่ผุพังลงหรือมีขนาดเล็กลง โดยกระบวนการต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยขึ้นส่วนต่าง ๆ ยังไม่ถูกนำพาให้กระจัดกระจายไปจากตำแหน่งเดิม ส่วนการกร่อนเป็นกระบวนการที่ทำให้วัตถุบนผิวโลก เช่น เศษหิน ดิน แร่ หรือตะกอนขนาดต่าง ๆ หลุดไปหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิมโดยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGearry & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
การกร่อนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (OSU, 2018; UCI, 2018)	การกร่อนเป็นกระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการที่ทำให้วัตถุบนผิวโลกหลุดไป กลิ้งไปหรือละลายไป ด้วยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งการกร่อนในบางครั้งต้องใช้ระยะเวลาในการเกิดเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เช่น การกร่อนของภูเขาหินปูน (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
แม่น้ำไม่สามารถกัดเซาะผิวโลกได้ (SERC, 2018)	น้ำในแม่น้ำสามารถกัดเซาะผิวโลกได้ การกัดเซาะจะทำให้ผิวโลกเกิดเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ เมื่อเกิดการกร่อนเป็นเวลานาน ร่องน้ำจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)

16. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก จากนั้นทำกิจกรรมตรวจสอบตนเอง เพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียน ด้วยการเขียนบรรยาย วาดภาพ หรือเขียนผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียน เรื่องโครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก



ตัวอย่างผังโน้ตสน์ที่ได้จากบทเรียน เรื่อง โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก



17. สุ่มนักเรียนนำเสนอผังมโนทัศน์ โดยอาจออกแบบให้นักเรียนนำเสนอเป็นกลุ่มย่อย จากนั้นให้อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนหรือจัดแสดงผลงาน จากนั้นให้ร่วมกันลงข้อสรุปที่ได้จากบทเรียนนี้
18. ให้นักเรียนทำกิจกรรมท้ายบท เรื่อง ภูมิลักษณะบนผิวโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร และตอบคำถามท้ายกิจกรรม
19. ให้นักเรียนตอบคำถามสำคัญของบทและอภิปรายร่วมกัน โดยนักเรียนควรตอบคำถามสำคัญดังกล่าวได้ดังตัวอย่าง



เฉลยคำถามสำคัญของบท

- **บริเวณผิวโลกและบริเวณภายในโลกมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร**

แนวคำตอบ บริเวณผิวโลกและบริเวณภายในโลกมีลักษณะแตกต่างกัน บริเวณผิวโลกมีอุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่นของสสารน้อยกว่าบริเวณภายในโลกมาก

- **การพุดังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนบนผิวโลก มีกระบวนการเกิดอย่างไร**

แนวคำตอบ การพุดังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงจนเกิดเป็นภูมิลักษณะต่าง ๆ ขึ้น กระบวนการเกิดนั้นต้องอาศัยตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง และปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก ประเภทและชนิดของดิน หิน แร่และตะกอน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ สิ่งมีชีวิต สภาพอากาศ อุณหภูมิ ปฏิกิริยาเคมี และระยะเวลา

20. นักเรียนตรวจสอบตนเองด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำในบทเรียนนี้ อ่านสรุปท้ายบท และทำแบบฝึกหัดท้ายบท
21. เชื่อมโยงไปสู่**บทที่ 2 ดินและน้ำ** โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การพุดังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมีเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดดินซึ่งเป็นวัฏธรรมาชาติที่ปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ นักเรียนคิดว่ากระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร และต้องอาศัยนำตัวพาและปัจจัยใดบ้าง เราจะเรียนรู้กันในบทเรียนต่อไป

เฉลยกิจกรรมและแบบฝึกหัดของบทที่ 1

กิจกรรมที่ 7.1 โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

จุดประสงค์

สืบค้นและสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

เวลาที่ใช้

1 ชั่วโมง 40 นาที

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบ

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตให้พร้อมใช้งาน สำหรับการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี
- จัดหาเว็บไซต์ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี เพื่อแนะนำให้นักเรียนใช้ในการสืบค้นข้อมูล เช่น เว็บไซต์ <https://www.usgs.gov>
- อาจมอบหมายงานให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีมาล่วงหน้า

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

- ในการสร้างแบบจำลอง นักเรียนควรคำนวณหามาตราส่วนที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองและระบุมาตราส่วนที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง
- อาจใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง
- ในการสร้างแบบจำลองควรแสดงให้เห็นความแตกต่างของธาตุที่เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างภายในโลกแต่ละชั้นอย่างชัดเจน
- สามารถใช้สัญลักษณ์ภาพหรือตัวอักษร แทนธาตุแต่ละธาตุที่ปรากฏอยู่ในแบบจำลอง และระบุความหมายของสัญลักษณ์ลงในแบบจำลองด้วยวิธีการที่เหมาะสม

สื่อการเรียนรู้/

แหล่งเรียนรู้

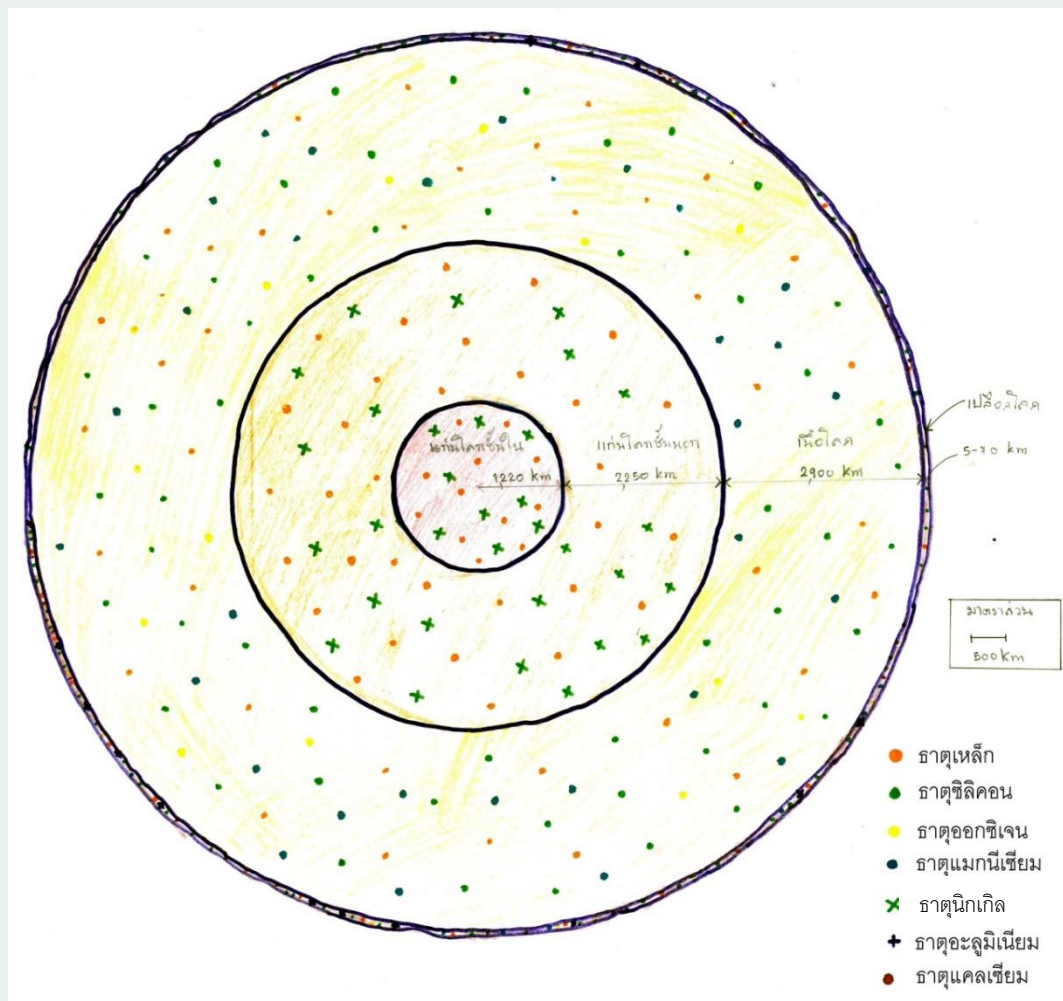
- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

โครงสร้างภายในโลกแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก โดยเรียงลำดับจากชั้นนอกสุดไปหาชั้นในสุดตามลำดับ

โครงสร้างภายในโลก	ธาตุที่เป็นองค์ประกอบเหมือนกัน				ธาตุที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน	ความหนา (กิโลเมตร)
เปลือกโลก	เหล็ก	ซิลิคอน	ออกซิเจน	แมกนีเซียม	อะลูมิเนียม แคลเซียม	5-70
เนื้อโลก					โซเดียม โพแทสเซียม	2,900
แก่นโลก	-	-	-	-	นิกเกิล	3,470



แบบจำลองโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร เมื่อแบ่งออกตามองค์ประกอบทางเคมี

แนวคำตอบ การแบ่งโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีสามารถแบ่งได้จำนวน 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก ทั้ง 3 ชั้นนี้มีองค์ประกอบทางเคมีทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน

2. โครงสร้างภายในโลกที่นักเรียนวาดไว้ในกิจกรรมรู้อะไรบ้างก่อนเรียน มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ โครงสร้างภายในโลกที่นักเรียนวาดขึ้นในกิจกรรมรู้อะไรบ้างก่อนเรียนอาจมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมเกี่ยวกับการแบ่งโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีของนักเรียนแต่ละคน

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ

- โครงสร้างภายในโลกแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก
- เปลือกโลกมีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบของธาตุซิลิคอน อะลูมิเนียม และออกซิเจน
- เนื้อโลกมีองค์ประกอบเป็นสารประกอบของธาตุซิลิคอน แมกนีเซียม เหล็ก และออกซิเจน
- แก่นโลกมีองค์ประกอบเป็นธาตุเหล็กและนิกเกิล

กิจกรรมที่ 7.2 การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน

จุดประสงค์

อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินจากแบบจำลอง

เวลาที่ใช้ใน

1 ชั่วโมง 20 นาที

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ดินน้ำมัน	2 ก้อนเล็ก
2. ปูนปลาสเตอร์	ประมาณ 500 g (ทั้งนี้ปริมาณขึ้นอยู่กับขนาดของแก้วกระดาด)
3. ลูกโป่งขนาดเล็ก	2 ใบ
4. ดินสอไม้	1 แท่ง
5. กรรไกร	1 อัน
6. ยางรัดของ	2 เส้น
7. ซ้อนพลาสติกหรือแท่งไม้สำหรับ คนของผสม	1 อัน
8. แก้วกระดาด	2 ใบ
9. หลอดฉีดยาขนาด 50 cm ³ หรือ 100 cm ³	1 อัน
10. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	1 ใบ
11. น้ำสะอาด	ประมาณ 500 cm ³ (ขึ้นอยู่กับปริมาณปูนปลาสเตอร์ที่ใช้)

**การเตรียมตัว
ล่วงหน้าสำหรับครู**

จัดเตรียมช่องแช่แข็ง ซึ่งอาจจะเป็นช่องแช่แข็งของตู้เย็น เพื่อนำชุดกิจกรรมไปแช่ไว้จนน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง

**ข้อเสนอแนะ
ในการทำกิจกรรม**

- ลูกโป่งที่นำมาใช้อาจมีความยืดหยุ่นน้อย การนำน้ำใส่ลูกโป่งอาจทำได้ยาก ดังนั้นเพื่อให้ผิวของลูกโป่งขยายตัวได้ดี ให้เป่าลูกโป่งและนำลมออกหลาย ๆ ครั้ง
- แก้วที่นำมาใช้ต้องเป็นแก้วกระดาษ เพื่อให้ น้ำแข็งดันบุนพลาสติกและดันแก้วกระดาษให้แตกออกมาได้
- แก้วที่นำมาใช้ไม่ควรมีขนาดใหญ่จนเกินไป ให้เลือกแก้วที่มีขนาดพอเหมาะกับขนาดลูกโป่งที่นำมาใช้ เพราะถ้ามีช่องว่างในแก้วเหลือมากจนเกินไป จะทำให้บุนพลาสติกในแก้วมีความหนาแน่นมาก ทำให้น้ำแข็งดันบุนพลาสติกให้แตกออกมาได้ยาก

**สื่อการเรียนรู้/
แหล่งเรียนรู้**

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- ห้องสมุด

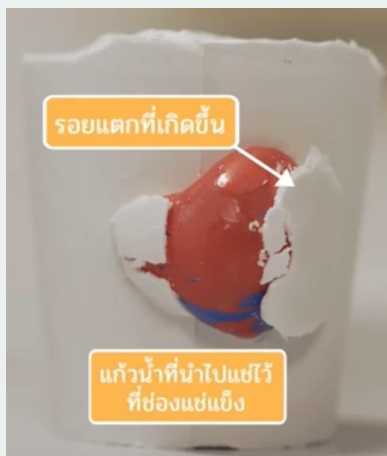


ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ปูนปลาสเตอร์ที่นำออกมาจากช่องแช่แข็งจะแข็งตัวและมีการแตกหลุดหรือแตกหักออกจากกัน ส่วนปูนปลาสเตอร์ที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจะแข็งตัว แต่ไม่มีการแตกหลุดหรือแตกหักออกจากกัน



ตัวอย่างปูนปลาสเตอร์ที่นำไปแช่ไว้ในช่องแช่แข็ง ซึ่งจะมีบางส่วนแตกหลุดหรือแตกหักออกจากกัน



ตัวอย่างปูนปลาสเตอร์ที่นำไปแช่ไว้ในช่องแช่แข็ง
ซึ่งจะมีบางส่วนแตกหลุดหรือแตกหักออกจากกัน



ตัวอย่างปูนปลาสเตอร์ที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง
จะแข็งตัว แต่ไม่มีการแตกหลุดหรือแตกหักออกจากกัน



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. แก้วน้ำที่มีลูกโป่งบรรจุน้ำเมื่อนำไปแช่แข็งและวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ แก้วน้ำที่มีลูกโป่งบรรจุน้ำที่นำไปแช่แข็ง พบว่าปุนพลาสติกมีสถานะเป็นของแข็ง น้ำในลูกโป่งเปลี่ยนเป็นน้ำแข็งและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น และที่ปุนพลาสติกมีบางบริเวณที่แตกหลุดออกหรือแตกหักออก ส่วนแก้วน้ำที่มีลูกโป่งบรรจุน้ำที่วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปุนพลาสติกมีสถานะเป็นของแข็ง น้ำในลูกโป่งยังคงมีสถานะเดิมคือเป็นของเหลวและมีปริมาตรเท่าเดิม ที่ปุนพลาสติกไม่มีการแตกหลุดหรือแตกหักของปุนพลาสติกเกิดขึ้น

2. ผลการทำกิจกรรม เหมือนหรือแตกต่างจากที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ คำตอบที่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งคำตอบที่ได้จะมีความหลากหลาย

3. ถ้ากำหนดให้ปุนพลาสติกแทนหินในธรรมชาติ น้ำที่บรรจุอยู่ในลูกโป่งแทนน้ำที่แทรกอยู่ตามแนวรอยแตกของหิน นักเรียนคิดว่าการนำปุนพลาสติกที่มีน้ำบรรจุอยู่ด้านในไปแช่ไว้ในช่องแช่แข็ง และนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

แนวคำตอบ การนำปุนพลาสติกที่มีน้ำบรรจุอยู่ด้านในไปแช่ไว้ในช่องแช่แข็ง เทียบได้กับน้ำที่แทรกอยู่ตามรอยแตก รอยแยกของหิน และอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิลดต่ำลงจนถึงจุดเยือกแข็ง น้ำจะเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง แรงดันจากการเพิ่มปริมาตรของน้ำแข็งจะดันรอยแตก รอยแยกของหินทำให้ช่องว่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้หินแตกหลุดออกจากกันได้

การนำปุนพลาสติกที่มีน้ำบรรจุอยู่ด้านในไปตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เทียบได้กับน้ำที่แทรกอยู่ตามรอยแตก รอยแยกของหิน และอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิไม่ลดต่ำลงจนถึงจุดเยือกแข็ง น้ำที่แทรกอยู่ในรอยแตก รอยแยกของหินไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ

4. จากกิจกรรม สรุปได้อย่างไร

แนวคำตอบ การเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวเป็นของแข็ง ทำให้ปริมาตรของน้ำเพิ่มขึ้นและจะเกิดแรงกระทำโดยจะดันปุนพลาสติกให้แตกหักออกจากกัน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้เทียบได้กับการที่น้ำที่ขังอยู่ตามรอยแตกของหินเปลี่ยนเป็นน้ำแข็งแล้วเกิดแรงกระทำต่อรอยแตกของหิน ทำให้หินแตกหักออกจากกัน

กิจกรรมที่ 7.3 การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหิน

จุดประสงค์

อธิบายกระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินจากแบบจำลอง

เวลาที่ใช้ใน

45 นาที

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. หินปูน	1 ก้อน
2. หลอดหยด	1 อัน
3. แวนชยาย	1 อัน
4. แวนนิรภัยป้องกันสารเคมี	เท่ากับจำนวนคนในกลุ่ม
5. ถุงมือป้องกันสารเคมี	เท่ากับจำนวนคนในกลุ่ม
6. ผ้าแห้ง	1 ผืน
7. ปีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	1 ใบ
8. กรดซัลฟิวริกเจือจาง 0.1 mol/l	ประมาณ 5 cm ³
9. น้ำกลั่น	ประมาณ 5 cm ³

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- ครูเป็นผู้จัดเตรียมกรดซัลฟิวริก 0.1 mol/l ให้แก่นักเรียน และขณะจัดเตรียมสารให้สวมแว่นตานิรภัยป้องกันสารเคมีและถุงมือป้องกันสารเคมีตลอดเวลา และห้ามสูดดมกรดซัลฟิวริก เนื่องจากกรดซัลฟิวริกสามารถทำอันตรายต่อผิวหนังและระบบหายใจได้
- ในกรณีที่ไม่สามารถหาหินปูนได้ สามารถใช้หินโดโลไมต์ หรือหินอ่อนแทนได้
- ในกรณีที่ไม่สามารถจัดเตรียมกรดซัลฟิวริกได้ สามารถเลือกใช้กรดไฮโดรคลอริกแทนได้ และทำตามขั้นตอนในกิจกรรมที่ 7.3

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

- ให้ความรู้แก่นักเรียนว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารสังเกตได้จากการมีสีหรือกลิ่นต่างจากสารเดิม หรือมีฟองแก๊สหรือมีตะกอนเกิดขึ้น หรือมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ
- ย้ำนักเรียนว่าให้สวมแว่นตานิรภัยป้องกันสารเคมีและถุงมือป้องกันสารเคมีตลอดเวลา และห้ามสูดดมกรดซัลฟิวริก เนื่องจากกรดซัลฟิวริกสามารถทำอันตรายต่อผิวหนังและระบบหายใจได้

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

เมื่อหยดน้ำกลั่นลงไปที่หินปูน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น แต่เมื่อหยดกรดซัลฟิวริกเจือจางลงไปที่หินปูน จะเกิดฟองแก๊สขึ้น



เมื่อหยดน้ำกลั่นลงไปที่หินปูน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น



เมื่อหยดกรดซัลฟิวริกลงไปที่หินปูน มีฟองแก๊สเกิดขึ้น



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. หลังจากหยदनํ้ากลั่นและกรดซัลฟิวริกเจือจางลงไปที่หินปูนแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นบ้าง
แนวคำตอบ เมื่อหยदनํ้ากลั่นลงไปที่หินปูน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น แต่เมื่อหยดกรดซัลฟิวริกเจือจางลงไปที่หินปูนจะเกิดฟองแก๊สขึ้น
2. ผลการทำกิจกรรม เหมือนหรือแตกต่างจากที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ คำตอบที่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งคำตอบที่ได้จะมีความหลากหลาย
3. ถ้ากำหนดให้หินปูนแทนหินปูนที่อยู่ในธรรมชาติ กรดซัลฟิวริกเจือจางแทนสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดเล็กน้อยที่เกิดจากฝนทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สบางชนิดในอากาศ นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติจะเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยดังกล่าวนี้
แนวคำตอบ การกร่อนของหินปูนในธรรมชาติ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
แนวคำตอบ เมื่อหยदनํ้ากลั่นลงไปที่หินปูน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น แต่เมื่อหยดกรดซัลฟิวริกเจือจางลงไปที่หินปูนจะเกิดฟองแก๊สขึ้น ดังนั้นหินปูนในธรรมชาติสามารถเกิดการกร่อนจากการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในลักษณะคล้ายคลึงกันได้

กิจกรรมที่ 7.4 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอนที่ 1 การกร่อน

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการกร่อนในธรรมชาติ

จุดประสงค์ อธิบายกระบวนการกร่อนจากแบบจำลอง

เวลาที่ใช้ใน
การทำกิจกรรม 55 นาที

วัสดุและอุปกรณ์ วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. กรวด	1,500 g (ขึ้นอยู่กับขนาดของกองตะกอนที่จำลอง)
2. ทรายหยาบหรือทรายละเอียด	1,500 g (ขึ้นอยู่กับขนาดของกองตะกอนที่จำลอง)
3. ไม้บรรทัด	1 อัน
4. ถาดพลาสติก	2 ใบ
5. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	1 ใบ
6. ขวดน้ำพลาสติกขนาด 500 cm ³	2 ใบ
7. น้ำสะอาด	600 cm ³

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- การจัดเตรียมกรวดและทราย สามารถหาซื้อได้ที่ร้านขายอุปกรณ์ตกแต่งตู้ปลา หรือร้านขายอุปกรณ์จัดแต่งสวน
- การเจาะรูที่ก้นขวดน้ำพลาสติก อาจใช้วิธีการนำปลายแหลมของตะปูขนาดเล็กไปลงไฟให้ร้อน และนำไปจี้ที่ก้นขวดน้ำพลาสติกให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูประมาณ 1 มิลลิเมตร หรือใช้ปลายเข็มหมุดเจาะไปที่ก้นขวด ดังภาพ และรูที่เจาะไม่ควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 1 มิลลิเมตร เพราะถ้าเจาะรูขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้น้ำไหลออกมาจากรูในปริมาณมาก อาจทำให้ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ และเจาะให้กระจายทั่วก้นขวด



การเจาะรูที่ก้นขวดพลาสติกด้วยเข็มหมุด

ข้อเสนอแนะ
ในการทำกิจกรรม

ย้ำนักเรียนว่าเขาจำลองทั้งสองต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและมีความสูงเท่ากัน และในการปล่อยน้ำให้ปล่อยสูงจากระดับบนสุดของกองกรวดและกองทราย ที่ระดับความสูง 20 เซนติเมตร เท่ากัน

สื่อการเรียนรู้/
แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

กรวดและทรายมีขนาดแตกต่างกัน โดยกรวดมีขนาดใหญ่กว่าทราย และเมื่อปล่อยน้ำไปที่กองกรวดและกองทราย พบว่ากรวดและทรายจะเคลื่อนที่ออกจากกองตะกอน โดยทรายจะเคลื่อนที่ออกจากกองตะกอนได้มากกว่ากรวด และเมื่อปล่อยน้ำจนหมด กองทรายจะเปลี่ยนแปลงลักษณะและรูปร่างไปมากกว่ากองกรวด



การเปลี่ยนแปลงของกองกรวด



การเปลี่ยนแปลงของกองทราย



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

- หลังจากปล่อยน้ำลงไปที่กองกรวดและกองทรายแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ เมื่อปล่อยน้ำไปที่กองกรวดและกองทราย พบว่ากรวดและทรายจะเคลื่อนที่ออกจากกองตะกอน โดยทรายจะเคลื่อนที่ออกจากกองตะกอนได้มากกว่ากรวด และเมื่อปล่อยน้ำจนหมด กองทรายจะเปลี่ยนแปลงลักษณะและรูปร่างไปจากเดิมได้อย่างชัดเจนกว่ากองกรวด
- ผลการทำกิจกรรม เหมือนหรือแตกต่างจากที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ คำตอบที่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งคำตอบที่ได้จะมีความหลากหลาย
- ถ้ากำหนดให้กองกรวดและกองทรายแทนผิวโลกในธรรมชาติที่ประกอบไปด้วยตะกอนต่างชนิดกัน น้ำที่ปล่อยลงบนกองตะกอนแทนฝน นักเรียนคิดว่า การกระทำของน้ำและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

แนวคำตอบ การกระทำของน้ำและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเทียบได้กับการที่ตะกอนบนผิวโลกมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งให้กระจายไปจากตำแหน่งเดิมโดยมีน้ำเป็นตัวนำพาตามธรรมชาติ โดยตะกอนในแต่ละพื้นที่ของผิวโลกจะมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งออกจากตำแหน่งเดิมได้แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกัน ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะเคลื่อนย้ายตำแหน่งออกจากตำแหน่งเดิมได้น้อยกว่าตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า
- จากกิจกรรมตอนที่ 1 สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะเคลื่อนย้ายตำแหน่งออกจากตำแหน่งเดิมได้น้อยกว่าตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า

ในธรรมชาติ เมื่อหินในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีการผุพังอยู่กับที่เป็นตะกอนขนาดต่าง ๆ อาจเกิดการนำพาให้เคลื่อนที่กระจายไปจากตำแหน่งเดิมโดยน้ำ ซึ่งตะกอนในแต่ละพื้นที่ของผิวโลกจะมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งออกจากตำแหน่งเดิมได้แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกัน

ตอนที่ 2 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำ

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำ

จุดประสงค์

อธิบายกระบวนการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำจากแบบจำลอง

เวลาที่ใช้ใน

1 ชั่วโมง

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ทรายหยาบหรือทรายละเอียด	โดยประมาณ 5,000-8,000 g (ขึ้นอยู่กับขนาดของกระบะพลาสติก)
2. สายยางขนาดเล็ก	1 m
3. กระบะพลาสติก	1 ใบ
4. ถังน้ำ	1 ใบ

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- การจัดเตรียมทราย สามารถหาซื้อได้ที่ร้านขายอุปกรณ์ตกแต่งตู้ปลาหรือร้านขายอุปกรณ์จัดแต่งสวน
- นำกระบะพลาสติกมาเจาะรูระบายน้ำตรงบริเวณด้านกว้างจำนวน 1 รู ให้ชิดพื้นกระบะ การเจาะรูอาจใช้วิธีการนำปลายแหลมของตะปูไปฉีกไฟให้ร้อน และนำไปจี้ที่กระบะพลาสติกให้เป็นรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร
- สายยางที่ใช้ควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 เซนติเมตร หรือพิจารณาตามความเหมาะสม แต่ไม่ควรให้น้ำที่ปล่อยนั้นแรงจนเกินไป เพราะจะทำให้ทรายในกระบะกระจัดกระจายไป ทำให้ผลการทำกิจกรรมคลาดเคลื่อน

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

เพื่อให้เห็นผลการทำกิจกรรมที่ชัดเจนและเสมือนจริงมากที่สุด ในการทำกิจกรรมอาจใช้กระบะพลาสติกขนาดใหญ่ หรือทำกิจกรรมในบริเวณพื้นผิวทรายจริงในภาคสนาม

สื่อการเรียนรู้/

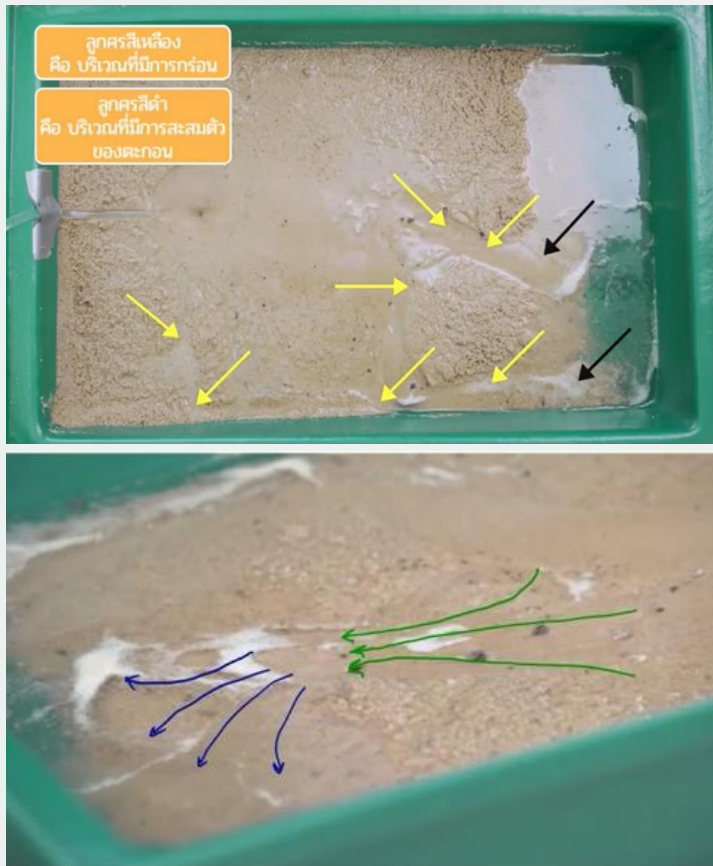
แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

การไหลของน้ำอย่างต่อเนื่องลงไปที่ภูมิประเทศจำลอง ทำให้เกิดร่องน้ำขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปร่องน้ำจะมีขนาด ลักษณะ รูปร่าง และทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม บางช่วงของร่องน้ำมีการกร่อน และบางช่วงจะมีการสะสมตัวของทรายเกิดขึ้น



ตำแหน่งปลายลูกรสสีเหลือง คือ บริเวณที่มีการกร่อน และตำแหน่งปลายลูกรสสีดำ คือ บริเวณที่มีการสะสมตัวของตะกอน

ลูกรสสีเขียวแสดงทิศทางการนำพาตะกอน และลูกรสสีน้ำเงินแสดงทิศทางที่ตะกอนสะสมตัว



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. ลักษณะภูมิประเทศจำลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนปล่อยน้ำ ระหว่างปล่อยน้ำ และหลังปล่อยน้ำ มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ ลักษณะภูมิประเทศจำลองก่อนปล่อยน้ำ ระหว่างปล่อยน้ำ และหลังปล่อยน้ำ มีลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือการไหลของน้ำอย่างต่อเนื่องลงไปที่ภูมิประเทศจำลองทำให้เกิดร่องน้ำขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปร่องน้ำจะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีรูปร่างคดเคี้ยวมากขึ้น และมีทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และบางช่วงของร่องน้ำมีการกร่อนและบางช่วงมีการสะสมตัวของทรายเกิดขึ้น



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

2. ถ้ากำหนดให้ทรายในภูมิประเทศจำลองแทนผิวโลกในธรรมชาติ น้ำแทนน้ำผิวดิน นักเรียนคิดว่าการไหลของน้ำผ่านภูมิประเทศจำลองเทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

แนวคำตอบ การไหลของน้ำผ่านภูมิประเทศจำลองเทียบได้กับน้ำผิวดินที่ไหลไปตามผิวโลก ขณะที่น้ำไหลก็จะมีการกัดเซาะตะกอนให้กลายเป็นร่องน้ำ การไหลของน้ำผิวดินอย่างต่อเนื่องทำให้ร่องน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น มีรูปร่างคดเคี้ยวมากขึ้น จากร่องน้ำก็จะพัฒนากลายเป็นธารน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และบางช่วงของธารน้ำจะมีการกร่อน และบางช่วงมีการสะสมตัวของทรายเกิดขึ้น

3. นักเรียนพบการกัดเซาะและการสะสมตัวของทราย ณ บริเวณใดของภูมิประเทศจำลองบ้าง และบริเวณดังกล่าวเทียบได้กับบริเวณพื้นที่ใดในธรรมชาติ

แนวคำตอบ พบการกัดเซาะของทรายตรงบริเวณที่กระแสน้ำในธารน้ำจำลองมีความเร็วสูงไหลเข้าไปปะทะกับโค้งน้ำด้านนอกของธารน้ำจำลอง และด้านที่อยู่ตรงข้ามคือบริเวณโค้งน้ำด้านใน บริเวณดังกล่าวกระแสน้ำในธารน้ำจำลองจะมีความเร็วต่ำกว่าซึ่งจะพบการสะสมตัวของตะกอน สิ่งที่เกิดขึ้นเทียบได้กับการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำตามธรรมชาติ

4. สิ่งที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

แนวคำตอบ สิ่งที่เกิดขึ้นเทียบได้กับการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำตามธรรมชาติ จากร่องน้ำได้มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาเป็นธารน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ และมีทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และบางช่วงของธารน้ำเกิดการกร่อน และบางช่วงของธารน้ำเกิดการสะสมตัวของตะกอน

5. จากกิจกรรมตอนที่ 2 สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ สิ่งที่เกิดขึ้นเทียบได้กับการเกิดร่องน้ำบนผิวโลกและพัฒนาจากร่องน้ำกลายเป็นธารน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การไหลของน้ำในธารน้ำจำลองอย่างต่อเนื่องจะทำให้ธารน้ำมีขนาด ลักษณะ รูปร่าง และทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และบางช่วงของธารน้ำเกิดการกร่อน และบางช่วงของธารน้ำเกิดการสะสมตัวของตะกอน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสน้ำที่ไหลเข้ามาปะทะโค้งน้ำด้านนอกและด้านในของธารน้ำ การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้เมื่อเกิดขึ้นเป็นเวลานาน ธารน้ำจะมีขนาดความกว้างมากขึ้น และเกิดการไหลในลักษณะคดโค้งมากขึ้นตามลำดับ

6. จากกิจกรรมทั้ง 2 ตอน สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ ในธรรมชาติ ตะกอนขนาดต่าง ๆ อาจเกิดการนำพาให้กระจัดกระจายไปจากตำแหน่งเดิมโดยตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ซึ่งเรียกรวมการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า การกร่อน การกร่อนในแต่ละพื้นที่มีความรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกัน ตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่าจะคงทนต่อการกร่อนได้มากกว่าตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า

ในธรรมชาติ ร่องน้ำหนึ่ง ๆ เมื่อเกิดการกร่อนเป็นเวลานาน ร่องน้ำจะมีขนาดใหญ่ขึ้นจนกลายเป็นธารน้ำหรือแม่น้ำ และจะมีลักษณะ รูปร่าง และทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ความเร็วของกระแสน้ำในแต่ละช่วงหรือแต่ละบริเวณของแม่น้ำจะมีความเร็วแตกต่างกัน ทำให้บางช่วงหรือบางบริเวณของแม่น้ำเกิดการกร่อน หรือบางช่วงหรือบางบริเวณของแม่น้ำจะเกิดการสะสมตัวของตะกอน การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้เมื่อเกิดขึ้นเป็นเวลานาน แม่น้ำจะมีขนาดความกว้างมากขึ้น และเกิดการไหลในลักษณะคดโค้งมากขึ้นตามลำดับ

กิจกรรมท้ายบท

ภูมิลักษณะบนผิวโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเกิดภูมิลักษณะโดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก

จุดประสงค์

1. สืบค้นและสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดภูมิลักษณะ
2. สืบค้นและเสนอแนะวิธีการอนุรักษ์ภูมิลักษณะ

เวลาที่ใช้ใน

การทำกิจกรรม

2 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบ

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- สืบค้นข้อมูลล่วงหน้าเกี่ยวกับการเกิดภูมิลักษณะที่ตนเองสนใจ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลกที่ทำให้เกิดภูมิลักษณะดังกล่าว และข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์ภูมิลักษณะดังกล่าวเพื่อไม่ให้เสื่อมสภาพหรือถูกทำลาย เพื่อวางแผนจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์เพื่อนำมาสร้างแบบจำลอง
- ตัวอย่างภูมิลักษณะที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลกที่นักเรียนสามารถนำมาสร้างแบบจำลองได้ เช่น ออบ เสาเฉลียง เนินทราย แม่น้ำโค้งหวัด ทะเลสาบรูปแอก เนินตะกอน น้ำพารูปพัด ดินดอนสามเหลี่ยม กุ่มกลักษณะ

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

- ก่อนสร้างแบบจำลองควรให้เวลานักเรียนในการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และลงข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดภูมิลักษณะดังกล่าว
- ในการสร้างแบบจำลองการเกิดภูมิลักษณะ อาจใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่หาได้ในท้องถิ่น และราคาประหยัด

สื่อการเรียนรู้/

แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. แบบจำลองภูมิลักษณะที่สร้างขึ้นมีกระบวนการเกิดอย่างไร อาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาดังใดบ้าง

แนวคำตอบ ภูมิลักษณะที่พบบนผิวโลก แต่ละภูมิลักษณะมีกระบวนการเกิดที่แตกต่างกัน เช่น

- เนินตะกอนน้ำพารูปพัด เกิดตรงบางช่วงของธารน้ำหรือแม่น้ำ อาจเกิดเนื่องจากการเปลี่ยนระดับความสูงของการไหลของน้ำจากหุบเขาชันลงสู่ที่ราบ ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำลดลงจนไม่สามารถนำพาตะกอนบางส่วนต่อไปได้ ตะกอนดังกล่าวจึงตกตะกอนสะสมตัวในลักษณะที่แยกกระจายออกไปบริเวณรอบข้างเป็นรูปพัด
- ดินดอนสามเหลี่ยม เกิดจากเมื่อน้ำในแม่น้ำไหลออกสู่ทะเลหรือมหาสมุทร ความเร็วของกระแสน้ำในแม่น้ำจะลดลง ทำให้ตะกอนที่ถูกนำพามากับกระแสน้ำตกตะกอนสะสมตัวอยู่ตรงบริเวณปากแม่น้ำ การสะสมตัวของตะกอนดังกล่าวเป็นเวลานานทำให้ตะกอนบริเวณปากแม่น้ำมีระดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกลายเป็นแผ่นดินแผ่กระจายกว้างต่อเนื่องกันตรงปากแม่น้ำ

2. มีวิธีการอนุรักษ์ภูมิลักษณะนั้นอย่างไร

แนวคำตอบ วิธีการป้องกันหรืออนุรักษ์ภูมิลักษณะไม่ให้เสื่อมสภาพมีหลายวิธีการ เช่น ดินดอนสามเหลี่ยมในธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และมีการใช้ประโยชน์ทางด้านการประมง รวมถึงเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาตามธรรมชาติ เราจึงไม่ควรขุดตะกอนในแม่น้ำที่อยู่เหนือปากแม่น้ำขึ้นมาใช้ ซึ่งจะเป็นการรบกวนสมดุลปริมาณของตะกอนที่จะมาสะสมตัวตรงบริเวณปากแม่น้ำ

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ ภูมิลักษณะเกิดขึ้นจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาต่าง ๆ บนผิวโลก เช่น การผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน กระบวนการเกิดนั้นต้องอาศัยตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง และปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก ประเภทและชนิดของดิน หิน แร่และตะกอน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ สิ่งมีชีวิต สภาพอากาศ อุณหภูมิ ปฏิกริยาเคมี และระยะเวลา



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1

1. ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่แสดงว่าภายในโลกยังคงมีอุณหภูมิและความดันสูง*

แนวคำตอบ ตัวอย่างปรากฏการณ์ที่แสดงว่าภายในโลกยังคงมีอุณหภูมิและความดันสูง เช่น พุน้ำร้อน ภูเขาไฟระเบิด

2. โครงสร้างภายในโลกแต่ละชั้นมีอุณหภูมิและความดัน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร*

แนวคำตอบ โครงสร้างภายในโลกแต่ละชั้นมีอุณหภูมิและความดันแตกต่างกันดังนี้

- เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก มีอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยเรียงลำดับโครงสร้างโลกที่มีอุณหภูมิมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ แก่นโลก เนื้อโลก และเปลือกโลก ตามลำดับ
- เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก มีความดันแตกต่างกัน โดยเรียงลำดับโครงสร้างโลกที่มีความดันมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ แก่นโลก เนื้อโลก และเปลือกโลก ตามลำดับ

3. โครงสร้างโลกชั้นใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิลักษณะบนผิวโลกมากที่สุด เพราะเหตุใด*

แนวคำตอบ โครงสร้างโลกชั้นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิลักษณะบนผิวโลกมากที่สุด คือ ชั้นเปลือกโลก เพราะชั้นดังกล่าวมีตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ธารน้ำแข็ง สิ่งมีชีวิต ที่เอื้อให้หิน ดิน แร่ หรือตะกอนต่าง ๆ ที่อยู่ในชั้นเปลือกโลกเกิดการผุพังอยู่กับที่ เกิดการกร่อน และเกิดการสะสมตัวจนเกิดเป็นภูมิลักษณะแบบต่าง ๆ

4. บนถนนสายหนึ่งมีการตัดผ่านภูเขา ระหว่างทางมีป้ายเตือนว่า “ระวังหินหล่น” ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลกใด*



ภาพป้ายระวังหินหล่นที่พบอยู่บริเวณริมถนน

แนวคำตอบ หินหล่นเกิดจากกระบวนการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและการกร่อน กล่าวคือ หินในธรรมชาติอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยทำให้มีขนาดเล็กลงหรือแตกหักออกจากกัน การแตกหักออกจากกันเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ การกระทำของน้ำ ลม สิ่งมีชีวิต เป็นการเปลี่ยนแปลงเฉพาะขนาดและรูปร่างของหิน ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของหินเกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ หินที่แตกหลุดออกมาจะกลายเป็นหินที่มีขนาดเล็กลง เป็นเศษหินหรือตะกอนขนาดต่าง ๆ ซึ่งวัตถุนี้อาจเคลื่อนที่ไป หลุดไป ไถลไป หรือลิ่งไปจากตำแหน่งเดิมเนื่องด้วยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการกร่อน ซึ่งในกรณีหินหล่นนี้ถูกทำให้เคลื่อนย้ายลงมาด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก

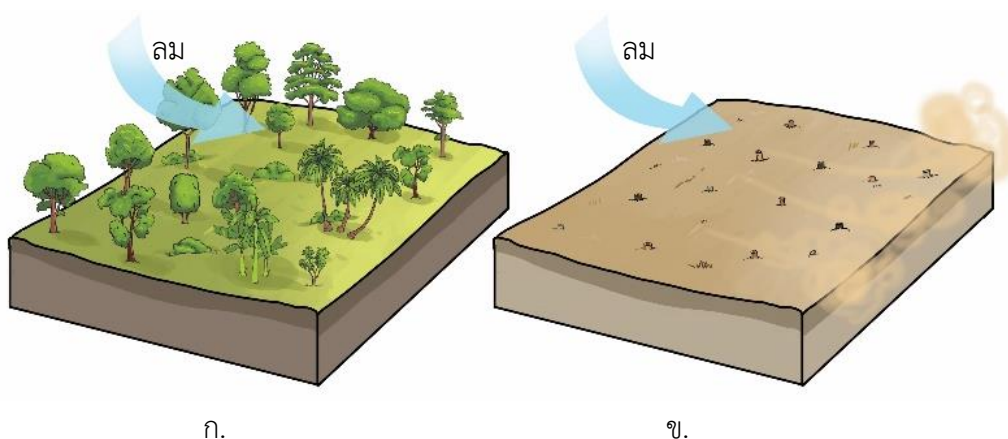
5. บริเวณทะเลทรายกับป่าดิบชื้น บริเวณใดมีการพุดงอยู่กัที่ทางเคมืมากกว่ากัน เพราะเหตุใด**

แนวคำตอบ บริเวณป่าดิบชื้นมีการพุดงอยู่กัที่ทางเคมืมากกว่าบริเวณทะเลทราย เพราะบริเวณป่าดิบชื้นเป็นบริเวณที่มีไอน้ำในอากาศมาก ไอน้ำในอากาศจะควบแน่นเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ เมื่อละอองน้ำจำนวนมากเกาะกลุ่มรวมกันลอยอยู่สูงจากพื้นดินมากจะเกิดเป็นเมฆ เมื่อละอองน้ำในเมฆรวมตัวกันจนอากาศไม่สามารถพุดงไว้ได้จะตกลงมาเป็นฝน ในธรรมชาติเมื่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศทำปฏิกิริยาเคมืกับฝนจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อน กรดนี้เมื่อสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบจะเกิดปฏิกิริยาเคมืทำให้เกิดสารใหม่ คือ สารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตซึ่งสามารถละลายน้ำได้ หินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบดังกล่าวเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมืจากกรดคาร์บอนิกอย่างต่อเนื่อง จะเกิดการพุดงอยู่กัที่ทางเคมืและจะค่อย ๆ กร่อนลงตามเวลาที่ผ่านมาไป ขณะที่ในพื้นทีทะเลทรายมีปริมาณไอน้ำในอากาศน้อยกว่า พืชมืมีปริมาณน้อยกว่า จึงทำให้เกิดการพุดงอยู่กัที่ทางเคมืน้อยกว่า

6. การปลูกพืชคลุมดินช่วยป้องกันการกร่อนของดินได้หรือไม่ อย่างไร*

แนวคำตอบ การปลูกพืชคลุมดินช่วยป้องกันการกร่อนของดินได้ กล่าวคือ การปลูกพืชคลุมดิน รากพืชจะหยั่งลึกลงไปดินช่วยยึดเม็ดดินไว้ด้วยกัน รวมถึงช่วยอุ้มน้ำไว้ในดิน ทำให้ผิวดินไม่ถูกน้ำพาให้เคลื่อนที่ไปได้ง่าย ทั้งนี้จำนวนการแผ่ขยายและความยาวของรากจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูกและกิ่งใบของพืชจะช่วยปกคลุมดิน ช่วยเก็บความชื้นให้กับดิน ช่วยลดการระเหยของน้ำในดิน ทำให้ดินมีความชุ่มชื้น เนื้อดินจึงยึดเกาะกันได้ดี ช่วยชะลอการกร่อนที่เกิดจากฝน น้ำ และลมได้

7. จากภาพต่อไปนี้ ถ้ามีลมเคลื่อนที่ผ่าน 2 บริเวณ ก. และ ข. ด้วยแรงลมเท่าๆ กัน บริเวณใดจะเกิดการกร่อนโดยลมมากกว่า เพราะเหตุใด*

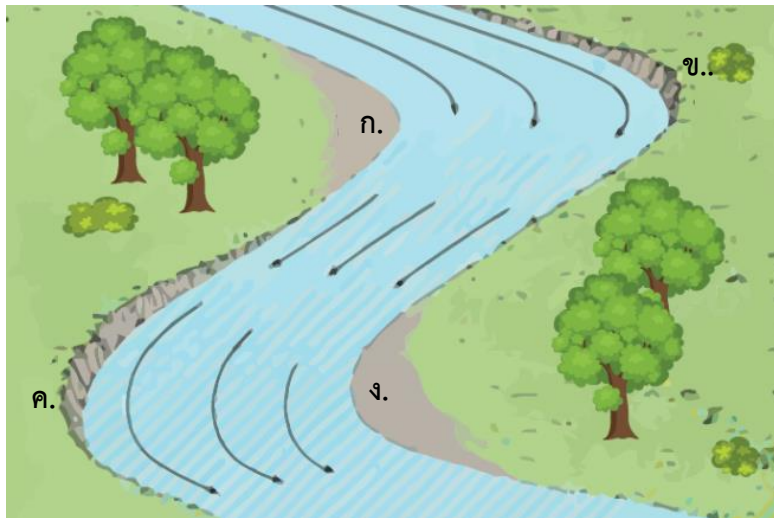


แนวคำตอบ บริเวณ ข. จะกร่อนโดยลมมากกว่า เพราะมีปริมาณพืชขึ้นปกคลุมพื้นที่น้อยกว่าบริเวณ ก.

8. ถ้านักเรียนพบก้อนหินที่มีลักษณะมน นักเรียนอธิบายได้หรือไม่ว่าความมนของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร*

แนวคำตอบ ความมนของหินเกิดขึ้นได้จากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ก้อนหินนั้นอาจจะถูกนำพามากับกระแสน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ซึ่งระหว่างที่ถูกนำพามา ก้อนหินจะครูดถูไปตามท้องน้ำ ตามตลิ่ง หรือมีการกระแทกกันเอง ทำให้หินกร่อนลง มีขนาดเล็กลง ทำให้หินมีลักษณะมนมากขึ้น หรือถ้าก้อนหินอยู่บริเวณริมชายฝั่ง ก้อนหินอาจถูกคลื่นทะเลกัดเซาะอย่างต่อเนื่อง จนทำให้หินกร่อนลงและมีลักษณะมนมากขึ้นได้เช่นกัน

9. ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลดังภาพ จงตอบคำถามดังต่อไปนี้



ภาพแสดงทิศทางการไหลของน้ำในแม่น้ำสายหนึ่ง

9.1 ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลตามลูกศรอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ลักษณะของแม่น้ำ ณ ตำแหน่ง

ก. ข. ค. และ ง. จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร*

แนวคำตอบ ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลตามลูกศรอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ลักษณะของแม่น้ำ ณ ตำแหน่ง ก. ข. ค. และ ง. จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม กล่าวคือ

- บริเวณ ข. และ ค. ตั้งอยู่บริเวณโค้งน้ำด้านนอก ความเร็วของกระแสน้ำที่มาปะทะจะมีความเร็วสูง และเป็นบริเวณที่ถูกปะทะจากกระแสน้ำโดยตรง ทำให้ตลิ่งบริเวณนี้ถูกกร่อนออกไปได้มาก
- บริเวณ ก. และ ง. ตั้งอยู่บริเวณโค้งน้ำด้านใน ความเร็วของกระแสน้ำที่มาปะทะจะต่ำกว่าบริเวณ ข. และ ค. ทำให้ตะกอนที่ถูกนำพามากับกระแสน้ำมีการสะสมตัวของตะกอนตรงบริเวณโค้งน้ำด้านในนี้

9.2 ถ้าน้ำในแม่น้ำยังมีการไหลอย่างต่อเนื่อง แม่น้ำสายนี้จะมีลักษณะ รูปร่าง และทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร**

แนวคำตอบ ถ้าน้ำในแม่น้ำยังมีการไหลอย่างต่อเนื่อง บริเวณ ข. และ ค. จะกร่อนไปเรื่อย ๆ และในบริเวณ ก. และ ง. จะเกิดการสะสมตัวของตะกอนมากขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดเป็นแผ่นดินงอกยื่นเข้าไปในแม่น้ำมากขึ้น ๆ การเปลี่ยนแปลงในลักษณะเช่นนี้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน แม่น้ำจะมีรูปร่างและทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไป โดยจะเกิดการไหลในลักษณะคดเคี้ยว หรือโค้งตัวมากขึ้น ๆ

10. เรียงลำดับภาพและอธิบายการเกิดทะเลสาบรูปแอก โดยอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาดบนผิวโลก*



ก.



ข.



ค.



ง.

แนวคำตอบ การเกิดทะเลสาบรูปแอก เรียงตามเหตุการณ์ภาพ ข. ค. ก. และ ง. ตามลำดับ กล่าวคือ แม่น้ำหนึ่ง ๆ ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำยังคงมีการไหลอย่างต่อเนื่อง ทิศทางการไหลของแม่น้ำจะโค้งตัวมากขึ้น ถ้าหากการโค้งตัวได้มีการประชิดกันมากขึ้น กระแสน้ำจะกัดเซาะตรงส่วนคอดของแม่น้ำให้ขาดเป็นแม่น้ำที่ตัดตรงไป ส่วนที่โค้งอ้อมของแม่น้ำจะกลายเป็นบึงหรือทะเลสาบรูปแอก

11. กระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนบนผิวโลก มีความสัมพันธ์กับวัฏจักรหินหรือไม่ อย่างไร**

แนวคำตอบ กระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนบนผิวโลกมีความสัมพันธ์กับวัฏจักรหิน กล่าวคือ ดิน หิน แร่บนผิวโลกจะผุพังอยู่กับที่กลายเป็นตะกอนขนาดต่าง ๆ และจะถูกกร่อนไปสะสมตัวในบริเวณแอ่งสะสมตะกอน หรือบริเวณที่ลุ่มต่าง ๆ และด้วยปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติตะกอนดังกล่าวจะแข็งตัวกลายเป็นหินตะกอน และด้วยกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หินตะกอนดังกล่าวอาจโผล่พ้นขึ้นมาสัมผัสกับน้ำ ลม ฝน และปัจจัยต่าง ๆ ก็จะเกิดการผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมีขึ้นได้ รวมทั้งอาจเกิดการกร่อนและถูกนำพาไปสะสมตัวในบริเวณต่าง ๆ ด้วยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ต่อไป

บทที่ 2 ดินและน้ำ



สาระสำคัญ

ดินเกิดจากหินที่ผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมี จนหินมีขนาดเล็กลงกลายเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน แล้วผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ กระบวนการเกิดดินอาศัยระยะเวลาที่ต่อเนื่องกัน และอาศัยตัวนำพาต่าง ๆ ในธรรมชาติ เช่น น้ำ สิ่งมีชีวิต ลม ในการหมุนเวียนสารหรือวัตถุต่าง ๆ รวมถึงอาศัยปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน ความชื้น และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่จะค่อย ๆ พัฒนาเกิดเป็นชั้นดิน ซึ่งมีลักษณะแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ขนานหรือเกือบขนานไปกับผิวหน้าดิน แต่ละชั้นมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงตามลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดจนถึงชั้นล่างสุด เรียกว่า หน้าตัดข้างของดินหรือชั้นหน้าตัดดิน ชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน ภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน ชั้นดินที่มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์จะมีชั้นดินหลักจำนวน 6 ชั้น จากด้านบนลงไปสู่ด้านล่าง ได้แก่ ชั้นโอ ชั้นเอ ชั้นอี ชั้นบี ชั้นซี และชั้นอาร์

สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ในทางการเกษตรหรืออื่น ๆ ได้ และในกรณีที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ควรหาแนวทางการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยวิธีการที่เหมาะสม

โลกมีทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม ซึ่งอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ มีทั้งแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำผิวดินแต่ละแหล่งมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำในแต่ละฤดูกาล ชนิดของดิน หิน แร่ หรือตะกอนซึ่งมีความทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำไม่เท่ากัน ปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ ระยะเวลาในการกัดเซาะของน้ำในพื้นที่ ภูมิประเทศ และโครงสร้างทางธรณีวิทยาของหินในพื้นที่

แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการไหลซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวอยู่ใต้ผิวโลก ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาล การไหลซึมของน้ำลงไปใต้ผิวโลกส่วนแรกจะไหลซึมอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินร่วมกับอากาศ เรียกว่า น้ำในดิน ส่วนน้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไปอีกจนไปสะสมตัวอยู่ในหิน ชั้นหิน หรือชั้นตะกอน จนอิ่มตัวไปด้วยน้ำ

น้ำมีความสำคัญต่อการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ความต้องการใช้น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากการขยายตัวทางภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคที่เพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากร สาเหตุต่าง ๆ นี้ทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีไม่เพียงพอสำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ จึงมีการนำน้ำบาดาลมาใช้มากขึ้น นอกจากนี้คุณภาพของแหล่งน้ำบางแห่งอาจมีการปนเปื้อนของเสีย น้ำเสีย และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ จึงต้องมีการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำที่มีอยู่ด้วยวิธีการที่เหมาะสมและอย่างต่อเนื่อง

	จุดประสงค์การเรียนรู้	เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้
		1. วิเคราะห์และอธิบายกระบวนการเกิดดินจากแบบจำลองชั้นหน้าตัดดิน 2. ศึกษาและอธิบายลักษณะชั้นหน้าตัดดิน 3. วิเคราะห์และระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน 4. สังเกตและตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน และธาตุอาหารในดิน 5. วิเคราะห์และนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้ 6. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง 7. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการอนุรักษ์แหล่งน้ำเพื่อให้ใช้น้ำได้อย่างยั่งยืน

ภาพรวมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
1. วิเคราะห์และอธิบายกระบวนการเกิดดินจากแบบจำลองชั้นหน้าตัดดิน 2. ศึกษาและอธิบายลักษณะชั้นหน้าตัดดิน	1. ดินเกิดจากหินที่ผุพังตามธรรมชาติ ผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ 2. ชั้นดินในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีลักษณะแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ขนานหรือเกือบขนานไปกับผิวหน้าดิน 3. ชั้นดินแต่ละชั้นมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน 4. ชั้นหน้าตัดดินเป็นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด	กิจกรรมที่ 7.5 ดินที่ระดับความลึกต่างกัน มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่	1. อธิบายกระบวนการเกิดดินโดยใช้ภาพชั้นหน้าตัดดิน 2. อธิบายลักษณะชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน
3. วิเคราะห์และระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	1. ดินและชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น วัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน ลักษณะภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน		1. ระบุปัจจัยที่ทำให้ดินและชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน
4. สังเกตและตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน และธาตุอาหารในดิน	1. สมบัติของดินมีหลายอย่าง เช่น เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน	กิจกรรมที่ 7.6 การตรวจวัดสมบัติของดินมีวิธีการอย่างไร (ตอนที่ 1 และ 2)	1. ตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
5. วิเคราะห์และนำเสนอ แนวทางการใช้ประโยชน์ จากดิน จากข้อมูล ลักษณะและสมบัติของ ดินที่ตรวจวัดได้	1. การทราบสมบัติบางประการของ ดินสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจ ถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ในทางการเกษตร หรืออื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	กิจกรรมที่ 7.6 การตรวจวัด สมบัติของดินมี วิธีการอย่างไร (ตอนที่ 3)	1. นำเสนอแนวทางการ ใช้ประโยชน์ดินจาก ข้อมูลลักษณะและ สมบัติของดินที่ ตรวจวัดได้
6. อธิบายปัจจัยและ กระบวนการเกิดแหล่ง น้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ ดินจากแบบจำลอง	1. แหล่งน้ำผิวดินแต่ละแหล่งมีขนาด และรูปร่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ ปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำใน แต่ละฤดูกาล ชนิดของดิน หิน แร่ หรือตะกอนซึ่งมีความทนทานต่อ การกัดเซาะของน้ำไม่เท่ากัน ปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ ระยะเวลา ในการกัดเซาะของน้ำในพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศ และโครงสร้าง ทางธรณีวิทยาของหินในพื้นที่	กิจกรรมที่ 7.7 ปัจจัยใดที่ทำให้ แหล่งน้ำผิวดินมี ลักษณะแตกต่าง กัน	1. สร้างแบบจำลองเพื่อ อธิบายกระบวนการ เกิดแหล่งน้ำผิวดิน 2. อธิบายกระบวนการ และปัจจัยการเกิด แหล่งน้ำผิวดินจาก แบบจำลอง
	2. แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการไหลซึม ของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวอยู่ใต้ผิว โลก ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำ บาดาล การไหลซึมของน้ำลงไปใต้ ผิวโลกส่วนแรกจะไหลซึมอยู่ตาม ช่องว่างระหว่างเม็ดดินร่วมกับ อากาศ เรียกว่า น้ำในดิน ส่วนน้ำ บาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไป สะสมตัวอยู่ในหิน ชั้นหิน หรือชั้น ตะกอนจนอิ่มตัวไปด้วยน้ำ	กิจกรรมที่ 7.8 แหล่งน้ำใต้ดิน เกิดขึ้นได้อย่างไร	1. สร้างแบบจำลองเพื่อ อธิบายกระบวนการ เกิดแหล่งน้ำใต้ดิน 2. อธิบายกระบวนการ เกิดแหล่งน้ำใต้ดิน จากแบบจำลอง

จุดประสงค์ การเรียนรู้ของบทเรียน	แนวความคิดต่อเนื่อง	กิจกรรม	รายการประเมิน
7. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการอนุรักษ์แหล่งน้ำเพื่อให้ใช้น้ำได้อย่างยั่งยืน	1. ความต้องการใช้น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากการขยายตัวทางภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคที่เพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากร สาเหตุต่าง ๆ นี้ทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีไม่เพียงพอสำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ จึงมีการนำน้ำบาดาลมาใช้มากขึ้น นอกจากนี้คุณภาพของแหล่งน้ำบางแห่งอาจมีการปนเปื้อนของเสีย น้ำเสีย และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ จึงต้องมีการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำที่มีอยู่ด้วยวิธีการที่เหมาะสมและอย่างต่อเนื่อง	กิจกรรมท้ายบท ใช้น้ำอย่างไรให้มีน้ำใช้อย่างยั่งยืน	1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการอนุรักษ์แหล่งน้ำเพื่อให้ใช้น้ำได้อย่างยั่งยืน 2. อธิบายการอนุรักษ์แหล่งน้ำเพื่อให้ใช้น้ำได้อย่างยั่งยืนจากแบบจำลอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ควรจะได้จากบทเรียน

ทักษะ	เรื่องที่		
	1	2	ท้ายบท
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			
การสังเกต	•	•	•
การวัด	•	•	•
การจำแนกประเภท	•	•	
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา	•	•	•
การใช้จำนวน	•	•	
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	•	•	•
การลงความเห็นจากข้อมูล	•	•	•
การพยากรณ์		•	•
การตั้งสมมติฐาน		•	
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ		•	
การกำหนดและควบคุมตัวแปร		•	
การทดลอง		•	
การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	•	•	•
การสร้างแบบจำลอง		•	•
ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21			
ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	•	•	•
ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	•	•	•
ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	•	•	•
ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม			•
ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	•	•	•
ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง	•	•	•

การนำเข้าสู่บทเรียน

ครูดำเนินการดังนี้

1. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทที่ 2 โดยให้นักเรียนศึกษาภาพนำบท ในหนังสือเรียนหน้าที่ 145 และร่วมกันอภิปรายโดยอาจใช้คำถาม ครูอาจเขียนคำถามไว้บนกระดานและบันทึกคำตอบของนักเรียนไว้ตัวอย่างคำถาม เช่น

- นักเรียนรู้จักข้าวขาวดอกมะลิ 105 หรือไม่ ข้าวดังกล่าวเมื่อนำมาหุงจะมีลักษณะอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- ดินชนิดใดเหมาะแก่การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทนต่อสภาพแวดล้อมในการปลูกอย่างไรบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)
- ที่ประเทศไทยปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ใดบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

2. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าบท และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องของคำถามอีกครั้ง และอาจถามคำถามเพิ่มเติม แก่นักเรียน ดังนี้

- ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อนำมาหุงจะมีลักษณะอย่างไร (ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อนำมาหุงจะมีความนุ่ม มีกลิ่นหอม)
- ดินชนิดใดเหมาะแก่การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ดินปนทรายและดินที่มีความเค็มเล็กน้อย)
- ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทนต่อสภาพแวดล้อมในการปลูกอย่างไรบ้าง (ข้าวพันธุ์นี้ทนต่อสภาพดินเค็ม ดินเปรี้ยว และทนต่อความแห้งแล้ง)
- ที่ประเทศไทยปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ใดบ้าง (ตัวอย่างบริเวณพื้นที่ของประเทศไทยที่มีการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในจังหวัดมหาสารคาม สุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ ยโสธร ร้อยเอ็ด นครราชสีมา)

หน่วยที่ 7 | โลกและการเปลี่ยนแปลง
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 145

บทที่ 2 ดินและน้ำ




ภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105

- ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร
- ดินในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
- แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร และการเกิดแหล่งน้ำดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับหรือไม่

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร ทรงสนพระราชหฤทัยในเรื่องข้าวเป็นอย่างมาก เนื่องจากข้าวเป็นอาหารหลักของชาวไทยและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ และอาชีพทำนาก็ยังเป็นอาชีพหลักของชาวไทย พระองค์จึงทรงค้นหาวีธีที่จะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการทำนา เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของข้าวให้สูงขึ้น และเมื่อได้ทดลองเพาะปลูกและพัฒนาสายพันธุ์จนมีคุณภาพดี เหมาะสำหรับชาวนาที่จะนำไปขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิต และคุณภาพให้สูงขึ้น เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ก็ทรงพระราชทานให้เกษตรกรนำไปปลูกเพื่อขยายพันธุ์ต่อไป

ที่มา : <http://www.tsdf.or.th>

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อนำมาหุงจะมีความนุ่ม มีกลิ่นหอม เหมาะกับการปลูกในดินปนทรายและดินที่มีความเค็มเล็กน้อย ข้าวพันธุ์นี้ทนต่อสภาพดินเค็ม ดินเปรี้ยว และทนต่อความแห้งแล้ง บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีลักษณะเหมาะสมกับการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 นี้ โดยเฉพาะในจังหวัดมหาสารคาม สุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ ยโสธร ร้อยเอ็ด นครราชสีมา

จุดประสงค์ของบทเรียน	เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้
1. วิเคราะห์และอธิบายกระบวนการเกิดดินจากแบบจำลองชั้นหน้าตัดดิน	
2. ศึกษาและอธิบายลักษณะชั้นหน้าตัดดิน	
3. วิเคราะห์และระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	
4. สืบค้นและตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน และธาตุอาหารในดิน	
5. วิเคราะห์และนำเสนอแนวทางที่ใช้ประโยชน์จากดิน จากข้อมูลลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้	
6. อธิบายปัจจัยและการกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง	
7. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการอนุรักษ์แหล่งน้ำเพื่อให้ใช้น้ำได้อย่างยั่งยืน	

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ให้นักเรียนอ่านคำถามนำบทและจุดประสงค์ของบทเรียน เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาที่จะได้เรียนรู้ในบทเรียน และจุดประสงค์ในการเรียน (นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการเกิดดิน ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน ปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน การตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน และธาตุอาหารในดิน การนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้ ปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และการการอนุรักษ์แหล่งน้ำเพื่อให้ใช้น้ำได้อย่างยั่งยืน)
4. จากนั้นนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องที่ 1 ดิน ชั้นดิน และชั้นหน้าตัดดิน โดยใช้ตัวอย่างคำถามว่า ดินในแต่ละบริเวณมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด เราจะไปเรียนรู้กันในเรื่องต่อไป

เรื่องที่ 1

ดิน ชั้นดิน และชั้นหน้าตัดดิน

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

- ครูให้นักเรียนสังเกตภาพนำเรื่อง ภาพ 7.5 การใช้ประโยชน์จากดินเพื่อการเพาะปลูกในหนังสือเรียนหน้า 146 และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจากภาพโดยอาจถามนักเรียนว่า ดินมีความสำคัญอย่างไรบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าเรื่องเกี่ยวกับความสำคัญของดิน และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า
 - ดินเป็นวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ พบปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ
 - ดินมีความสำคัญต่อมนุษย์โดยเฉพาะการนำมาใช้ในการเพาะปลูก โดยดินเป็นแหล่งธาตุอาหารเป็นแหล่งกักเก็บน้ำและความชื้นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงรากพืชใช้ดินในการเกาะยึดลำต้นเพื่อให้ลำต้นล้มเอียง นักเรียนคิดว่าดินที่อยู่ลึกลงไปในระดับต่าง ๆ มีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

หน่วยที่ 7 | โลกและการเปลี่ยนแปลง

146

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 1 ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน

คำสำคัญ

ดิน

ชั้นดิน

ชั้นหน้าตัดดิน

ภาพ 7.25 การใช้ประโยชน์จากดินเพื่อการเพาะปลูก

ดินเป็นวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ พบปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ ดินมีความสำคัญต่อมนุษย์โดยเฉพาะการนำมาใช้ในการเพาะปลูก ดินเป็นแหล่งธาตุอาหาร เป็นแหล่งกักเก็บน้ำและความชื้นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงรากพืชใช้ดินในการเกาะยึดลำต้นเพื่อให้ลำต้นล้มเอียง นักเรียนคิดว่าดินที่อยู่ลึกลงไปในระดับต่าง ๆ มีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

1. ส่วนประกอบของดินมีอะไรบ้าง

☐ ดินหิน

☐ ซากพืช

☐ ซากสัตว์

☐ อากาศ

☐ น้ำ

☐ เศษพลาสติก

2. ดินน้ำพาและปัจจัยใดที่ทำให้เกิดการพังทลายอยู่กับที่

☐ อุณหภูมิอากาศ

☐ ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา

☐ น้ำ

☐ แรงโน้มถ่วงของโลก

☐ ปฏิกิริยาเคมี

3. การพังทลายอยู่กับที่ทางกายภาพ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

☐ ขนาด

☐ รูปร่าง

☐ การเปลี่ยนแปลงของแร่หิน

4. การพังทลายอยู่กับที่ทางเคมี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

☐ ขนาด

☐ รูปร่าง

☐ การเปลี่ยนแปลงของแร่หิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- ให้นักเรียนอ่านคำสำคัญ และทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนและแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่อง ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน ต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยบททวนความรู้ก่อนเรียน

เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

1. ส่วนประกอบของดินมีอะไรบ้าง

☒ เศษหิน ☒ ซากพืช ☒ ซากสัตว์ ☒ อากาศ ☒ น้ำ ☒ เศษพลาสติก

2. ตัวนำพาและปัจจัยใดที่ทำให้เกิดการผุพังอยู่กับที่ได้

☒ อุณหภูมิอากาศ ☒ ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา ☒ น้ำ
☒ แรงโน้มถ่วงของโลก ☒ ปฏิกิริยาเคมี

3. การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

☒ ขนาด ☒ รูปร่าง ☒ การเปลี่ยนชนิดของแร่ในหิน

4. การผุพังอยู่กับที่ทางเคมี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

☒ ขนาด ☒ รูปร่าง ☒ การเปลี่ยนชนิดของแร่ในหิน

3. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน โดยให้ทำกิจกรรมรู้อะไรบ้างก่อนเรียน ในหนังสือเรียนหน้าที่ 147 โดยให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระตามความเข้าใจของตนเอง โดยครูจะไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง แต่ครูควรรวบรวมแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเหล่านั้นให้ถูกต้อง ซึ่งเมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจครบถ้วนตามจุดประสงค์ของบทเรียน



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- ดินที่พบไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะและสมบัติใด ๆ และมีลักษณะเหมือนกันทุกพื้นที่ (Philips, 1991; The Science Learning Hub, 2018)
- ดินมีสีน้ำตาล (The Science Learning Hub, 2018)
- ดินเป็นทรัพยากรหมุนเวียน มนุษย์สามารถสร้างขึ้นได้ (The Science Learning Hub, 2018)

4. จากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 7.5 ดินที่ระดับความลึกต่างกัน มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ โดยให้นักเรียนสังเกตภาพ 7.26 ในหนังสือเรียนหน้าที่ 147 และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจากภาพโดยอาจถามนักเรียนว่า ดินในภาพมีสีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และนักเรียนคิดว่าดินที่อยู่ในระดับลึกจากผิวโลกลงไปจะมีสีและลักษณะอื่น ๆ เหมือนหรือแตกต่างจากดินที่อยู่บริเวณผิวดินหรือไม่ เราจะไปเรียนรู้กันในกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 7.5 ดินที่ระดับความลึกต่างกัน มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและอธิบายลักษณะชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สังเกตข้อมูลชั้นหน้าตัดดินจำนวน 2 พื้นที่ ดังภาพในหนังสือเรียน หน้า 148 และอ่านข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชั้นหน้าตัดดินดังกล่าวในตาราง 7.2 ในหนังสือเรียนหน้าที่ 149 จากนั้นให้ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายข้อมูลเพื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรม)

ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน

 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตชั้นหน้าตัดดินจำนวน 2 พื้นที่ และศึกษาข้อมูลรายละเอียดชั้นหน้าตัดดินของ 2 พื้นที่)

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - ให้นักเรียนศึกษาภาพชั้นหน้าตัดดินที่ 1 และ 2 และศึกษาข้อมูลรายละเอียดชั้นหน้าตัดดินจำนวน 2 พื้นที่ ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้ง สภาพพื้นที่ที่พบชั้นหน้าตัดดิน วัตถุต้นกำเนิดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ ความหนาและสีของชั้นดินแต่ละชั้นที่พบในแต่ละชั้นหน้าตัดดิน
 - ความหนาของชั้นดินแต่ละชั้น ซึ่งสังเกตจากขีดบอกระยะของแถบวัดระยะในรูปของแต่ละชั้นหน้าตัดดินที่แต่ละช่วงของแถบวัดระยะจะห่างกัน 10 เซนติเมตร (แต่ละช่วงของแถบวัดระยะให้สังเกตจากสีของแถบวัดที่จะมีสีสลับกัน)
- ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า**
 - ชั้นหน้าตัดดินทั้ง 2 พื้นที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น จำนวนชั้นดิน ความหนาของชั้นดิน สีดินในแต่ละชั้นดิน
 - ทั้ง 2 พื้นที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินแตกต่างกัน
 - ภายในชั้นหน้าตัดดินเดียวกัน ชั้นดินแต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ความหนาของชั้นดิน สีดินในแต่ละชั้นดิน
5. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้าที่ 149-151 สังเกตภาพ 7.27-7.28 ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
 - ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร
 - กระบวนการเกิดดินต้องอาศัยตัวนำพาและปัจจัยใดบ้าง
 - ชั้นดินมีลักษณะอย่างไร
 - ชั้นดินแต่ละชั้นมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
 - ชั้นหน้าตัดดินมีลักษณะอย่างไร
 - ชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - ชั้นหน้าตัดดินที่มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์จะแบ่งออกเป็นกี่ชั้น ได้แก่อะไรบ้าง
6. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
 - ดินเกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยอาศัยการผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมีของหิน จนทำให้หินมีขนาดเล็กลงกลายเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน จากนั้นมีการผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์กลายเป็นดินที่มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ กระบวนการเกิดดินอาศัยระยะเวลาที่ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน เมื่อเวลาผ่านไปเริ่มมีชั้นดินเกิดขึ้น และเมื่อระยะเวลาในการเกิดดินเพิ่มมากขึ้นจำนวนชั้นดินและความหนาของชั้นดินก็จะเพิ่มมากขึ้น
 - กระบวนการเกิดดินนอกจากอาศัยวัตถุต้นกำเนิดดินแล้ว ยังต้องอาศัยตัวนำพาต่าง ๆ เช่น น้ำ สิ่งมีชีวิต ลม ในการหมุนเวียนสารหรือวัตถุต่าง ๆ รวมถึงอาศัยปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน ความชื้น และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - ชั้นดินในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีลักษณะแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ชานหรือเกือบชานไปกับผิวหน้าดิน ชั้นดินแต่ละชั้นในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น สี โครงสร้างดิน เนื้อดิน การยึดตัว ความเป็นกรด-เบส สิ่งต่าง ๆ ที่ปนอยู่ในดิน ความหนาของชั้นดิน ลักษณะและสมบัติของชั้นดินแต่ละชั้นจะมีความแตกต่างกันเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการเกิดดิน และเมื่อระยะเวลาในการเกิดดินเพิ่มมากขึ้นจำนวนชั้นดินที่พบก็จะมีมากขึ้น
 - ชั้นหน้าตัดดินเป็นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด

- ชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน เช่น จำนวนชั้นดิน ความหนาของชั้นดิน สีดิน เนื้อดิน ความเป็นกรด-เบส ความแตกต่างนี้เกิดขึ้นเนื่องด้วยปัจจัยในการเกิดดินต่าง ๆ เช่น ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน ภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน
- ชั้นหน้าตัดดินที่มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์จะมีชั้นดินหลักจำนวน 6 ชั้น เรียงจากชั้นบนสุดลงไปสู่ชั้นล่างสุด ได้แก่ ชั้นโอ ชั้นเอ ชั้นอี ชั้นปี ชั้นซี และชั้นอาร์ ตามลำดับ



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- **ตัวนำพาและปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการเกิดดินมีอะไรบ้าง**

แนวคำตอบ ตัวนำพาที่ใช้ในกระบวนการเกิดดิน ได้แก่ น้ำ สิ่งมีชีวิต ลม และปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการเกิดดิน ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน ความชื้น การเกิดปฏิกิริยาเคมี ระยะเวลาในการเกิดดิน

- **ชั้นดินชั้นใดเป็นชั้นที่มีการสะสมตัวของวัตถุต่าง ๆ ซึ่งเป็นการซึมชะมาจากดินชั้นที่อยู่ด้านบน**

แนวคำตอบ ดินชั้นปีเป็นชั้นที่มีการสะสมตัวของวัตถุต่าง ๆ ซึ่งซึมชะมาจากดินชั้นที่อยู่ด้านบน ดินชั้นปีจัดอยู่ในเขตการสะสมตัวของแร่

- **ชั้นดินแต่ละชั้นในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร**

แนวคำตอบ ชั้นดินแต่ละชั้นในพื้นที่หนึ่ง ๆ อาจมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น มีสี เนื้อดิน ความหนาของชั้นดิน และค่าความเป็นกรด-เบส แตกต่างกัน

- **ชั้นดินแต่ละชั้นในแต่ละพื้นที่ มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร**

แนวคำตอบ ชั้นดินแต่ละชั้นในแต่ละพื้นที่อาจมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น มีสี เนื้อดิน ความหนาของชั้นดิน จำนวนชั้นดิน และค่าความเป็นกรด-เบส แตกต่างกัน

7. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาเกี่ยวกับรายละเอียดปัจจัยที่ทำให้ดินและชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน ในหนังสือเรียนหน้า 152-153 สังเกตภาพ 7.29-7.30 ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
 - วัตถุดินกำเนิดดิน คืออะไร และส่งผลต่อดินในเรื่องใด
 - ภูมิอากาศส่งผลต่อดินในเรื่องใด
 - ภูมิประเทศส่งผลต่อชั้นดินในเรื่องใด
 - ระยะเวลาส่งผลต่อชั้นดินในเรื่องใด
8. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
 - วัตถุดินกำเนิดดินเป็นหิน ดิน และแร่ชนิดต่าง ๆ ที่ผุพังอยู่กับที่ ซึ่งจะผุพังกลายเป็นเศษหินหรือตะกอนขนาดต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของดินที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน กล่าวคือทำให้ดินมีจำนวนและปริมาณแร่ธาตุ สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน และสมบัติทางเคมีของดินแตกต่างกัน
 - ภูมิอากาศส่งผลต่ออุณหภูมิของอากาศและปริมาณฝน ซึ่งจะมีผลต่อการผุพังอยู่กับที่ของหินทั้งทางกายภาพและทางเคมีที่จะทำให้เกิดวัตถุดินกำเนิดดิน นอกจากนี้อุณหภูมิของอากาศยังมีผลต่อปริมาณสิ่งมีชีวิตในดินและการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ในดิน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและสีดิน
 - ภูมิประเทศที่มีระดับความสูงต่ำแตกต่างกัน หรือมีความลาดชันต่างกันจะส่งผลต่อความหนาของชั้นดิน พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะมีการชะล้างพังทลายของหน้าดินมาก ทำให้ชั้นดินมีความบางหรืออาจไม่มีชั้นดินเลย
 - ระยะเวลาในการเกิดดินส่งผลต่อจำนวนชั้นดินและความหนาของชั้นดิน ดินที่เกิดขึ้นมาเป็นเวลานานแล้วจะมีจำนวนชั้นดินและความหนาของชั้นดินมากกว่าดินที่เกิดขึ้นมาเป็นเวลาน้อยกว่า



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- ความหนาของชั้นดินขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง

แนวคำตอบ ความหนาของชั้นดินขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของวัตถุดินกำเนิดดิน ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน

9. เชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 7.6 การตรวจวัดสมบัติของดินมีวิธีการอย่างไร โดยใช้คำถามว่า นักเรียนทราบแล้วว่าดินและชั้นดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน สมบัติของดินดังกล่าวมีวิธีการตรวจวัดอย่างไร เราจะไปเรียนรู้กันในกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 7.6 การตรวจวัดสมบัติของดินมีวิธีการอย่างไร

ตอนที่ 1 การสำรวจดินและการเตรียมดิน
และตอนที่ 2 การตรวจวัดสมบัติของดิน
แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้



<http://ipst.me/9919>



<http://ipst.me/9920>



<http://ipst.me/8964>

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดินและธาตุอาหารในดิน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (สังเกตและบันทึกสภาพแวดล้อมทั่วไปและภูมิประเทศบริเวณจุดที่ศึกษาดิน สังเกตและตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (สังเกตและตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน)
ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตและบันทึกสภาพแวดล้อมทั่วไปและภูมิประเทศบริเวณจุดที่ศึกษาดิน โดยกำหนดพื้นที่จุดศึกษาดินเป็นบริเวณผิวดินขนาด 1 ตารางเมตร บันทึกตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ บันทึกวันที่ที่ศึกษาดิน สำรวจและบันทึกการใช้ประโยชน์ดิน ชนิดพืชที่ขึ้นปกคลุม สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน ณ บริเวณจุดที่ศึกษา และสังเกตและตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน)

ระหว่างการทำกิจกรรม (80 นาที)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - การเดินทางไปจุดที่ศึกษาดินในกิจกรรมตอนที่ 1 จุดศึกษาดินควรเป็นบริเวณที่ปราศจากการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ มีความปลอดภัย เดินทางสะดวกและปลอดภัย และในการไปศึกษาและเก็บตัวอย่างดินในบริเวณดังกล่าวควรอยู่ในความดูแลของครูหรือผู้ปกครอง
 - กิจกรรมการตรวจวัดเนื้อดิน ต้องใช้ดินที่แห้งแล้ว ดังนั้นควรวางแผนดำเนินการให้นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 1 ก่อนที่จะทำกิจกรรมการตรวจวัดเนื้อดิน สักระยะหนึ่ง เพราะต้องนำดินที่เก็บไปผึ่งให้แห้งก่อนทำการตรวจวัดเนื้อดิน
 - กิจกรรมการตรวจวัดเนื้อดิน ย้ำให้นักเรียนตรวจสอบว่าเนื้อดินที่ตรวจวัดได้จัดอยู่ในกลุ่มดินประเภทใด โดยเทียบเนื้อดินกับข้อมูลในตาราง 7.3 ในหนังสือเรียนหน้าที่ 155

- กิจกรรมการตรวจวัดความชื้นในดิน ควรวางแผนการจัดการเรื่องเวลาในการนำดินในขั้นตอนข้อที่ 2 ไปตากแดดให้แห้ง ก่อนมาดำเนินการหามวลของดินแห้ง
 - กิจกรรมการตรวจวัดความเป็นกรด-เบสของดิน ถ้าตรวจวัดเนื้อดินแล้วพบว่าดินที่ตรวจวัดจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด (จะทราบว่าดินที่ตรวจวัดได้จัดอยู่ในกลุ่มดินชนิดใดให้นำข้อมูลชนิดของเนื้อดินที่ตรวจวัดได้จากกิจกรรมที่ 7.6 ตอนที่ 2 ไปเทียบกับข้อมูลในตาราง 7.3 ในหนังสือเรียนหน้าที่ 155) ในกรณีถ้าดินที่นำมาตรวจวัดจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด ในการตรวจวัดความเป็นกรด-เบส ในขั้นตอนข้อที่ 1 ในหนังสือเรียนหน้า 157 ให้ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 5 และในกรณีถ้าดินที่นำมาตรวจวัดจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบและกลุ่มดินเนื้อหยาบปานกลาง ในการตรวจวัดความเป็นกรด-เบส ในขั้นตอนข้อที่ 1 ในหนังสือเรียนหน้า 157 ให้ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 1
 - ควรวางแผนการจัดการเรื่องเวลาเผื่อไว้สำหรับการตั้งของผสมระหว่างดินและน้ำจนดินตกตะกอนและมีน้ำลักษณะใสแยกออกมาอยู่เหนือชั้นตะกอนดิน เพราะถ้าดินที่ตรวจวัดจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด การตกตะกอนของดินจะใช้เวลาค่อนข้างนาน
 - ในการหาระดับความเป็นกรด-เบส ของดิน ให้นักเรียนนำค่า pH ของดินที่ตรวจวัดได้ไปเทียบกับข้อมูลในตาราง 7.4 ในหนังสือเรียนหน้าที่ 157
 - เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการระบุความเป็นกรด-เบสของดิน มากขึ้น ให้นักเรียนอ่านเกร็ดความรู้ในหนังสือเรียนหน้าที่ 158
 - ในการตรวจวัดธาตุอาหารในดิน ให้ใช้ชุดตรวจวัดที่สามารถจัดหาได้ตามความเหมาะสม และให้ทำตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดตรวจวัดดังกล่าว
3. ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (30 นาที)

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า ดินในแต่ละพื้นที่อาจมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน

ตอนที่ 3 การใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการ และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัด)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (วิเคราะห์และนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัด)
 - วิธีดำเนินการมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (วิเคราะห์ข้อมูลว่าดินบริเวณที่เก็บตัวอย่างมีลักษณะและสมบัติของดินเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่ อย่างไร ในกรณีที่มีการใช้ดินเพื่อการเพาะปลูก ให้สืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลว่าลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชชนิดดังกล่าวหรือไม่ ถ้ามีการใช้ประโยชน์ดินเพื่อการเพาะปลูกที่ไม่เหมาะสม ให้สืบค้นและนำเสนอวิธีการปรับปรุงคุณภาพดินดังกล่าว หรือเสนอแนะชนิดของพืชที่ควรปลูกในบริเวณจุดที่เก็บตัวอย่างดินนั้น)

ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน

 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าดินบริเวณที่เก็บตัวอย่างมีลักษณะและสมบัติเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์จากที่จดบันทึกไว้จากกิจกรรมในตอนที 1 หรือไม่ และรวบรวมข้อมูลวิธีการปรับปรุงคุณภาพดิน หรือเสนอแนะชนิดของพืชที่ควรปลูกในบริเวณจุดที่เก็บตัวอย่างดินนั้น)

ระหว่างการทำกิจกรรม (25 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการ ขณะทีแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - อาจแนะนำให้ให้นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลลักษณะและสมบัติดินที่ตรวจวัดได้ มาล่วงหน้า
 - แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการใช้คำสำคัญในการสืบค้นข้อมูลและแหล่งสืบค้นข้อมูล
- ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า**
 - ดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน
 - การนำดินไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกจำเป็นต้องพิจารณาว่าเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบส และธาตุอาหารในดิน เหมาะสมต่อชนิดพืชที่จะเพาะปลูกหรือไม่ ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงดินเพื่อนำไปใช้ในการเพาะปลูก ควรหาแนวทางการปรับปรุงดินด้วยวิธีการที่เหมาะสม
5. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้าที่ 159-161 สังเกตภาพ 7.32-7.38 ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
 - ดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติอะไรบ้างที่แตกต่างกัน
 - ลักษณะและสมบัติต่าง ๆ ของดินในแต่ละพื้นที่เชื่อมโยงไปถึงสิ่งใดของวัตถุต้นกำเนิดดินหรือองค์ประกอบของดินได้บ้าง
 - เพราะเหตุใดดินแต่ละชนิดจึงมีเนื้อดินแตกต่างกัน
 - ความชื้นในดินคืออะไร มีความสำคัญอย่างไร
 - ดินในแต่ละพื้นที่ที่มีความเป็นกรด-เบส แตกต่างกันเนื่องด้วยปัจจัยใด
 - ยกตัวอย่างลักษณะดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก
 - ดินเปรี้ยวมีลักษณะเป็นอย่างไร และจะมีวิธีการปรับปรุงดินเปรี้ยวอย่างไร
 - ดินเค็มมีลักษณะเป็นอย่างไร และจะมีวิธีการปรับปรุงดินเค็มอย่างไร
6. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
 - ดินในแต่ละพื้นที่อาจมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน
 - ลักษณะและสมบัติต่าง ๆ ของดินในแต่ละพื้นที่สามารถเชื่อมโยงไปถึงชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินหรือปริมาณองค์ประกอบของดินได้ เช่น สีดิน เนื้อดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบแร่ธาตุของวัตถุต้นกำเนิดดิน หรือสีดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและความชื้นในดิน
 - การที่ดินแต่ละชนิดมีเนื้อดินแตกต่างกัน เพราะเนื้อดินเป็นลักษณะทางกายภาพของดินที่มีสัดส่วนโดยน้ำหนักของตะกอนทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ตะกอนทั้ง 3 ขนาดนี้เมื่อรวมตัวกันในสัดส่วนต่างกันจะเกิดเป็นดินชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีเนื้อดินแตกต่างกัน โดยขนาดตะกอนทรายจะมีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือทรายแป้งและดินเหนียวตามลำดับ เนื้อดินแต่ละพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยหลักที่สำคัญ คือ ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินและแร่ต่างชนิดกัน

- ความชื้นในดินเป็นสัดส่วนระหว่างมวลของน้ำในดินกับมวลของดินแห้ง โดยทั่วไปสัดส่วนนี้มีค่าระหว่าง 0.05-0.5 กรัม/กรัม ความชื้นในดินเป็นความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ใช้อธิบายความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารและน้ำแก่พืช ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ดินในแต่ละพื้นที่จะมีความเป็นกรด-เบส แตกต่างกัน เนื่องด้วยปัจจัยหลักคือชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินที่ประกอบด้วยแร่ที่แตกต่างกัน และขึ้นอยู่กับปัจจัยในการเกิดดินในพื้นที่ นอกจากนั้นการเน่าเปื่อยของซากพืชและซากสัตว์ในดิน การใส่ปุ๋ยเคมีในดินก็จะมีผลต่อค่าความเป็นกรด-เบส ของดินได้
- ดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมีอยู่หลายชนิด เช่น ดินจืด ดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินดาน ดินดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากสภาพดินตามธรรมชาติหรือจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์
- ดินเปรี้ยวเป็นดินที่มีความเป็นกรดมากเกินไป ทำให้ขาดแคลนธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ดินที่มีความเป็นกรดมากเกินไปทำให้ธาตุเหล็กและอะลูมิเนียมละลายออกมาอยู่ในดินมากจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูก วิธีการปรับปรุงดินเปรี้ยวมีหลายวิธี เช่น การใช้น้ำชะล้างความเป็นกรดในดิน หรือการขังน้ำไว้ในดินนาน ๆ แล้วระบายออก การใส่ปูนมาร์ล ปูนขาว หินปูนบด หรือหินปูนฝุ่นโดยผสมเข้ากับดินในอัตราส่วนที่เหมาะสม หรือใช้น้ำชะล้างความเป็นกรดในดินควบคู่ไปด้วย
- ดินเค็มเป็นดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายได้ในน้ำมากจนเป็นอันตรายต่อพืช พืชจะเกิดการขาดน้ำและได้รับธาตุที่เป็นส่วนประกอบของเกลือที่ละลายออกมามากจนเกินไป ทำให้พืชมีผลผลิตต่ำหรือไม่ได้ผลผลิต การปรับปรุงดินเค็มอาจใช้การไถกลบพืชปุ๋ยสด ปุ๋ยอินทรีย์ หรือใส่วัตถุปรับปรุงดิน เช่น แกลบ

7. ให้นักเรียนทำโจทย์ชวนคิดเกี่ยวกับ ดินจืดและดินดาน



เฉลยชวนคิด

- ดินจืดและดินดานเป็นดินที่มีลักษณะและสมบัติอย่างไร และการปรับปรุงดินดังกล่าวนี้ทำได้อย่างไร ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปรายลักษณะและสมบัติของดินดังกล่าว

แนวคำตอบ ดินจืดเป็นดินที่มีแร่ธาตุในดินน้อย ทำให้การเพาะปลูกไม่เจริญงอกงาม ต้องใส่ปุ๋ยหรือสารอาหารบำรุงดิน

ดินดาน เป็นชั้นดินที่มีลักษณะแน่นทึบและแข็ง เนื้อดินมีช่องว่างสำหรับน้ำและอากาศน้อยมาก เกิดขึ้นได้ชั้นไทรพอร์น มีความลึกอยู่ไม่เกิน 50 เซนติเมตร สำหรับเกษตรกรตรวจสอบจากการสังเกตโดยวิธีการง่าย ๆ เช่น เวลาฝนตกลงมาบนพื้นที่ราบ น้ำจะแช่ท่วมขังอยู่นานเนื่องจากน้ำไม่สามารถซึมลงไปในดินชั้นล่างได้ น้ำจะไหลบ่าบนผิวดิน ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายบนผิวดิน พื้นที่ปลูกพืชถ้ามีดินดานจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับการปลูกพืช คือ ในฤดูฝนเมื่อมีฝนตกลงมาน้ำจะซึมลงไปในดินชั้นล่างไม่ได้ เนื่องจากมีดินดานมากจนไม่ให้น้ำไหลซึมลงไปถึงชั้นดินด้านล่างได้ ขณะเดียวกันในหน้าแล้ง ดินดานจะกั้นไม่ให้ความชื้นที่อยู่ด้านล่างขึ้นมาถึงรากพืช ทำให้พืชขาดน้ำและตายได้

แนวทางการแก้ไขดินดานมีหลายวิธีการ เช่น การปลูกพืชทำลายชั้นดินดานซึ่งมีพืชหลายชนิดที่ระบบรากแข็งแรงสามารถเติบโตขึ้นผ่านดินดานได้ การไถระเบิดดินดานด้วยการไถลักษณะพิเศษที่สามารถเจาะทำให้ชั้นดินดานแตกได้ การควบคุมความชื้นในดินดานให้พอเหมาะจะช่วยให้รากพืชกระจายตัวได้ดีขึ้นในระดับหนึ่ง การเพิ่มอินทรีย์วัตถุ เช่น การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก รวมถึงการใช้วัสดุคลุมดินจะช่วยเพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดินได้บ้าง ช่วยลดปัญหาการจับตัวเป็นก้อนของเม็ดดินเมื่อดินแห้งได้

อ้างอิงข้อมูลจาก:

<http://www.aepd02.doae.go.th/new/การไถระเบิดดินดาน.doc>

http://www.ddd.go.th/Web_Soil/compact.htm

<http://www.chaipat.or.th/publication/publish-document/tips/36-2015-04-03-10-16-17.html>

http://www.ddd.go.th/Web_Soil/compact.htm

8. ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่อง ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน จากการตอบคำถามก่อนเรียนระหว่างเรียน หรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีอื่น ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น ใช้คำถามและอภิปรายร่วมกัน ใช้แผนภาพ วิดีทัศน์ เอกสารอ่านประกอบ

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
ดินที่พบไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะและสมบัติใด ๆ และมีลักษณะเหมือนกันทุกพื้นที่ (Philips, 1991; The Science Learning Hub, 2018)	ดินบนโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะและสมบัติไปตามปัจจัยในการเกิดดิน ได้แก่ วัตถุดิบกำเนิดดิน ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ระยะเวลาในการเกิดดิน และสิ่งมีชีวิตในดิน (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
ดินมีสีน้ำตาล (The Science Learning Hub, 2018)	ดินในแต่ละที่อาจมีสีแตกต่างกันไป เช่น สีดำ สีน้ำตาลเข้ม สีแดง ขึ้นอยู่กับปัจจัยในการเกิดดิน เช่น วัตถุดิบกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน ความชื้นในดิน (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
ดินเป็นทรัพยากรหมุนเวียน มนุษย์สามารถสร้างขึ้นได้ (The Science Learning Hub, 2018)	ดินเป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มนุษย์ไม่สามารถสร้างขึ้นได้ และใช้ระยะเวลาในการเกิดนาน เพราะต้องอาศัยกระบวนการผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายและทางเคมีในการทำให้หินผุพังสลายตัวให้เกิดเป็นวัตถุดิบกำเนิดดิน และอาศัยตัวนำพาต่าง ๆ ในกระบวนการเกิดดิน (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)

9. เชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ **เรื่องที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน** โดยนำอภิปรายดังนี้ ผิวดินที่เราอาศัยอยู่นอกจากจะถูกปกคลุมด้วยดินที่มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันแล้ว ยังถูกปกคลุมด้วยแหล่งน้ำถึง 3 ใน 4 ส่วนของผิวดินทั้งหมด แหล่งน้ำบนผิวดินพบอยู่ในลักษณะใดบ้าง เราจะไปเรียนรู้กันในเรื่องต่อไป

เรื่องที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

- ครูให้นักเรียนศึกษาภาพนำเรื่อง ภาพ 7.39 แม่น้ำเจ้าพระยา ในหนังสือเรียนหน้าที่ 162 และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจากภาพ โดยอาจถามนักเรียนว่า แม่น้ำเจ้าพระยาเกิดจากการรวมของแม่น้ำใดบ้าง แม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านจังหวัดใดบ้างของประเทศไทย แม่น้ำเจ้าพระยาไหลออกสู่ทะเลอ่าวไทยที่จังหวัดใด (นักเรียนตอบได้โดยอิสระตามความเข้าใจของตนเอง) จากนั้นให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหน้าเรื่อง และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย เกิดจากการรวมกันของแม่น้ำ 4 สายในภาคเหนือ ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน และมีแม่น้ำอีก 2 สายไหลมาสมทบในภาคกลาง คือ แม่น้ำสะแกกรังและแม่น้ำป่าสัก แม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านจังหวัดต่าง ๆ ในภาคกลาง เริ่มจากจังหวัดนครสวรรค์ ผ่านเข้าจังหวัดอุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และออกสู่ทะเลอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรปราการ
 - แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแหล่งน้ำผิวดินลักษณะหนึ่ง แหล่งน้ำผิวดินนอกจากจะพบในลักษณะของแม่น้ำแล้ว ยังพบในลักษณะอื่น ๆ เช่น ทะเลสาบ น้ำตก ทะเล มหาสมุทร ตัวอย่างแหล่งน้ำผิวดินแสดงดังภาพ 7.40 ก. และ ข. แหล่งน้ำผิวดินเหล่านี้มีลักษณะแตกต่างกัน นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้แหล่งน้ำแต่ละแหล่งมีลักษณะแตกต่างกัน
- ให้นักเรียนอ่านคำสำคัญ ทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าครูพบว่านักเรียนยังทำกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรทบทวนและแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่จะเรียนเรื่อง แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินต่อไป

หน่วยที่ 7 | โลกและการเปลี่ยนแปลง

หน้า 162

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน



ภาพ 7.39 แม่น้ำเจ้าพระยา

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักสายหนึ่งของประเทศไทย เกิดจากการรวมกันของแม่น้ำ 4 สายในภาคเหนือ ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน และมีแม่น้ำอีก 2 สายไหลมาสมทบในภาคกลาง คือ แม่น้ำสะแกกรังและแม่น้ำป่าสัก แม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านจังหวัดต่าง ๆ ในภาคกลาง เริ่มจากจังหวัดนครสวรรค์ ผ่านเข้าจังหวัดอุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และออกสู่ทะเลอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรปราการ

แม่น้ำเจ้าพระยาคือเป็นแหล่งน้ำผิวดินลักษณะหนึ่ง แหล่งน้ำผิวดินนอกจากจะพบในลักษณะของแม่น้ำแล้ว ยังพบในลักษณะอื่น ๆ เช่น ทะเลสาบ น้ำตก ทะเล มหาสมุทร ตัวอย่างแหล่งน้ำผิวดินแสดงดังภาพ 7.40 ก. และ ข. แหล่งน้ำผิวดินเหล่านี้มีลักษณะแตกต่างกัน นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้แหล่งน้ำแต่ละแหล่งมีลักษณะแตกต่างกัน



ก. ทะเลสาบสงขลา



ข. น้ำตกห้วยหลวง จังหวัดอุบลราชธานี (ที่มา : นานิพนธ์ หาญพิพัฒน์)

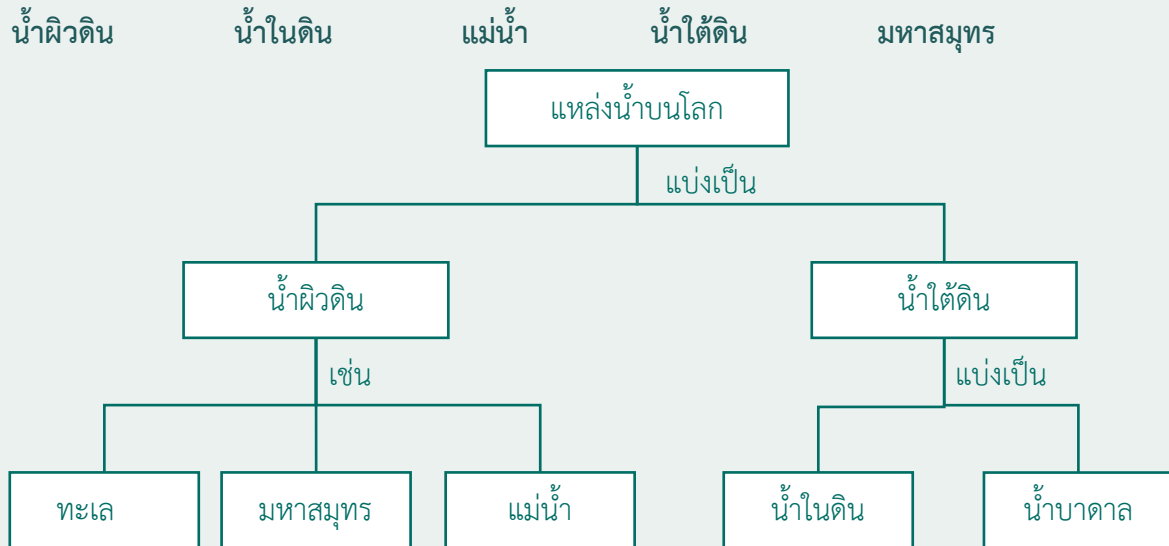
ภาพ 7.40 แหล่งน้ำผิวดิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



เฉลยบททวนความรู้ก่อนเรียน

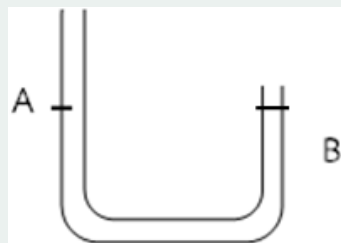
1. จงเติมคำต่อไปนี้ลงในแผนผังแนวคิดให้ถูกต้อง



2. ให้เรียงลำดับปริมาณน้ำจืดบนโลก โดยเขียนหมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 หน้าข้อความชนิดของแหล่งน้ำตามปริมาณน้ำจืดจากมากไปหาน้อย ตามลำดับ

- ② น้ำใต้ดิน
- ① ธารน้ำแข็ง
- ③ ในบรรยากาศ
- ④ แม่น้ำ
- ⑤ ในสิ่งมีชีวิต

3. ถ้าเติมน้ำลงไปในสายยาง จนระดับน้ำด้าน A อยู่ระดับที่ขีดไว้ ให้นักเรียนวาดระดับน้ำด้าน B ลงในภาพ



3. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน โดยให้ทำกิจกรรมรู้อยู่ไรบ้างก่อนเรียน ให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจของนักเรียน โดยครูจะไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง แต่ครูควรรวบรวมแนวคิด คลาดเคลื่อนที่พบเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขแนวคิดเหล่านั้นให้ถูกต้อง ซึ่งเมื่อนักเรียน เรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจครบถ้วนตามจุดประสงค์ของบทเรียน



ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งอาจพบในเรื่องนี้

- แม่น้ำจากทิศเหนือจะไหลไปทางทิศใต้ (Ocean Motion, 2018; SERC, 2018;)
- น้ำบาดาลเป็นน้ำที่มาจากภายในโลก (SERC, 2018)
- น้ำบาดาลมีลักษณะเป็นแม่น้ำขนาดใหญ่ หรือเป็นทะเลสาบขนาดใหญ่ที่อยู่ใต้ดิน (SERC, 2018)
- ไม่มีส่วนใดของน้ำบาดาลและน้ำผิวดินที่เชื่อมต่อกัน (SERC, 2018)
- น้ำบาดาลนั้นสะอาด ไม่มีสิ่งปนเปื้อน เพราะน้ำนั้นได้ถูกกรองด้วยระบบตามธรรมชาติ (Kastning & Kastning, 1999; SERC, 2018)

4. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 7.7 ปัจจัยใดที่ทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีลักษณะแตกต่างกัน โดยใช้คำถามว่า แหล่งน้ำผิวดินที่ พบบนโลกมีลักษณะและรูปร่างที่ปรากฏแตกต่างกัน เช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ ทะเล นักเรียนทราบหรือไม่ว่าปัจจัยใดที่ ทำให้แหล่งน้ำผิวดินต่าง ๆ เหล่านี้มีลักษณะแตกต่างกัน เราจะไปเรียนรู้กันในกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 7.7 ปัจจัยใดที่ทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีลักษณะแตกต่างกัน



<http://ipst.me/9932>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (กระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน และปัจจัยที่ทำให้แหล่งน้ำผิวดินแต่ละแหล่งมีลักษณะแตกต่างกัน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (อธิบายกระบวนการและปัจจัยการเกิดแหล่งน้ำผิวดินจากแบบจำลอง)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร

สถานการณ์ที่ 1 (จำลองลักษณะภูมิประเทศภูเขา โดยนำทรายมากองแยกกัน 2 กอง ให้ทั้ง 2 กองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเท่ากัน อภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้าปล่อยน้ำให้ไหลอย่างต่อเนื่องลงไปที่บริเวณกึ่งกลางของกองทรายทั้ง 2 กอง ด้วยปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน กองทรายทั้ง 2 กองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและบันทึกผล)

สถานการณ์ที่ 2 (จำลองลักษณะภูมิประเทศภูเขา โดยนำกรวดและทรายมากองแยกกันชนิดละ 1 กอง ให้ทั้ง 2 กองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเท่ากัน อภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้าปล่อยน้ำให้ไหลอย่างต่อเนื่องลงไปที่บริเวณกึ่งกลางของกองกรวดและกองทราย ด้วยปริมาณน้ำที่เท่ากัน กองกรวดและกองทรายจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและบันทึกผล)

ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน

- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของกองทรายและกองกรวด)

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - กรวดและทรายที่นำมาทำกิจกรรมควรมีขนาดแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน
 - สามารถเลือกสถานที่ทำกิจกรรมได้ตามความเหมาะสม เช่น ทำกิจกรรมบริเวณสนามหญ้า
 - ในการปล่อยน้ำไปที่กองกรวดและกองทราย ทั้ง 2 สถานการณ์ ควรควบคุมความแรงของกระแสน้ำที่ปล่อยให้เท่ากันทุกครั้ง
- ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า

สถานการณ์ที่ 1

- การปล่อยน้ำลงบนกองทราย น้ำจะกัดเซาะกองทรายทำให้เกิดร่องน้ำ
- เมื่อปล่อยน้ำ 200 cm^3 ลงบนกองทรายกองที่ 1 น้ำจะกัดเซาะกองทรายได้น้อยกว่าและร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กกว่าการปล่อยน้ำ 500 cm^3 ลงบนกองทรายกองที่ 2

สถานการณ์ที่ 2

- การปล่อยน้ำลงบนกองกรวดและกองทราย น้ำจะกัดเซาะกองกรวดและกองทรายทำให้เกิดร่องน้ำ
- เมื่อปล่อยน้ำ 300 cm^3 ลงบนกองกรวด น้ำจะกัดเซาะกองกรวดได้น้อยกว่าและร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กกว่าการปล่อยน้ำ 300 cm^3 ลงบนกองทราย

5. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้าที่ 165-167 สังเกตภาพ 7.41-7.45 ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น

- แหล่งน้ำผิวดินเกิดขึ้นได้อย่างไร
- ปัจจัยใดที่ส่งผลให้แหล่งน้ำผิวดินแต่ละแหล่งมีลักษณะแตกต่างกัน

6. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- ในธรรมชาติฝนที่ตกลงมาที่ผิวโลกจะไหลไปตามภูมิประเทศจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ขณะที่น้ำไหลไปตามผิวโลก กระแสน้ำจะกัดเซาะผิวโลกให้กลายเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ และน้ำจะไหลไปรวมกันในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแอ่งหรือมีโครงสร้างที่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ ซึ่งถือเป็นต้นกำเนิดของการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน
- แหล่งน้ำผิวดินแต่ละแหล่งมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำในแต่ละฤดูกาล ชนิดของดิน หิน แร่ หรือตะกอนซึ่งมีความทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำไม่เท่ากัน ปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ระยะเวลาในการกัดเซาะของน้ำในพื้นที่ ภูมิประเทศ และโครงสร้างทางธรณีวิทยาของหินในพื้นที่



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- จากภาพ 7.43 และ 7.44 ลักษณะของแหล่งน้ำดังกล่าวเกิดขึ้นในบริเวณภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ แหล่งน้ำดังภาพ 7.43 และ 7.44 เกิดขึ้นบริเวณภูมิประเทศที่มีความลาดชันมาก

7. เชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 7.8 แหล่งน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยใช้คำถามว่า แหล่งน้ำใต้ดินเป็นน้ำจืดที่อยู่ในสถานะของเหลวที่มีปริมาณมากที่สุดบนโลก แหล่งน้ำใต้ดินมีกระบวนการเกิดอย่างไร และสามารถกักเก็บน้ำไว้ใต้ดินได้อย่างไร เราจะไปเรียนรู้กันในกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 7.8 แหล่งน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร



<http://ipst.me/9922>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (กระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดิน)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (อธิบายกระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (จำลองกระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดิน จากนั้นให้อภิปรายและตรวจสอบสมมติฐาน สังเกตการไหลซึมของน้ำในกล่องตั้งแต่เริ่มรดน้ำลงไปแบบจำลอง จนกระทั่งมีน้ำไหลออกมาจากหลอด และบันทึกผล)

ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน

 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตการไหลซึมของน้ำลงในแบบจำลอง ตั้งแต่เริ่มรดน้ำจนกระทั่งมีน้ำไหลออกมาจากหลอด)

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - แนะนำนักเรียนให้ใช้ขวดน้ำขนาดเล็ก เพื่อป้องกันน้ำกระดกออกมานอกแบบจำลอง
 - เพื่อไม่ให้ดินเหนียวอุดเข้าไปในหลอดพลาสติก ให้ย้านักเรียนว่า ก่อนที่จะสร้างชั้นทรายหยาบในชั้นบนสุด ตรงบริเวณเนินดินด้านต่ำให้ใช้ดินสอเจาะลงไปที่ยันตะกอนตามแนวตั้งให้ทะลุไปถึงบริเวณกึ่งกลางของชั้นกรวด จากนั้นดึงดินสอออกแล้วค่อยนำหลอดพลาสติกเสียบลงไปรูที่เจาะไว้ และอุดรอยต่อระหว่างดินเหนียวและหลอดให้แน่น
 - ย้าให้นักเรียนให้ตัดปลายหลอดด้านบนให้มีระดับต่ำกว่าระดับบนสุดของเนินดินด้านสูง
 - ย้าให้นักเรียนสังเกตการไหลซึมของน้ำในกล่อง ตรงภายในชั้นตะกอนแต่ละชั้น ตั้งแต่เริ่มรดน้ำจนกระทั่งมีน้ำไหลออกมาจากหลอด
- ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง **เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า**
 - เมื่อรดน้ำลงไปที่กล่องพลาสติก น้ำจะไหลไปสะสมตัวอยู่ในชั้นกรวดและชั้นทรายซึ่งจะมีช่องว่างระหว่างตะกอน และช่องว่างเหล่านี้มีความต่อเนื่องกันทำให้น้ำสามารถไหลเข้าไปกักเก็บและไหลซึมผ่านได้
 - ส่วนชั้นตะกอนที่รองรับชั้นกรวดและชั้นทรายไว้เป็นชั้นดินเหนียวซึ่งตะกอนมีขนาดเล็กละเอียด มีความพรุนต่ำ ทำให้น้ำไหลซึมผ่านได้ยาก
 - เมื่อระดับน้ำที่อยู่ในชั้นกรวดมีระดับสูงกว่าระดับปลายด้านบนของหลอดเมื่อใด น้ำจะไหลล้นออกจากหลอดเนื่องด้วยแรงดันของน้ำ
5. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้าที่ 169-172 สังเกตภาพ 7.47-7.51 ตอบคำถามระหว่างเรียน แล้วใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น
 - น้ำในดินและน้ำบาดาล แตกต่างกันอย่างไร
 - ระดับน้ำใต้ดิน คืออะไร
 - ชั้นหินอุ้มน้ำ คืออะไร
 - ยกตัวอย่างชั้นหินอุ้มน้ำในธรรมชาติ
 - ยกตัวอย่างชั้นหินที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นขอบเขตบนหรือขอบเขตล่างของชั้นหินอุ้มน้ำ
 - เพราะเหตุใดบางครั้งเมื่อมีการเจาะบ่อน้ำบาดาลลงไปชั้นหินอุ้มน้ำ จึงมีน้ำพุพุ่งออกมาที่ปากบ่อ
 - ในธรรมชาติระดับน้ำใต้ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับได้หรือไม่ อย่างไร
 - ระดับน้ำใต้ดินจะไปบรรจบที่ใดบ้าง
 - ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากน้ำบาดาลในด้านใดบ้าง
6. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
 - น้ำในดินและน้ำบาดาลเป็นน้ำที่เกิดจากการไหลซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวอยู่ใต้ผิวโลก การไหลซึมของน้ำลงไปใต้ผิวโลกส่วนแรกจะไหลซึมอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินร่วมกับอากาศ เรียกว่า น้ำในดิน ส่วนน้ำบาดาลเป็นน้ำที่เกิดจากการไหลซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวอยู่ใต้ผิวโลกในลักษณะเช่นเดียวกับน้ำในดิน แต่น้ำบาดาลจะเกิดจากน้ำผิวดินที่ไหลซึมลึกลงไปมากกว่าน้ำในดิน โดยจะลงไปสะสมตัวอยู่ในหิน ชั้นหิน หรือชั้นตะกอนจนอิ่มตัวไปด้วยน้ำ หรือมีน้ำบรรจุอยู่เต็มช่องว่าง
 - ระดับน้ำใต้ดิน คือ ระดับบนสุดของน้ำบาดาล
 - ชั้นหินอุ้มน้ำ เป็นชั้นหินหรือชั้นตะกอนที่สามารถกักเก็บน้ำบาดาลไว้ ชั้นหินอุ้มน้ำจะมีชั้นหินที่มีเนื้อละเอียดแน่นรองรับไว้

- ตัวอย่างชั้นหินอุ้มน้ำในธรรมชาติ เช่น ชั้นหินทราย ชั้นตะกอนทราย ชั้นกรวด
- ตัวอย่างชั้นหินที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นขอบเขตบนหรือขอบเขตล่างของชั้นหินอุ้มน้ำ เช่น ชั้นหินดินดาน
- บางครั้งเมื่อมีการเจาะบ่อน้ำบาดาลลงไปชั้นหินอุ้มน้ำ จะมีน้ำพุพุ่งออกมาที่ปากบ่อ เนื่องจากสมบัติของน้ำที่จะรักษาระดับแรงดันน้ำ กล่าวคือจากลักษณะการวางตัวของชั้นหินอุ้มน้ำ อาจทำให้เกิดแรงดันน้ำในชั้นหินอุ้มน้ำขึ้นได้ ดังนั้นถ้ามีการเจาะบ่อน้ำบาดาลลงไปชั้นหินอุ้มน้ำที่มีแรงดันน้ำ น้ำในบ่อจะพุ่งขึ้นถึงระดับแรงดันน้ำ ซึ่งระดับน้ำอาจจะอยู่ภายในบ่อหรือไหลล้นออกมาจากบ่อก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการวางตัวของชั้นหินอุ้มน้ำในแต่ละพื้นที่และขึ้นอยู่กับแรงดันที่เกิดขึ้นในชั้นหินอุ้มน้ำนั้น
- ในธรรมชาติระดับน้ำใต้ดินในบริเวณหนึ่ง ๆ อาจมีการเปลี่ยนแปลงระดับไปตามฤดูต่าง ๆ เช่น ในฤดูฝนระดับน้ำใต้ดินจะมีระดับสูง แต่ในฤดูแล้งระดับน้ำใต้ดินจะลดระดับลง
- ระดับน้ำใต้ดินจะวางตัวสอดคล้องไปตามแนวชั้นหินหรือตามลักษณะภูมิประเทศและจะไปบรรจบกับระดับน้ำในแม่น้ำหรือทะเลสาบ และสุดท้ายจะไปบรรจบกับระดับน้ำในทะเลและมหาสมุทร
- ปัจจุบันมีการนำน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ทั้งในการดำรงชีวิต การอุปโภคและบริโภค ในการทำเกษตรกรรม และในภาคอุตสาหกรรม



เฉลยคำถามระหว่างเรียน

- **ชั้นหินอุ้มน้ำและชั้นหินที่รองรับชั้นหินอุ้มน้ำไว้ มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร**
แนวคำตอบ ชั้นหินอุ้มน้ำและชั้นหินที่รองรับชั้นหินอุ้มน้ำไว้จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนต่างกัน
 - ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนของชั้นหินอุ้มน้ำ จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนกว้างและมีช่องว่างอยู่ต่อเนื่องกัน จนน้ำสามารถไหลซึมผ่านได้สะดวก
 - ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนของชั้นหินที่รองรับชั้นหินอุ้มน้ำจะมีช่องว่างระหว่างตะกอนเล็กมากเพราะตะกอนมีเนื้อละเอียดแน่น หรือมีลักษณะเป็นหินที่ไม่มีช่องว่างระหว่างตะกอน

7. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าหินสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้อย่างไร ให้นักเรียนทำกิจกรรมลองทำดูในหนังสือเรียนหน้าที่ 171



เฉลยกิจกรรมลองทำดู

เมื่อใช้หลอดหยดสารหยดน้ำไปที่หินทรายและหินดินดานก้อนละ 1 หยด น้ำจะไหลซึมเข้าไปในหินทราย แต่จะไม่ไหลซึมเข้าไปที่หินดินดาน หรือไหลซึมเข้าไปได้น้อยมากจนไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

ลักษณะของหินทรายเป็นหินที่มีรูพรุนหรือมีช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนกว้าง และรูพรุนหรือช่องว่างดังกล่าวอยู่เชื่อมต่อกัน จึงสามารถให้น้ำไหลเข้าไปกักเก็บและไหลซึมผ่านได้ ลักษณะของหินดังกล่าวนี้เป็นลักษณะสำคัญของชั้นหินอุ้มน้ำตามธรรมชาติ

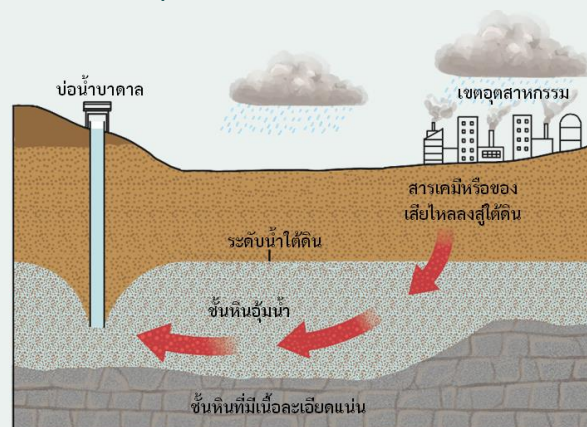
ลักษณะของหินดินดานเป็นหินที่มีเนื้อละเอียด มีสมบัติไม่ยอมให้น้ำไหลซึมผ่านหรือไหลซึมผ่านได้แต่น้อยมาก เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างตะกอนเล็กมาก ลักษณะของหินดังกล่าวนี้เป็นลักษณะสำคัญของชั้นหินที่รองรับชั้นหินอุ้มน้ำ

8. ประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน โดยใช้โจทย์ **ชวนคิด** เกี่ยวกับผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบาดาลเมื่อมีการทิ้งสารเคมีหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ชั้นดินโดยตรง



เฉลยชวนคิด

- จากภาพ การทิ้งสารเคมีหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ผิวดินโดยตรง จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำบาดาลหรือไม่ เพราะเหตุใด และการสูบน้ำบาดาลดังกล่าวขึ้นมาใช้จะได้รับผลกระทบจากคุณภาพน้ำดังกล่าวหรือไม่ เพราะเหตุใด



ภาพภาคตัดขวางแสดงตำแหน่งเขตอุตสาหกรรม แสดงชั้นหินอุ้มน้ำ ระดับน้ำใต้ดิน และตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล

แนวคำตอบ การทิ้งสารเคมีหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ผิวดินโดยตรงจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำบาดาล กล่าวคือ สารเคมีหรือของเสียจะไหลซึมลงสู่ดิน ไปปนเปื้อนกับน้ำในดินและน้ำบาดาล ส่งผลทำให้คุณภาพของน้ำบาดาลปนเปื้อนสารเคมีหรือของเสียได้ และการสูบน้ำบาดาลดังกล่าวขึ้นมาใช้จะได้รับสารเคมีหรือของเสียเหล่านั้นไปด้วย

9. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเรื่อง การกักเก็บน้ำบาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำมากขึ้น ให้นักเรียนทำกิจกรรมเสริม เรื่อง ลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลอย่างไร ในหนังสือเรียนหน้าที่ 173

กิจกรรมเสริม

ลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลอย่างไร



<http://ipst.me/9923>

แนวการจัดการเรียนรู้ ครูดำเนินการดังนี้

ก่อนการทำกิจกรรม (10 นาที)

- ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรม จุดประสงค์ และวิธีดำเนินการกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ลักษณะของตะกอนที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาล)
 - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อย่างไร (ทดลองและอธิบายลักษณะของตะกอนที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาล)
 - วิธีดำเนินการกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (เตรียมภาชนะปากกว้างจำนวน 2 ใบที่มีลักษณะเหมือนกันและมีปริมาตรเท่ากัน ใบที่ 1 ใส่กรวดขนาดใหญ่ให้เต็มภาชนะ ใบที่ 2 ใส่กรวดขนาดใหญ่และกรวดขนาดเล็กปนกันให้เต็มภาชนะ อภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้าเติมน้ำลงไปให้เต็มภาชนะทั้ง 2 ใบ ภาชนะใดสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุด ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน)
ครูควรบันทึกขั้นตอนการทำกิจกรรมโดยสรุปบนกระดาน
 - นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตลักษณะของกรวดจำนวน 2 ลักษณะ หาปริมาณน้ำที่ไหลเข้าไปกักเก็บอยู่ในกรวดทั้ง 2 ลักษณะ ว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าไปกักเก็บมีความแตกต่างกันหรือไม่)

ระหว่างการทำกิจกรรม (30 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามวิธีดำเนินการกิจกรรม ขณะที่แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ครูควรเดินสังเกตการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำแก่นักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น
 - ภาชนะปากกว้างที่ใช้ในการทำกิจกรรม ควรมีลักษณะใส เพื่อให้สามารถสังเกตเห็นการจัดเรียงตัวของตะกอนและช่องว่างระหว่างตะกอนได้ รวมถึงให้สามารถสังเกตเห็นการกักเก็บของน้ำในบริเวณช่องว่างระหว่างตะกอนได้ชัดเจน
 - แนะนำให้นักเรียนบันทึกปริมาณน้ำที่เติมลงไปในแต่ละครั้ง เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำรวมที่สามารถกักเก็บไว้ในช่องว่างระหว่างตะกอน
- ครูควรรวบรวมปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

หลังการทำกิจกรรม (20 นาที)

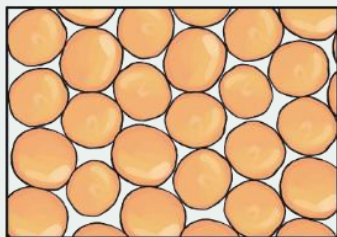
- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า ภาชนะที่บรรจุเพียงกรวดขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว สามารถกักเก็บน้ำได้มากกว่าภาชนะที่บรรจุกรวดขนาดใหญ่และกรวดขนาดเล็กปนกัน

5. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนหน้าที่ 174 แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น ลักษณะของตะกอนในชั้นหินอุ้มน้ำที่สามารถกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มาก ควรมีลักษณะเช่นใด
6. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** ลักษณะของตะกอนในชั้นหินอุ้มน้ำที่สามารถกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มากควรเป็นตะกอนที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เช่น ลักษณะตะกอนของหินทราย ซึ่งตะกอนจะมีขนาดใกล้เคียงกัน ตะกอนลักษณะนี้สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากกว่าตะกอนที่มีขนาดคละกันหรือตะกอนที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมเป็นมุม เพราะช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างตะกอนที่มีขนาดใกล้เคียงกันจะมีขนาดใหญ่และมีปริมาตรของช่องว่างมากกว่า
7. ให้นักเรียนทำโจทย์**ชวนคิด** เกี่ยวกับลักษณะของตะกอนของชั้นหินอุ้มน้ำที่สามารถกักเก็บน้ำไว้ในปริมาณมาก

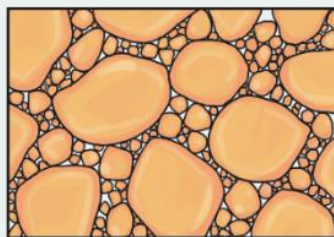


เฉลยคำถามชวนคิด

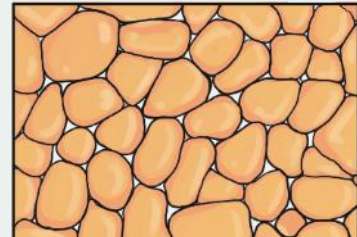
- จากภาพลักษณะตะกอนของชั้นหินอุ้มน้ำลักษณะใด สามารถกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้ปริมาณมากที่สุด เพราะเหตุใด



ก. ตะกอนที่มีขนาดใกล้เคียงกัน



ข. ตะกอนที่มีขนาดคละกัน



ค. ตะกอนที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมเป็นมุม

ภาพลักษณะตะกอนของชั้นหินอุ้มน้ำ

แนวคำตอบ ลักษณะตะกอนของชั้นหินอุ้มน้ำในภาพ ก. สามารถกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้ปริมาณมากที่สุด เพราะช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างตะกอนที่มีขนาดใกล้เคียงกันจะมีความกว้างและมีพื้นที่ของช่องว่างมากกว่าตะกอนที่มีขนาดคละกันหรือเป็นเหลี่ยมเป็นมุม

8. ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาและศึกษาภาพในหนังสือเรียนหน้าที่ 175-177 เกี่ยวกับการใช้น้ำของมนุษย์ที่ส่งผลต่อลักษณะและคุณภาพของแหล่งน้ำ และแนวทางการอนุรักษ์แหล่งน้ำ แล้วครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน เช่น ความต้องการใช้น้ำที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบอย่างไรได้บ้าง หรือให้นักเรียนยกตัวอย่างแนวทางการอนุรักษ์แหล่งน้ำ
9. จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า**
 - ปัจจุบันการกระทำของมนุษย์หลายอย่างมีผลทำให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาด รูปร่าง และคุณภาพของน้ำ
 - ความต้องการใช้น้ำที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีไม่เพียงพอ จึงมีการนำน้ำบาดาลมาใช้มากขึ้น และเนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ไม่เหมาะสมทำให้คุณภาพของแหล่งน้ำบางแห่งอาจมีการปนเปื้อนของเสีย น้ำเสีย และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ

- ปัญหาเกี่ยวกับการใช้น้ำยังพบอีกหลายด้าน เช่น บางพื้นที่มีปัญหาภัยแล้ง บางพื้นที่ขาดแหล่งน้ำสำรองเนื่องด้วยภูมิประเทศที่ไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นแหล่งกักเก็บน้ำขนาดใหญ่ ปัญหาแหล่งต้นน้ำถูกทำลาย ปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาแหล่งน้ำและมีวิธีการจัดการน้ำที่เหมาะสม
- แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำมีหลายแนวทาง เช่น แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำชุมชนในพื้นที่น้ำแล้งและน้ำท่วม หรือในพื้นที่น้ำกร่อย
- การอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าไม้ และการปลูกป่าทดแทน เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ เพราะป่าไม้คือต้นน้ำ ป่าไม้ที่ถูกทำลายลงอย่างรวดเร็วจะก่อให้เกิดภาวะภัยแล้ง

10. ประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน โดยใช้โจทย์ **ชวนคิด** เกี่ยวกับการกระทำของมนุษย์ที่ส่งผลทำให้แหล่งน้ำเน่าเสีย


เฉลยคำถามชวนคิด

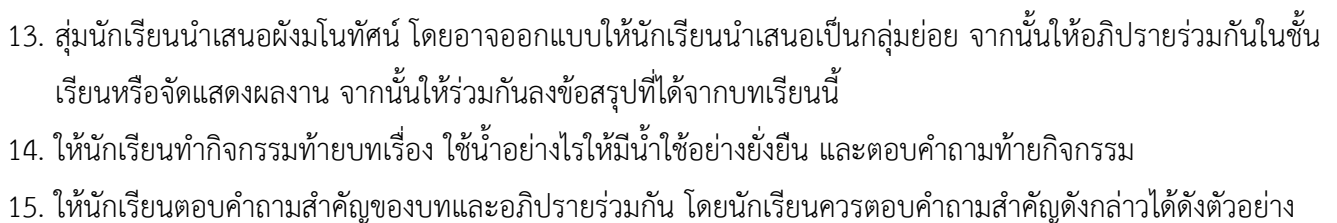
- **การกระทำใดบ้างของมนุษย์ที่อาจส่งผลทำให้แหล่งน้ำเน่าเสียได้**
แนวคำตอบ การกระทำของมนุษย์ที่อาจส่งผลทำให้แหล่งน้ำเน่าเสีย เช่น การทิ้งของเสีย น้ำเสียและสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ลงในแหล่งน้ำ

11. ถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่อง แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน จากการตอบคำถามก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรืออาจตรวจสอบโดยใช้กลวิธีอื่น ๆ ให้ครูแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง เช่น ใช้คำถามและอภิปรายร่วมกัน ใช้แผนภาพ วิดีทัศน์ เอกสารอ่านประกอบ

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
แม่น้ำจากทิศเหนือจะไหลไปทางทิศใต้ (Ocean Motion, 2018; SERC, 2018;)	น้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ บนโลกจะไหลไปตามภูมิประเทศและโครงสร้างทางธรณีวิทยาของหินในพื้นที่ (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
น้ำบาดาลเป็นน้ำที่มาจากภายในโลก (SERC, 2018)	น้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลงมาจากน้ำผิวดิน (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
น้ำบาดาลมีลักษณะเป็นแม่น้ำขนาดใหญ่หรือเป็นทะเลสาบขนาดใหญ่ที่อยู่ใต้ดิน (SERC, 2018)	น้ำบาดาลเป็นน้ำที่แทรกหรือกักเก็บอยู่ตามช่องว่างระหว่างตะกอนที่อยู่ต่อเนื่องกันของหิน ชั้นหิน หรือชั้นตะกอนที่อยู่ใต้ดินจนช่องว่างเหล่านั้นอิ่มตัวไปด้วยน้ำ (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)

แนวคิดคลาดเคลื่อน	แนวคิดที่ถูกต้อง
ไม่มีส่วนใดของน้ำบาดาลและน้ำผิวดินที่เชื่อมต่อกัน (SERC, 2018)	บริเวณบนสุดของน้ำบาดาลเรียกว่า ระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งระดับน้ำใต้ดินจะวางตัวสอดคล้องไปตามแนวชั้นหินใต้ดินหรือตามภูมิประเทศ และจะไปบรรจบกับระดับน้ำในแม่น้ำ ทะเลสาบ ทะเล หรือมหาสมุทร (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)
น้ำบาดาลนั้นสะอาด ไม่มีสิ่งปนเปื้อน เพราะน้ำนั้นได้ถูกกรองด้วยระบบตามธรรมชาติ (Kastning & Kastning, 1999; SERC, 2018)	การทิ้งสารเคมีหรือของเสียจากบริเวณผิวโลก อาจทำให้สารต่าง ๆ ไหลปนเปื้อนกับน้ำผิวดิน เมื่อน้ำผิวดินที่ปนเปื้อนสารต่าง ๆ ไหลซึมลงสู่ใต้ดิน จะทำให้น้ำใต้ดิน ได้แก่ น้ำในดินและน้ำบาดาลปนเปื้อนไปด้วย ซึ่งสารที่ปนเปื้อนมาอาจมีขนาดเล็กมาก หรือเป็นสารละลายที่ปนอยู่กับน้ำบาดาล ทำให้การกรองด้วยระบบตามธรรมชาติของกรวดหรือตะกอนใต้ดิน ไม่สามารถทำให้น้ำบาดาลสะอาดได้ (Hamblin & Christiansen, 2001; Plummer, McGeary & Carlson, 2001; Skinner & Porter, 1989; Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2012)

12. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับดินและน้ำ จากนั้นทำกิจกรรมตรวจสอบตนเอง เพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียน ด้วยการเขียนบรรยาย วาดภาพ หรือเขียนผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนเรื่อง ดินและน้ำ





เฉลยคำถามสำคัญของบท

- **ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร**

แนวคำตอบ ดินเกิดจากหินที่ผุพังตามธรรมชาติ ผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์

- **ดินในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร**

แนวคำตอบ ดินในแต่ละท้องถิ่นอาจมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น วัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน ภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน

- **แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร และการเกิดแหล่งน้ำดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันหรือไม่**

แนวคำตอบ แหล่งน้ำผิวดินเกิดขึ้นจากฝนที่ตกลงมาที่ผิวโลกจะไหลไปตามภูมิประเทศจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ขณะที่น้ำไหลไปตามผิวโลก กระแสน้ำจะกัดเซาะผิวโลกให้กลายเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ จนมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นธารน้ำหรือแม่น้ำ และน้ำจะไหลไปรวมกันในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแอ่ง หรือลักษณะที่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ เช่น บึง หนอง คลอง ทะเล มหาสมุทร

น้ำผิวดินจะค่อย ๆ ไหลซึมลงสู่ใต้ดิน น้ำที่ไหลซึมลงสู่ใต้ดินส่วนแรกจะไหลซึมอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินร่วมกับอากาศ เรียกว่า น้ำในดิน น้ำส่วนที่เหลือจากที่ดินดูดซับไว้จะไหลซึมในระดับลึกลงไปอีก สุดท้ายจะไปถูกกักเก็บไว้อยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนที่อยู่ต่อเนื่องกันของหิน ชั้นหิน หรือชั้นตะกอน จนกระทั่งแหล่งกักเก็บน้ำดังกล่าวอิ่มตัวด้วยน้ำหรือมีน้ำบรรจุอยู่เต็มช่องว่างนั้น ๆ น้ำที่ถูกกักเก็บไว้นี้ คือน้ำบาดาล

น้ำบาดาลจะวางตัวสอดคล้องไปตามแนวชั้นหินอุ้มน้ำหรือตามภูมิประเทศ และจะไปบรรจบกับน้ำในแม่น้ำหรือทะเลสาบ หรือไหลเชื่อมต่อกับทะเลกลายเป็นน้ำผิวดินประเภทหนึ่ง น้ำผิวดินเมื่อระเหยจะกลายเป็นไอน้ำในอากาศ ไอน้ำในอากาศจะควบแน่นเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ เมื่อเกาะกลุ่มรวมกันลอยสูงจากพื้นดินในระดับสูงจะเกิดเป็นเมฆ ละอองน้ำในเมฆเมื่อรวมตัวกันจนอากาศไม่สามารถพยุงไว้ได้จะตกลงมาเป็นฝนกลายเป็นน้ำผิวดิน ลักษณะดังกล่าวเป็นการหมุนเวียนของน้ำที่ต่อเนื่องกันระหว่างน้ำในบรรยากาศ น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน เป็นวัฏจักรน้ำ

16. ให้นักเรียนตรวจสอบตนเองด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำในบทเรียนนี้ อ่านสรุปท้ายบท และทำแบบฝึกหัดท้ายบท
17. เชื่อมโยงไปสู่บทที่ 3 ภัยธรรมชาติบนผิวโลก โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า แหล่งน้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำนี้มีประโยชน์ต่อมนุษย์มากมายทั้งเพื่อการดำรงชีวิตและในภาคอุตสาหกรรม แต่น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในบางครั้งก็อาจก่อให้เกิดภัยธรรมชาติในรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นได้ น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินทำให้เกิดภัยธรรมชาติได้อย่างไร เราจะเรียนรู้กันในบทเรียนต่อไป

เฉลยกิจกรรมและแบบฝึกหัดของบทที่ 2

กิจกรรมที่ 7.5 ดินที่ระดับความลึกต่างกัน มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายลักษณะชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน

เวลาที่ใช้ใน

60 นาที

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

-ไม่มี-

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- ในกรณีที่ครูสามารถขุดหลุมดินได้ อาจให้นักเรียนศึกษาชั้นหน้าตัดดินจากหลุมดินจริง โดยอาจขุดหลุมดินประมาณ 2-3 หลุม ให้แต่ละหลุมอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ความลึกของหลุมดินที่ขุดอยู่ประมาณ 1-2 เมตร การสำรวจและตำแหน่งที่ขุดหลุมดิน ควรเป็นจุดที่ปลอดภัยและเดินทางสะดวก ในการไปศึกษาหลุมดิน นักเรียนควรอยู่ในความดูแลของครูผู้สอน และควรแต่งกายให้รัดกุม สวมเสื้อแขนยาว สวมรองเท้าผ้าใบ และเตรียมหมวกให้พร้อม



ลักษณะของหลุมดิน

- ครูผู้สอนสามารถหาภาพและข้อมูลชั้นหน้าตัดดินเพิ่มเติมจากที่มีในหนังสือเรียนได้จากเว็บไซต์กรมพัฒนาที่ดิน

http://oss101.ddd.go.th/web_thaisoilinf/central/Prachupkirikun/pkk_04.html

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

- ไม่มี-

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

จากภาพในหนังสือเรียนหน้าที่ 148 พบว่าภายในชั้นหน้าตัดดินเดียวกัน ชั้นดินจะมีสีและความหนาของชั้นดินแตกต่างกัน และชั้นหน้าตัดดินทั้ง 2 พื้นที่ มีจำนวนชั้นดิน สีของชั้นดิน และความหนาของชั้นดินแตกต่างกัน



เฉลยคำถามท้าทายกิจกรรม

1. ภายในชั้นหน้าตัดดินเดียวกัน ชั้นดินแต่ละชั้นมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ จากภาพในหนังสือเรียนหน้าที่ 148 ภายในชั้นหน้าตัดดินเดียวกัน ชั้นดินแต่ละชั้นมีสี และความหนาของชั้นดินแตกต่างกัน

2. ชั้นหน้าตัดดินทั้ง 2 พื้นที่ มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ จากภาพในหนังสือเรียนหน้าที่ 148 ชั้นหน้าตัดดินทั้ง 2 พื้นที่ มีลักษณะแตกต่างกัน คือ มีจำนวนชั้นดินและความหนาของชั้นดินแตกต่างกัน

3. วัตถุต้นกำเนิดดินของทั้ง 2 พื้นที่ เป็นวัตถุต้นกำเนิดดินเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ จากข้อมูลในหนังสือเรียนหน้าที่ 149 วัตถุต้นกำเนิดดินของทั้ง 2 พื้นที่ เป็นวัตถุต้นกำเนิดดินต่างชนิดกัน ชั้นหน้าตัดดินที่ 1 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย และชั้นหน้าตัดดินที่ 2 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินดินดาน

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ จากภาพและข้อมูลในหนังสือเรียนหน้าที่ 148 และ 149 พบว่าชั้นดินแต่ละชั้นและในแต่ละพื้นที่ มีสีและความหนาของชั้นดินแตกต่างกัน และชั้นหน้าตัดดินทั้ง 2 พื้นที่ มีจำนวนชั้นดิน สีของชั้นดินและความหนาของชั้นดินแตกต่างกัน

กิจกรรมที่ 7.6 การตรวจวัดสมบัติของดินมีวิธีการอย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการตรวจวัดสมบัติบางประการของดิน

จุดประสงค์

1. สังเกตและตรวจวัดเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม
2. วิเคราะห์และนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้
- 3 ชั่วโมง

เวลาที่ใช้ใน

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อห้อง

รายการ	ปริมาณ/ห้อง
1. เครื่องชั่ง 3 แขน	1 อัน
2. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	1 กล่อง
3. ชุดตรวจวัดธาตุอาหารในดิน	1 ชุด

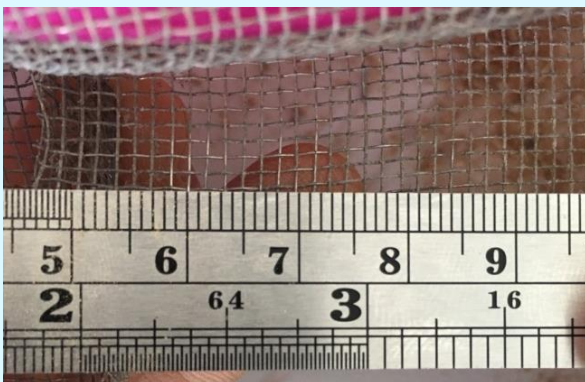
วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. ตะแกรงร่อนดินเบอร์ 10	1 อัน
2. แท่งแก้วคนสาร	1 อัน
3. นาฬิกาจับเวลา	1 อัน
4. ไม้บรรทัด	1 อัน
5. ช้อนปลูก	1 อัน
6. แผ่นพลาสติกหรือกระดาษสีขาว	1 แผ่น
7. ถาดพลาสติก	1 ใบ
8. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
9. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	1 ใบ
10. ภาชนะที่มีฝาปิดสนิทหรือถุงพลาสติก	1 ใบ
11. แก้วน้ำพลาสติก	1 ใบ
12. กระบอกฉีดยาพร้อมบรรจุน้ำกลั่น	1 อัน
13. ยางรัดของ	2-3 เส้น
14. น้ำกลั่น	20-100 cm ³

การเตรียมตัว

ล่องหน้าสำหรับครู

- การสำรวจจุดที่ศึกษาดิน ควรเป็นจุดที่ปลอดภัยและเดินทางสะดวก ในการไปศึกษาดินและเก็บตัวอย่างดินของนักเรียนควรอยู่ในความดูแลของครูผู้สอน และควรแต่งกายให้รัดกุม สวมเสื้อแขนยาว สวมรองเท้าผ้าใบ และเตรียมหมวกให้พร้อม
- ในกรณีที่ไม่สามารถพานักเรียนออกไปสำรวจดินได้ ให้ครูเก็บตัวอย่างดินมาให้นักเรียนศึกษาในชั้นเรียน โดยทำตามขั้นตอน ดังนี้
 - ศึกษาสภาพแวดล้อมทั่วไปบริเวณจุดที่ศึกษาดิน โดยกำหนดพื้นที่บริเวณผิวดิน ขนาด 1 ตารางเมตร บันทึกตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ที่ศึกษาและบันทึกวันที่ที่ศึกษาดิน
 - สังเกตและบันทึกภูมิประเทศบริเวณจุดที่ศึกษาดิน เช่น เป็นที่ลาดเชิงเขา ที่ราบ ชายฝั่ง ทะเล หุบเขา
 - สำรวจและบันทึกการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณจุดที่ศึกษาดินเกี่ยวกับการเพาะปลูก เช่น มีการปลูกพืชยืนต้น พืชไร่ นาข้าว ทำสวนผัก และบันทึกการใช้ประโยชน์ที่ดินในลักษณะอื่น ๆ
 - สำรวจและบันทึกชนิดของพืชที่ขึ้นปกคลุมดินและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อาศัยอยู่บริเวณผิวดินเท่าที่สังเกตได้
 - ถ้าพื้นที่ที่กำหนดไว้มีหญ้าขึ้น ให้ถอนหญ้าในพื้นที่ออก แล้วใช้ช้อนปลูกขุดดินให้มีความลึกประมาณ 10 เซนติเมตร และตักดินประมาณ 1,000 กรัม ใส่ถุงและรัดให้แน่นด้วยยางรัดของ หรือใส่ดินลงในภาชนะอื่น ๆ ที่มีฝาปิด เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปได้ ปิดฉลากถุงหรือภาชนะที่ใส่ดิน เขียนแสดงตำแหน่งที่เก็บดินและวันที่ที่เก็บดิน และนำดินไปตรวจวัดสมบัติต่าง ๆ
 - แบ่งดินออกมาครึ่งหนึ่งและนำไปตากแดดหรือผึ่งให้แห้ง ส่วนที่เหลืออีกครั้งหนึ่งเก็บไว้เช่นเดิม
 - กรณีที่ไม่มีตะแกรงร่อนดินเบอร์ 10 สามารถนำตะแกรงลวดที่มีช่องตาข่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 mm มาครอบตะกร้าขนาดเล็กดึงภาพ มาใช้ทดแทนได้



ตะแกรงลวดที่มีช่องตาข่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
ประมาณ 2 มิลลิเมตร



การใช้ตะแกรงร่อนดิน

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

- สามารถศึกษาข้อมูลแผนที่และสารสนเทศดินเพื่อการใช้และการจัดการที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ที่เว็บไซต์กรมพัฒนาที่ดิน
http://oss101.ddd.go.th/web_thaisoilinf/central/Prachupkirikun/pkk_map/pkk_man62/7704/770401_home.html
- สามารถศึกษาแผนที่ทางเลือกพืชเศรษฐกิจได้จากเว็บไซต์กรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งจะมีข้อมูลเขตความเหมาะสมพืชเศรษฐกิจตามลักษณะคุณสมบัติดิน
http://www.ddd.go.th/www/lek_web/web.jsp?id=19063
- สามารถศึกษาแผนที่ชุดดินได้ที่เว็บไซต์กรมพัฒนาที่ดิน
<http://eis.ddd.go.th/lddeis/SoilView.aspx>
- สามารถศึกษาข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินได้ที่เว็บไซต์กรมพัฒนาที่ดิน
<http://eis.ddd.go.th/lddeis/SoilView.aspx>

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ดินในแต่ละพื้นที่อาจมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น มีสีดิน เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดินที่แตกต่างกัน

การนำดินไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก จำเป็นต้องพิจารณาว่าเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบส และธาตุอาหารในดิน เหมาะสมต่อชนิดพืชที่จะเพาะปลูกหรือไม่ ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงดินเพื่อนำไปใช้ในการเพาะปลูก ควรหาแนวทางการปรับปรุงดินด้วยวิธีการที่เหมาะสม

ดินที่ไม่เหมาะสมต่อการทำการเพาะปลูกมีอยู่หลายชนิด เช่น ดินจืด ดินเปรี้ยว ดินเค็มและดินดาน ดินดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากสภาพดินตามธรรมชาติหรือจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 2

1. ดินที่ตรวจวัดได้มีเนื้อดิน ความชื้นในดิน ค่าความเป็นกรด-เบส และธาตุอาหารในดินเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ดินในแต่ละพื้นที่อาจมีเนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน และธาตุอาหารในดินที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 3

1. ดินบริเวณที่เก็บตัวอย่างมีลักษณะและสมบัติของดินเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ให้พิจารณาข้อมูลร่วมกันระหว่างข้อมูลสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้ ได้แก่ เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน และธาตุอาหารในดิน กับข้อมูลการใช้ประโยชน์ดินบริเวณจุดที่ศึกษา

2. ในกรณีที่มีการใช้ดินเพื่อการเพาะปลูก ลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชชนิดดังกล่าวหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ให้พิจารณาข้อมูลร่วมกันระหว่างข้อมูลสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้ ได้แก่ เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน และธาตุอาหารในดิน กับข้อมูลการใช้ประโยชน์ดินบริเวณจุดที่ศึกษาว่ามีการใช้ประโยชน์ดินเพื่อการเพาะปลูกหรือไม่

3. ในกรณีที่มีการใช้ประโยชน์ดินเพื่อการเพาะปลูกที่ไม่เหมาะสม มีวิธีการปรับปรุงคุณภาพดินอย่างไร หรือควรเสนอแนะชนิดของพืชที่ควรปลูกในบริเวณจุดที่เก็บตัวอย่างดินนั้นหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ถ้ามีการใช้ประโยชน์ดินในการเพาะปลูกได้ไม่เหมาะสมกับลักษณะและสมบัติของดินที่ตรวจวัดได้ และต้องการปรับปรุงดินเพื่อนำไปใช้ในการเพาะปลูก ควรหาแนวทางการปรับปรุงดินด้วยวิธีการที่เหมาะสม ดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมีอยู่หลายชนิด เช่น ดินจืด ดินเปรี้ยว ดินเค็มและดินดาน

ตัวอย่างการปรับปรุงคุณภาพดิน เช่น ดินจืดเป็นดินที่มีแร่ธาตุในดินน้อย ควรใส่ปุ๋ยหรือสารอาหารบำรุงดิน ดินเปรี้ยวเป็นดินที่มีความเป็นกรดมากเกินไป ทำให้ขาดแคลนธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช วิธีการปรับปรุงดินเปรี้ยวมีหลายวิธี เช่น การใช้น้ำชะล้างความเป็นกรดในดิน หรือการขังน้ำไว้ในดินนาน ๆ แล้วระบายออก การใส่ปูนมาร์ล ปูนขาว หินปูนบด หินปูนฝุ่นโดยผสมคลุกเคล้ากับดินในอัตราส่วนที่เหมาะสม หรือใช้น้ำชะล้างความเป็นกรดในดินควบคู่ไปด้วย ดินเค็มเป็นดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายได้ในน้ำมากจนเป็นอันตรายต่อพืช การปรับปรุงดินเค็มอาจใช้การไถกลบพืชปุ๋ยสด ปุ๋ยอินทรีย์ หรือใส่วัตถุปรับปรุงดิน เช่น แกลบ ดินดานเป็นชั้นดินที่มีลักษณะแน่นทึบและแข็ง จึงควรปลูกพืชบางชนิดเพื่อทำลายชั้นดินดาน หรือใช้การไถระเบิดดินดานด้วยการไถลักษณะพิเศษที่สามารถเจาะทำให้ชั้นดินดานแตกได้ หรือใช้วิธีการควบคุมความชื้นในดินดานให้พอเหมาะจะช่วยให้รากพืชกระจายตัวได้ดีขึ้นในระดับหนึ่ง หรือใช้วิธีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน เช่น การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก รวมถึงการใช้วัสดุคลุมดินจะช่วยเพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ช่วยลดปัญหาการจับตัวเป็นก้อนของเม็ดดินเมื่อดินแห้งได้

กิจกรรมที่ 7.7 ปัจจัยใดที่ทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีลักษณะแตกต่างกัน

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน และปัจจัยที่ทำให้แหล่งน้ำผิวดินแต่ละแห่งมีลักษณะแตกต่างกัน

จุดประสงค์

อธิบายกระบวนการและปัจจัยการเกิดแหล่งน้ำผิวดินจากแบบจำลอง

เวลาที่ใช้ใน

1 ชั่วโมง

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อห้อง

รายการ	ปริมาณ/ห้อง
1. สีส้มอาหาร	1 ซองเล็ก

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. กรวด	1,500 g (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดกองตะกอน)
2. ทรายละเอียด	4,500 g (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดกองตะกอน)
3. ไม้บรรทัด	1 อัน
4. ถาดพลาสติก	2 ใบ
5. ภาชนะใส่น้ำ	1 ใบ
6. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	1 ใบ
7. ขวดน้ำพลาสติกขนาด 500 cm ³	1 ใบ
8. น้ำสะอาด	ประมาณ 1,500 cm ³

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- การจัดเตรียมกรวดและทรายละเอียด สามารถหาซื้อได้ที่ร้านขายอุปกรณ์ตกแต่งตู้ปลา หรือร้านขายอุปกรณ์จัดแต่งสวน

ข้อเสนอแนะ ในการทำกิจกรรม

- การเจาะรูที่ก้นขวดน้ำพลาสติก อาจใช้วิธีการนำปลายแหลมของตะปูขนาดเล็กไปลงไฟให้ร้อน และนำไปจี้ที่ก้นขวดน้ำพลาสติกให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูประมาณ 1 mm หรือใช้ปลายเข็มหมุดเจาะที่ก้นขวดน้ำพลาสติก โดยให้รูที่เจาะอยู่กระจายห่างกันทั่วก้นขวด
- ในสถานการณ์ที่ 1 ย้ำให้นักเรียนก่อกองทรายทั้ง 2 กอง ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเท่ากัน และย้ำในขณะปล่อยน้ำไปที่กองทรายว่าให้ก้นขวดที่เจาะรู อยู่สูงจากยอดของกองทรายทั้ง 2 กอง ที่ระดับ 20 cm เท่ากัน
- ในสถานการณ์ที่ 2 ย้ำให้นักเรียนก่อกองกรวดและกองทราย ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเท่ากัน และย้ำในขณะปล่อยน้ำไปที่กองกรวดและกองทรายว่าให้ก้นขวดที่เจาะรู อยู่สูงจากยอดของกองกรวดและกองทราย ที่ระดับ 20 cm เท่ากัน

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- หนังสือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

เมื่อปล่อยน้ำลงบนกองทรายและกองกรวด น้ำจะกัดเซาะกองทรายและกองกรวดทำให้เกิดร่องน้ำที่มีขนาดแตกต่างกัน

สถานการณ์ที่ 1

- เมื่อปล่อยน้ำ 200 cm^3 ลงบนกองทรายกองที่ 1 ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กกว่าการปล่อยน้ำ 500 cm^3 ลงบนกองทรายกองที่ 2
- เมื่อปล่อยน้ำ 500 cm^3 ลงบนกองทรายกองที่ 2 ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีขนาดใหญ่กว่าการปล่อยน้ำ 200 cm^3 ลงบนกองทรายกองที่ 1

สถานการณ์ที่ 2

- เมื่อปล่อยน้ำ 300 cm^3 ลงบนกองกรวด ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กกว่าการปล่อยน้ำ 300 cm^3 ลงบนกองทราย
- เมื่อปล่อยน้ำ 300 cm^3 ลงบนกองทราย ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีขนาดใหญ่กว่าการปล่อยน้ำ 300 cm^3 ลงบนกองกรวด



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. ร่องน้ำที่เกิดจากการปล่อยน้ำปริมาณต่างกัน ลงบนกองตะกอนชนิดเดียวกัน มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ร่องน้ำที่เกิดจากการปล่อยน้ำปริมาณต่างกัน ลงบนกองตะกอนชนิดเดียวกัน มีลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อปล่อยน้ำ 200 cm^3 ลงบนกองทรายกองที่ 1 น้ำจะกัดเซาะกองทรายได้น้อยกว่าและร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กกว่าการปล่อยน้ำ 500 cm^3 ลงบนกองทรายกองที่ 2

2. ร่องน้ำที่เกิดจากการปล่อยน้ำปริมาณเท่ากัน ลงบนกองตะกอนต่างชนิดกัน มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ร่องน้ำที่เกิดจากการปล่อยน้ำปริมาณเท่ากัน ลงบนกองตะกอนต่างชนิดกัน มีลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อปล่อยน้ำ 300 cm^3 ลงบนกองกรวด น้ำจะกัดเซาะกองกรวดได้น้อยกว่าและร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กกว่าการปล่อยน้ำ 300 cm^3 ลงบนกองทราย

3. ผลการทำกิจกรรม เหมือนหรือแตกต่างจากที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ คำตอบที่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งคำตอบที่ได้จะมีความหลากหลาย

4. ถ้ากำหนดให้กองกรวดและกองทรายแทนกองตะกอนบนผิวโลกที่ประกอบไปด้วยตะกอนต่างชนิดกัน น้ำที่ปล่อยลงไปที่กองตะกอนแทนฝน จากกิจกรรมนักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงของกองตะกอนที่เกิดขึ้น เทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

แนวคำตอบ การเปลี่ยนแปลงของกองตะกอนที่เกิดขึ้น เทียบได้กับการกัดเซาะของตะกอนชนิดต่าง ๆ บนผิวโลกโดยน้ำผิวดิน ทำให้ผิวโลกที่ประกอบไปด้วยตะกอนชนิดต่าง ๆ เกิดเป็นร่องน้ำที่มีขนาดแตกต่างกัน ความรุนแรงในการกัดเซาะของกองตะกอนและขนาดร่องน้ำที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำผิวดินที่มากัดเซาะและขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอน

5. ลักษณะของกองตะกอนที่เกิดขึ้นเทียบได้กับภูมิลักษณะใดบนผิวโลก

แนวคำตอบ ลักษณะของกองตะกอนที่เกิดขึ้นหลังจากปล่อยน้ำลงไปที่กองตะกอน เทียบได้กับร่องน้ำที่เกิดขึ้นบนผิวโลก ซึ่งก็คือแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติชนิดหนึ่ง

6. จากกิจกรรม ปัจจัยใดที่ทำให้ร่องน้ำมีลักษณะแตกต่างกัน

แนวคำตอบ ปัจจัยที่ทำให้ร่องน้ำมีลักษณะแตกต่างกัน คือ ปริมาณน้ำที่มากัดเซาะกองตะกอนและชนิดของตะกอน

7. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ การปล่อยน้ำลงบนกองกรวดและกองทราย น้ำจะกัดเซาะกองกรวดและกองทรายทำให้เกิดร่องน้ำที่มีขนาดแตกต่างกัน ความรุนแรงในการกัดเซาะของกองตะกอนและขนาดร่องน้ำที่เกิดขึ้น ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มากัดเซาะกองตะกอนและขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอน

กิจกรรมที่ 7.8 แหล่งน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดิน

จุดประสงค์

อธิบายกระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง

เวลาที่ใช้ใน

1 ชั่วโมง

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อห้อง

รายการ	ปริมาณ/ห้อง
1. สีส้มอาหาร	1 ชองเล็ก

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. กรวด	ประมาณ 2,500 g (ขึ้นอยู่กับขนาดกล่องพลาสติกใส)
2. ทรายหยาบ	ประมาณ 2,500 g (ขึ้นอยู่กับขนาดกล่องพลาสติกใส)
3. ดินเหนียว	ประมาณ 5,000 g (ขึ้นอยู่กับขนาดกล่องพลาสติกใส)
4. ดินสอ	1 แท่ง
5. กรรไกร	1 อัน
6. บัวรดน้ำขนาดเล็ก	1 อัน
7. กล่องพลาสติกใส	1 ใบ
8. หลอดพลาสติกชนิดใส	1 หลอด
9. น้ำสะอาด	ประมาณ 1,000 cm ³

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- การจัดเตรียมกรวด ทราย และดินเหนียว สามารถหาซื้อได้ที่ร้านขายอุปกรณ์ตกแต่งตู้ปลา หรือร้านขายอุปกรณ์จัดแต่งสวน
- ต้องเจาะรูระบายน้ำที่กล่องพลาสติกใส จำนวน 1 รู ตรงบริเวณกึ่งกลางของขอบด้านกว้าง สูงจากพื้นประมาณ 2 cm และให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะประมาณ 1 cm ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นดินเหนียวชั้นที่ 1 ที่บีบลงในกล่องพลาสติก

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

แนะนำให้ให้นักเรียนนำกรวด ทรายหยาบและดินเหนียวมาสร้างเป็นชั้นตะกอนลงในกล่องพลาสติกล่วงหน้า

สื่อการเรียนรู้/

แหล่งเรียนรู้

- หนังสือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

เมื่อรดน้ำลงไปทีกล่องพลาสติกน้ำจะไหลไปสะสมตัวอยู่ในชั้นกรวดและชั้นทราย ส่วนชั้นตะกอนที่รองรับชั้นกรวดและชั้นทรายไว้ น้ำไม่ไหลซึมผ่าน และเมื่อระดับน้ำที่อยู่ในชั้นกรวดมีระดับสูงกว่าระดับปลายด้านบนของหลอด น้ำจะไหลล้นออกจากหลอด



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำไหลลงไปที่สะสมตัวที่ชั้นตะกอนใดบ้าง ตะกอนดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ น้ำไหลลงไปที่สะสมตัวที่ชั้นกรวดและชั้นทราย ซึ่งตะกอนดังกล่าวมีลักษณะร่วน ขนาดเม็ดตะกอนมีขนาดเท่ากัน

2. ชั้นตะกอนที่รองรับชั้นที่กักเก็บน้ำไว้ ตะกอนดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ ชั้นตะกอนที่รองรับชั้นที่กักเก็บน้ำไว้ มีเนื้อละเอียดแน่น

3. น้ำจะล้นออกมาจากหลอดเมื่อใด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ น้ำจะล้นออกมาจากหลอดเมื่อระดับน้ำที่อยู่ในชั้นกรวดมีระดับสูงกว่าระดับปลายด้านบนของหลอด

4. ถ้ากำหนดให้น้ำที่ไหลมาจากบัวรดน้ำแทนฝน ชั้นกรวดและชั้นทรายแทนชั้นหินที่มีสมบัติยอมให้น้ำไหลซึมผ่านได้ และชั้นดินเหนียวทั้ง 2 ชั้น แทนชั้นหินที่มีสมบัติไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านหรือไหลซึมผ่านได้แต่น้อยมาก นักเรียนคิดว่า การไหลของน้ำและการสะสมตัวของน้ำที่เกิดขึ้นภายในแบบจำลอง เทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

แนวคำตอบ การไหลของน้ำและการสะสมตัวของน้ำที่เกิดขึ้นภายในกล่อง เทียบได้กับการที่น้ำผิวดินที่เกิดจากฝนไหลเข้าไปกักเก็บอยู่ในช่องว่างของตะกอนของชั้นหินที่มีสมบัติยอมให้น้ำซึมผ่านได้ที่วางตัวอยู่ใต้ผิวโลก ซึ่งชั้นหินดังกล่าวจะมีชั้นหินเนื้อละเอียดแน่นรองรับอยู่ด้านล่าง

5. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ น้ำจะไหลไปสะสมตัวอยู่ในชั้นกรวดและชั้นทรายหยาบ ซึ่งจะมีช่องว่างระหว่างตะกอนและช่องว่างดังกล่าวอยู่ต่อเนื่องกัน ทำให้น้ำไหลเข้าไปกักเก็บและไหลซึมผ่านได้ ส่วนชั้นตะกอนที่รองรับชั้นกรวดและชั้นทรายหยาบเป็นชั้นดินเหนียว มีเนื้อละเอียดแน่น น้ำจะไม่ไหลซึมผ่าน และเมื่อระดับน้ำที่อยู่ในชั้นกรวดมีระดับสูงกว่าระดับปลายด้านบนสุดของหลอดพลาสติก น้ำจะไหลล้นออกจากหลอดพลาสติก

กิจกรรมเสริม

ลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลอย่างไร

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะของตะกอนที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาล

จุดประสงค์

ทดลองและอธิบายลักษณะของตะกอนที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาล

เวลาที่ใช้ใน

60 นาที

การทำกิจกรรม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ต่อห้อง

รายการ	ปริมาณ/ห้อง
1. สีส้มอาหาร	1 ชองเล็ก

วัสดุที่ใช้ต่อกลุ่ม

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1. กรวดขนาดใหญ่ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน	ประมาณ 1,000 g (ขึ้นอยู่กับขนาดของภาชนะปากกว้าง)
2. กรวดขนาดเล็ก	ประมาณ 500 g (ขึ้นอยู่กับขนาดของภาชนะปากกว้าง)
3. หลอดฉีดยา	1 อัน
4. หลอดหยด	1 อัน
5. ภาชนะปากกว้าง	2 ใบ
6. ภาชนะใส่น้ำ	1 ใบ
7. กระบอกตวงขนาด 100 cm ³	1 ใบ
8. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
9. น้ำสะอาด	ประมาณ 2,000 cm ³ (ขึ้นอยู่กับขนาดของภาชนะปากกว้าง)

การเตรียมตัว

-ไม่มี-

ล่วงหน้าสำหรับครู

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

กรวดทั้ง 2 ขนาด ควรมีขนาดแตกต่างกันพอสมควร

สื่อการเรียนรู้/
แหล่งเรียนรู้

- หนังสือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ภาชนะที่บรรจุเพียงกรวดขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว สามารถกักเก็บน้ำได้มากกว่าภาชนะที่บรรจุกรวดขนาดใหญ่และกรวดขนาดเล็กปนกัน



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. ลักษณะของตะกอนแบบใดสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุด

แนวคำตอบ ลักษณะของตะกอนที่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุด คือ ตะกอนที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จากกิจกรรมคือลักษณะของกรวดขนาดใหญ่ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

2. ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างจากที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ คำตอบที่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งคำตอบที่ได้จะมีความหลากหลาย

3. ถ้ากำหนดให้ตะกอนชนิดต่าง ๆ ในภาชนะแทนตะกอนที่อยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำ นักเรียนคิดว่าชั้นหินอุ้มน้ำที่สามารถบรรจุน้ำไว้ได้เป็นปริมาณมาก ควรมีลักษณะตะกอนเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ลักษณะตะกอนของชั้นหินอุ้มน้ำที่สามารถบรรจุน้ำไว้ในปริมาณมาก ตะกอนควรมีขนาดใกล้เคียงกัน

4. จากกิจกรรม สรุปได้อย่างไร

แนวความคิด ภาชนะที่บรรจุเพียงกรวดขนาดใหญ่ที่มีขนาดใกล้เคียงกันเพียงอย่างเดียว สามารถกักเก็บน้ำได้มากกว่าภาชนะที่บรรจุกรวดขนาดใหญ่และกรวดขนาดเล็กปนกัน

ตะกอนที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ตะกอนลักษณะนี้สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากกว่าตะกอนที่มีขนาดคละกัน เพราะช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างตะกอนที่มีขนาดใกล้เคียงกันจะมีขนาดและปริมาตรของช่องว่างมากกว่า

กิจกรรมท้ายบท

ใช้น้ำอย่างไรให้มีน้ำใช้อย่างยั่งยืน

นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการใช้น้ำในท้องถิ่น

จุดประสงค์

1. สืบค้นปัญหาการใช้น้ำในท้องถิ่นทั้งจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน
2. สืบค้นและอภิปรายหาแนวทางการแก้ปัญหาการใช้น้ำในท้องถิ่น
3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการใช้น้ำในท้องถิ่น

เวลาที่ใช้ใน

การทำกิจกรรม

2 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบ

การเตรียมตัว

ล่วงหน้าสำหรับครู

- เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตให้พร้อมใช้งาน
- จัดหาเว็บไซต์ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อแนะนำให้นักเรียนใช้ในการสืบค้นข้อมูล เช่น
 - เว็บไซต์มูลนิธิชัยพัฒนา <http://www.chaipat.or.th>
 - เว็บไซต์มูลนิธิมันพัฒนา <http://www.tsdf.nida.ac.th/th/>
- ครูอาจให้นักเรียนสำรวจหรือสืบค้นปัญหาการใช้น้ำในท้องถิ่นมาล่วงหน้า
- ครูอาจให้นักเรียนสืบค้นแบบอย่างความสำเร็จในการจัดการทรัพยากรน้ำมาล่วงหน้า เช่น การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำโดยการสร้างอ่างเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ การขุดลอกหนอง บึง การทำประตุน้ำ การแก้ปัญหาน้ำเสียโดยวิธีน้ำดีไล่น้ำเสีย การเติมอากาศให้แก่แม่น้ำโดยใช้กังหันน้ำ การดูแลและอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำ การทำฝั่งน้ำและระบบส่งน้ำ ชุมชน การรักษาคุณภาพน้ำด้วยวิธีเกษตรอินทรีย์

ข้อเสนอแนะ

ในการทำกิจกรรม

-ไม่มี-

สื่อการเรียนรู้/

แหล่งเรียนรู้

- หนังสือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 สสวท.
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

แนวทางการแก้ปัญหาการใช้น้ำและการจัดการทรัพยากรน้ำมีหลายวิธีการ เช่น การขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล การขุดลอกหนอง บึง การสร้างสระเก็บน้ำ การสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก การสร้างฝายเก็บน้ำ



เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

1. ในท้องถิ่นของนักเรียนมีปัญหาการใช้น้ำอะไรบ้าง

แนวคำตอบ ตัวอย่างปัญหาการใช้น้ำในท้องถิ่น เช่น น้ำที่นำมาใช้เป็นน้ำเสียจากแหล่งชุมชน น้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม หรือน้ำเสียจากการทำการเกษตร

2. สาเหตุของปัญหาการใช้น้ำในท้องถิ่นคืออะไร

แนวคำตอบ น้ำเสียจากแหล่งชุมชนอาจเป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของคนในชุมชน ซึ่งอาจมีแหล่งน้ำเสียมาจากหลายที่ เช่น มาจากอาคารบ้านเรือน ร้านค้า ตลาด ร้านอาหาร โรงแรม ห้างสรรพสินค้า หรือเป็นน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมซึ่งเป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำล้างสิ่งต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต หรือเป็นน้ำเสียจากการทำการเกษตร เช่น น้ำเสียจากการล้างคอกสัตว์เลี้ยง น้ำเสียจากนาข้าว น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง

3. แบบจำลองที่อธิบายการใช้และแนวทางการแก้ปัญหาการใช้ในท้องถิ่นมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ แนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหา น้ำเสียมีหลายวิธีการ เช่น

- การประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความเข้าใจและความตระหนักของประชาชน เพื่อลดการปล่อยน้ำเสียหรือสิ่งปฏิกูลลงในแหล่งน้ำ รวมถึงการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ
- แนวทางในด้านการลงทุนเพื่อแก้ไขปัญหา น้ำเสีย เช่น การศึกษามาตรการหรือวิธีการเฉพาะเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำเสีย การลงทุนเพื่อก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง

4. จากกิจกรรมสรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ น้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และการประกอบอาชีพ ความต้องการใช้น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคที่เพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากร นอกจากนี้คุณภาพของแหล่งน้ำบางแห่งอาจมีการปนเปื้อนของเสีย น้ำเสีย และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ที่ระบายมาจากการใช้น้ำในชุมชน จึงต้องมีการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำที่มีอยู่ด้วยวิธีการที่เหมาะสมและอย่างต่อเนื่อง



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2

1. การผุพังอยู่กับที่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการเกิดดินอย่างไร**

แนวคำตอบ การผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมี ช่วยให้หินในพื้นที่ที่ผุพังจนเกิดเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน และช่วยให้วัตถุต้นกำเนิดดินผุพังจนเป็นตะกอนขนาดต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเนื้อดิน

2. ในบริเวณหนึ่ง ถ้าชั้นดินที่อยู่ด้านบนมีความหนาค่อนข้างน้อย คิดว่าเป็นเพราะเหตุใด**

แนวคำตอบ ชั้นดินที่มีความหนาค่อนข้างน้อย เกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น

- ชนิดและปริมาณของวัตถุต้นกำเนิดดิน ในธรรมชาติหินบางชนิดจะมีความทนทานต่อการผุพังมาก ทำให้ดินที่มีต้นกำเนิดมาจากหินดังกล่าวมีความหนาของชั้นดินที่บาง และถ้าวัตถุต้นกำเนิดดินที่ผุพังมีปริมาณน้อย ก็จะมีผลทำให้ความหนาของชั้นดินบางตามไปด้วย
- ภูมิอากาศแห้งแล้ง การผุพังอยู่กับที่ของหินทั้งทางกายภาพและทางเคมีในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ในเขตภูมิอากาศแห้งแล้งจะเกิดขึ้นได้น้อย มีผลทำให้ความหนาของชั้นดินบางตามไปด้วย
- ภูมิประเทศที่มีพื้นที่ลาดชัน จะมีการชะล้างพังทลายของหน้าดินมาก ทำให้ความหนาของชั้นดินในบริเวณดังกล่าวมีความบางหรืออาจไม่มีชั้นดินเลย
- ระยะเวลาในการเกิดดินมีผลต่อความหนาของชั้นดิน ดินที่เกิดขึ้นมาเป็นระยะเวลาไม่นานจะมีความหนาของชั้นดินน้อยกว่าดินที่เกิดขึ้นมาเป็นระยะเวลานานกว่า

3. ภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่มีผลต่อกระบวนการเกิดดินอย่างไร**

แนวคำตอบ ภูมิอากาศมีผลต่ออุณหภูมิอากาศและปริมาณฝนในพื้นที่หนึ่ง ๆ ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการเกิดดิน เช่น ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น จะมีอุณหภูมิอากาศค่อนข้างสูงและมีปริมาณฝนมาก ทำให้การผุพังอยู่กับที่ของหินทั้งทางกายภาพและทางเคมีเกิดขึ้นได้มากกว่าในเขตภูมิอากาศหนาวเย็น นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศยังมีผลต่อปริมาณสิ่งมีชีวิตในดินและปฏิกิริยาการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ในดิน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและสีดิน

4. ในเขตภูมิอากาศแห้งแล้ง ลักษณะชั้นดินที่พบควรมีลักษณะอย่างไร**

แนวคำตอบ ในเขตภูมิอากาศแห้งแล้ง ดินไม่ขึ้นปกคลุมน้อย จะเกิดการกร่อนโดยลมค่อนข้างมาก ทำให้ชั้นดินมีความบาง และพบปริมาณซากพืชและซากสัตว์น้อย

5. เนื้อดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร**

แนวคำตอบ เนื้อดินเป็นลักษณะทางกายภาพของดิน เป็นสัดส่วนโดยน้ำหนักของตะกอนทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ตะกอนทั้ง 3 ขนาดนี้เมื่อรวมตัวกันในสัดส่วนต่าง ๆ กัน จะได้เนื้อดินชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลต่อความพรุนของดินและการอุ้มน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งพืชบางชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความพรุนสูง ระบายน้ำได้ดี หรือพืชบางชนิดเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีเนื้อละเอียดแน่นและมีน้ำท่วมขัง

6. วัตถุดินกำเนิดดินมีผลต่อลักษณะและสมบัติของดินอย่างไร**

แนวคำตอบ วัตถุดินกำเนิดดินเป็นหิน ดิน หรือแร่ชนิดต่าง ๆ ที่ผุพังอยู่กับที่ซึ่งจะผุพังกลายเป็นตะกอนขนาดต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของดิน จะมีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน กล่าวคือทำให้ดินมีจำนวนและปริมาณแร่ธาตุ สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดินและสมบัติทางเคมีของดินแตกต่างกัน

7. ชั้นดินที่เกิดขึ้น ณ บริเวณที่มีอุณหภูมิหนาวเย็นกับบริเวณป่าดิบชื้นจะมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร**

แนวคำตอบ ชั้นดินที่พบในบริเวณที่มีอุณหภูมิหนาวเย็นจะมีการผุพังอยู่กับที่น้อยกว่าในบริเวณป่าดิบชื้น ทำให้ชั้นดินมีความบางกว่า และพบปริมาณซากพืชและซากสัตว์น้อยกว่าชั้นดินในบริเวณป่าดิบชื้น

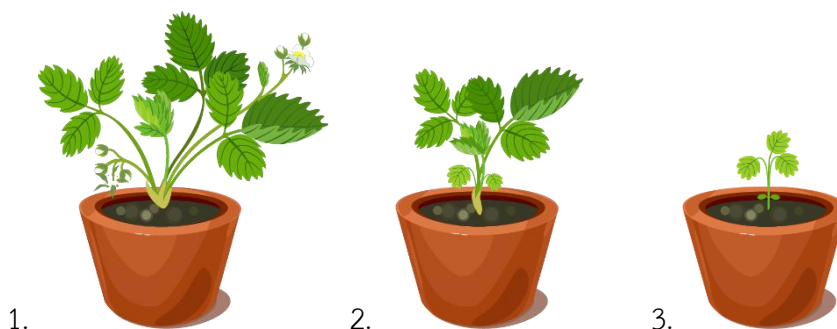
8. ชั้นดินที่เกิดขึ้น ณ บริเวณที่ลาดเชิงเขา กับบริเวณที่ราบจะมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร*

แนวคำตอบ ชั้นดินที่เกิดขึ้น ณ บริเวณที่ลาดเชิงเขาจะมีความบางกว่าบริเวณที่ราบ เนื่องด้วยมีการกร่อนในพื้นที่มากกว่า

9. ถ้าปลูกพืชชนิดหนึ่งในดินที่มีค่า pH เหมาะสมสำหรับพืชชนิดนั้น แต่ปรากฏว่าพืชเจริญเติบโตไม่ได้ดี เพื่อเป็นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการปลูกพืชดังกล่าว จะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชในดินนั้นอย่างไร และมีวิธีการออกแบบเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้นได้อย่างไร**

แนวคำตอบ การเจริญเติบโตของพืชอาจเกิดขึ้นเนื่องจากชนิดของเนื้อดิน ความชื้นในดิน และธาตุอาหารในดินได้ จึงควรจัดตัวแปรดังกล่าวเป็นตัวแปรต้น และควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ในการทดลอง และศึกษาการเจริญเติบโตของพืชซึ่งเป็นตัวแปรตามของการทดลอง

10. ปลูกพืชชนิดหนึ่งในดินต่างชนิดกัน 3 ชนิด โดยมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป การเจริญเติบโตของพืชมีลักษณะดังภาพ



ก. ถ้าต้องการทราบว่าดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืชชนิดนี้ควรมีค่า pH เท่าใด จะต้องทำอย่างไร*

แนวคำตอบ กำหนดตัวแปรต้นเป็นค่า pH ของดิน และทำการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ

ข. จากข้อ ก. การทดลองนี้ต้องควบคุมตัวแปรใด*

แนวคำตอบ ทำการควบคุมตัวแปร ได้แก่ ชนิดของพืช ชนิดดิน ปริมาณความชื้นในดิน ปริมาณธาตุอาหารในดิน ขนาดกระถาง ปริมาณดิน และศึกษาการเจริญเติบโตของพืชซึ่งเป็นตัวแปรตาม

11. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างน้ำผิวดิน น้ำในดิน น้ำบาดาล ที่อยู่ในการเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรน้ำ**

แนวคำตอบ น้ำผิวดิน น้ำในดิน และน้ำบาดาล มีการเกิดที่สัมพันธ์กัน กล่าวคือ น้ำผิวดินจะไหลซึมลงสู่ใต้ดินเกิดเป็นน้ำในดิน และไหลซึมลึกลงต่อไปอีกไปกักเก็บไว้ในชั้นหินอุ้มน้ำเกิดเป็นน้ำบาดาล น้ำบาดาลสามารถไหลผ่านชั้นหินต่าง ๆ ที่มีความพรุน และไหลเชื่อมต่อไปยังแม่น้ำหรือแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้ และจะเกิดการระเหยของน้ำดังกล่าวขึ้นสู่บรรยากาศ เมื่อควบแน่นกลายเป็นฝน จะตกลงสู่ผิวโลกกลายเป็นน้ำผิวดิน และจะไหลซึมลงสู่ใต้ดิน หมุนเวียนในลักษณะนี้ต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร

12. ในฤดูร้อนและฤดูฝน ระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่หนึ่ง ๆ จะมีระดับแตกต่างกันไม่ เพราะเหตุใด*

แนวคำตอบ ระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝนจะมีระดับสูงกว่าในฤดูร้อน เนื่องด้วยปริมาณน้ำผิวดินที่ไหลซึมลงสู่ใต้ดินในช่วงฤดูฝนจะมากกว่า

13. จากภาพ ให้พิจารณาชั้นหินอุ้มน้ำ ชั้นหินที่มีเนื้อละเอียดแน่น และระดับน้ำใต้ดิน และตอบคำถามดังต่อไปนี้



13.1 หินในตำแหน่ง ก. และ ข. มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร*

แนวคำตอบ หินในตำแหน่ง ก. และ ข. มีลักษณะเหมือนกัน คือ เป็นหินหรือตะกอนชนิดเดียวกัน และหินหรือตะกอนดังกล่าวมีความพรุนและช่องว่างที่เกิดขึ้นในหินหรือในตะกอนจะมีความต่อเนื่องกัน

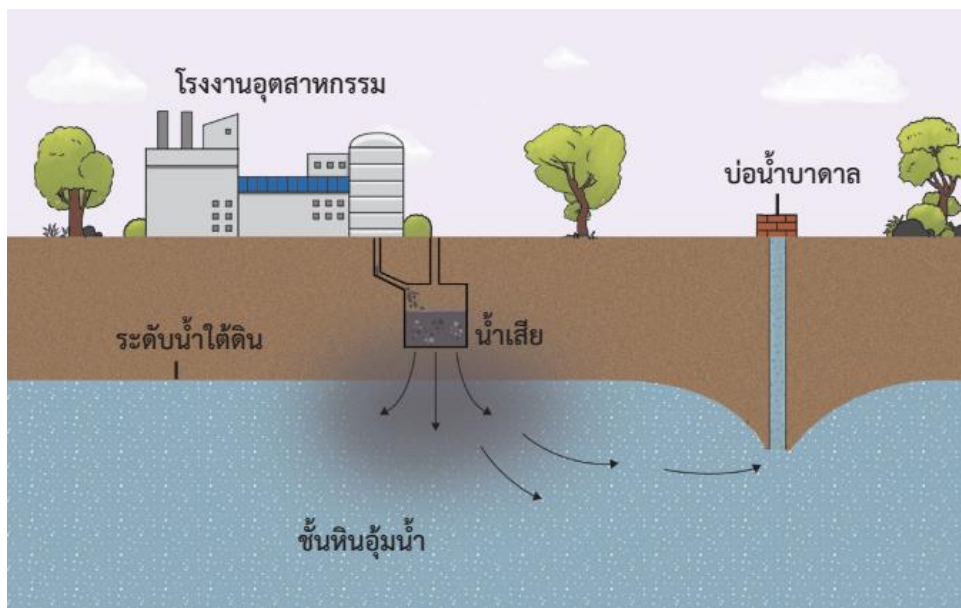
13.2 หินในตำแหน่ง ค. และ ง. มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร*

แนวคำตอบ หินในตำแหน่ง ค. และ ง. มีลักษณะแตกต่างกัน หินในตำแหน่ง ค. เป็นหินที่มีเนื้อละเอียดแน่น ส่วนหินในตำแหน่ง ง. มีความพรุนและช่องว่างที่เกิดขึ้นในหินจะมีความต่อเนื่องกัน

13.3 ถ้ามีการเจาะบ่อน้ำบาดาลที่ตำแหน่งหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 บ่อน้ำบ่อใดที่จะมีน้ำบาดาลไหลล้นออกมาจากปากบ่อ เพราะเหตุใด*

แนวคำตอบ บ่อที่ 4 จะมีน้ำพุพุ่งออกจากปากบ่อ เพราะระดับน้ำใต้ดินของชั้นหินอุ้มน้ำ ง. มีระดับสูงกว่าระดับปากบ่อ

14. จากภาพ โรงงานอุตสาหกรรมได้ปล่อยน้ำเสียลงสู่ใต้ดิน การกระทำดังกล่าวจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำบาดาลหรือไม่ เพราะเหตุใด*



แนวคำตอบ การปล่อยน้ำเสียลงสู่ใต้ดินจะมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบาดาล เพราะน้ำเสียที่ปล่อยลงมาจะไหลซึมลงสู่ใต้ดิน ไปรวมกับน้ำในดินและน้ำบาดาล น้ำบาดาลจะไหลไปตามช่องว่างระหว่างตะกอน ทำให้น้ำดังกล่าวไหลไปยังบริเวณอื่น ๆ ได้ เป็นการแพร่กระจายน้ำเสียไปยังชั้นหินอุ้มน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ ดังนั้นเมื่อเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้น้ำดังกล่าวก็มีน้ำเสียปนเปื้อนอยู่

คู่มือครูหน่วย 7 บทที่ 3 และหน่วย 8 อยู่ระหว่างดำเนินการ

ภาคผนวก

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี. ปล่องภูเขาไฟลำปาง. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2562, จาก

<http://www.dmr.go.th/main.php?filename=n06>

กรมทรัพยากรธรณี. พุน้ำร้อนในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2562, จาก

<http://www.dmr.go.th/main.php?filename=hotspring>

กรมพัฒนาที่ดิน. แผนที่ชุดดิน. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2562, จาก <http://eis.ddd.go.th/lddeis/SoilView.aspx>

กรมพัฒนาที่ดิน. แผนที่ทางเลือกพืชเศรษฐกิจ. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2562, จาก

http://www.ddd.go.th/www/lek_web/web.jsp?id=19063

กรมพัฒนาที่ดิน. ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2562, จาก

<http://eis.ddd.go.th/lddeis/SoilView.aspx>

กรมพัฒนาที่ดิน. ข้อมูลการจัดการดิน. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2562, จาก

http://www.ddd.go.th/Web_Soil/compact.htm

กรมพัฒนาที่ดิน. ข้อมูลชั้นหน้าตัดดินและข้อมูลกลุ่มชุดดิน. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2562, จาก

http://oss101.ddd.go.th/web_thaisoilinf/central/Prachupkirikun/pkk_04.html

กรมพัฒนาที่ดิน. ข้อมูลสารสนเทศดินเพื่อการใช้และการจัดการที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2562, จาก

http://oss101.ddd.go.th/web_thaisoilinf/central/Prachupkirikun/pkk_map/pkk_man62/7704/770401_home.html

กรมส่งเสริมการเกษตร. การไถระเบิดดินดาน. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2562, จาก

<http://www.aepd02.doae.go.th/new/การไถระเบิดดินดาน.doc>

บริษัท ประจวบอุตสาหกรรม จำกัด. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562, จาก [http://www.psisugar.com/Our-](http://www.psisugar.com/Our-Factory/Production.html)

[Factory/Production.html](http://www.psisugar.com/Our-Factory/Production.html)

มูลนิธิชัยพัฒนา. การแก้ปัญหาหน้าท่วม. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562, จาก <http://www.chaipat.or.th/>

มูลนิธิชัยพัฒนา. การจัดการดินดาน. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562, จาก

<http://www.chaipat.or.th/publication/publish-document/tips/36-2015-04-03-10-16-17.html>

มูลนิธิชัยพัฒนา. การจัดการทรัพยากรน้ำ. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562, จาก <http://www.chaipat.or.th/>

มูลนิธิชัยพัฒนา. ดิน. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2562, จาก [http://www.chaipat.or.th/publication/publish-](http://www.chaipat.or.th/publication/publish-document/tips/36-2015-04-03-10-16-17.html)
[document/tips/36-2015-04-03-10-16-17.html](http://www.chaipat.or.th/publication/publish-document/tips/36-2015-04-03-10-16-17.html)

มูลนิธิมันพัฒนา. การจัดการทรัพยากรน้ำ. สืบค้นเมื่อ 29 กันยายน 2562, จาก <http://www.tsdf.nida.ac.th/th/>

ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2558). พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร:

สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. เคมีสำหรับโครงการเรียนล่วงหน้า. สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2562,

จาก https://il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry2/liquid_solution/solution_distillation.htm

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การตรวจวัดเนื้อดิน. สืบค้นเมื่อ 2 มกราคม 2561, จาก

http://globethailand.ipst.ac.th/?page_id=3913

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การตรวจวัดความชื้นในดิน. สืบค้นเมื่อ 2 มกราคม 2561, จาก

http://globethailand.ipst.ac.th/?page_id=3854

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-เบสของดิน. สืบค้นเมื่อ 2 มกราคม

2561, จาก http://globethailand.ipst.ac.th/?page_id=3875

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ดวงดาวและโลกของเรา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สำหรับนักเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ตามรอยพระบาท จอมปราณแห่งแผ่นดิน.

กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 3

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: สกสค. ลาดพร้าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทน

กับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง

พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร:

โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). แนวคิดคลาคล่ำเคลื่อนเกี่ยวกับงานและกำลัง. การประชุม

พิจารณาคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. 27-29 มิถุนายน 2561. กรุงเทพมหานคร.

- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562, จาก <http://www.ocsb.go.th/upload/executive/fileupload/6438-9170.pdf>
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). *สถานการณ์น้ำท่วมของประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2562, จาก <http://flood.gistda.or.th/>
- แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ สสวท. (2557). น้ำตาลทรายขาว. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562, จาก <https://www.youtube.com/watch?v=8nJY7R0uOWM>
- แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ สสวท. (2557). น้ำตาลทรายดิบ. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562, จาก <https://www.youtube.com/watch?v=5-UKhUV4rOA>
- Atlas Obscura. *Kola Superdeep Borehole*. Retrieved February 22, 2018 from <https://www.atlasobscura.com/places/kola-superdeep-borehole>
- Bhandari. (2017). *Simple Machines and Work*. Retrieved June 28, 2019, from https://ibhandari.weebly.com/uploads/2/6/5/6/26565527/simple_machines_powerpoint_slides.pdf
- Blazeski, G. (2017). *Kola Superdeep Borehole: The deepest man-made hole in the world*. Retrieved February 22, 2018, from <https://www.thevintagenews.com/2017/12/26/kola-superdeep-borehole/>
- Bindis, M. (2013). Students' misconceptions about intermolecular forces as investigated through paper chromatography experiments and the Molecular Attractions Concept Inventory. (Electronic Thesis or Dissertation). Retrieved May 02, 2019, from https://etd.ohiolink.edu/pg_10?0::NO:10:P10_ACCESSION_NUM:miami1379167186/
- CK-12 Foundation (2017). Colloids and Suspensions. Retrieved May 02, 2019, from <https://www.ck12.org/book/CK-12-Chemistry-Intermediate/section/15.3/>
- Clark, Jim. (2016). Paper Chromatography. Retrieved May 02, 2019, from <https://www.chemguide.co.uk/analysis/chromatography/paper.html>
- Clement, J. (1987). *Overcoming students' misconceptions in physics: The role of anchoring intuitions and analogical validity*. In J. Novak (Ed.). *Proceedings of the second international seminar misconceptions and educational strategies in science and mathematics*. (3, 84-96). Ithaca, NY: Cornell University.
- Hamblin, W. K., & Christiansen. E. H. (2001). *Earth's Dynamic Systems* (10th ed). New Jersey: Pearson Education.

- Kastning, E. H., & Kastning, K. M. (1999). Misconceptions about caves and karst: Common problems and educational solutions. *National Cave and Karst Management Symposium*, 99-107.
- King, C. J. H. (2010). An analysis of misconceptions in science textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(5), 565-601.
- Learning A-Z. (2019). *Machine*. Retrieved June 28, 2019, from <https://www.sciencea-z.com/main/ScienceSearch/?searchTerms=Machine>
- Lipper, A. (2009). *The Biggest Misconceptions in Science Textbooks...and What to Do About It*. Supercharged Science, 1-4.
- Miller, J. M. (2005). *Chromatography: Concepts and Contrasts* (Vol. 2nd). Hoboken, New Jersey: Wiley-Interscience.
- MiTEP. *List of common geoscience misconceptions*. Retrieved June 3, 2018 from http://hub.mspnet.org/media/data/MiTEP_List_of_Common_Geoscience_Misconceptions.pdf?media_000000007297.pdf
- Nichols, L. (2019). Distillation. Retrieved May 02, 2019, from <https://bit.ly/2WhWB4>
- Ocean Motion. *Misconceptions in earth science*. Retrieved June 8, 2018 from <http://oceanmotion.org/html/teachers/misconceptions.htm>
- OSU. *Common misconceptions about weathering, erosion, volcanoes, and earthquakes*. Retrieved June 2, 2018 from <https://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/earths-changing-surface/common-misconceptions-about-weathering-erosion-volcanoes-and-earthquakes>
- Penny. *Misconception: Earth's core*. Retrieved June 10, 2018 from <http://paleopix.com/blog/2013/10/06/misconception-the-earths-core-is-hollow-or-that-large-hollow-spaces-occur-deep-within-earth/>
- Philips, W. C. *Earth science misconceptions*. Retrieved June 10, 2018 from <http://k12s.phast.umass.edu/~nasa/misconceptions.html>
- Plummer, C. C, McGeary, D., & Carlson. D. H. (2001). *Physical geology data* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Regional Professional Development Program. Target Interventions for Proficiency in Science. Retrieved May 01, 2019, from http://www.rpd.net/sciencetips_v3/P8A3.htm
- SERC. *Misconception: Earth's Structure*. Retrieved June 15, 2018 from https://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/intro/misconception_list.html

- Skinner, B. J., & Porter. (1989). *The Dynamic Earth an Introduction to physical geology*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Soult, A. (2019). Colloids and Suspensions. Retrieved May 02, 2019, from <https://bit.ly/2ZLsv8R>
- Tarbuck, J. E., & Lutgens. F. K., & Tasa, D. (2012). *Earth Science* (13th ed). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Tatar, E., and Oktay, M. (2007). *Students' Misunderstandings about the Energy Conservation Principle: A General View to Studies in Literature*. International Journal of Environmental & Science Education, 2(3), 79 –86.
- The Science Learning Hub. *Alternative conceptions about soil*. Retrieved June 2, 2018 from <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/899-alternative-conceptions-about-soil>
- The Science Teacher. Distillation teaching resources. Retrieved May 01, 2019, from <https://thescienceteacher.co.uk/distillation/>
- UCI. *Misconceptions: weathering*. Retrieved June 2, 2018 from <http://sites.uci.edu/researchfilmmaking/files/2016/01/ES4L1V6.pdf>
- USGS. *flood*. Retrieved February 22, 2018 from <https://www.usgs.gov/>
- USGS. *Structure of earth*. Retrieved February 22, 2018 from <https://www.usgs.gov/>

คณะผู้พิจารณาคู่มือครู

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทรคันต์
ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา
ดร.เดชา ศุภพิทยาภรณ์
นางจิตติมา วัฒนราช
นางจุฑามาศ เกษตรเวทิน
นางนภาพรรณ สิทธิวงศ์
นางสาวปวีณา ชาลีเครือ
นางรุ่งรดี เทพนม
นายสุทธิพงษ์ ใจแก้ว
นางสาวสุวิมล เปี่ยมกัลต์
นายหัสชัย ทวีผล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
โรงเรียนโคกสว่างคุ้มวิทยานุสรณ์
โรงเรียนสุนารีวิทยา
โรงเรียนเทพลีลา
โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์
โรงเรียนบางสะพานวิทยา
โรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์
โรงเรียนวัดจันทราวาส (ศุขประสารราษฎร์)
โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย

คณะบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวิทย์ มาแทน
รองศาสตราจารย์ ดร.วีระวรรณ สิทธิกรกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดา แต้มบรรจง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย จูฑะโกสิทธิ์กานนท์
ดร.เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว
หม่อมหลวงพินทอง ทองแถม

มหาวิทยาลัยมหิดล
นักวิชาการอิสระ
นักวิชาการอิสระ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
นักวิชาการอิสระ

คณะผู้จัดทำ

คณะผู้ทดลองใช้

นางฤริตา ศรีมุกดา

นายปกรณ์เกียรติ ศิริสุทธิ์

นางปาณิสรา แลโสภา

นางพชรมน นวลดี

นางภาณินี วรเนติวุฒิ

นางสาววันเพ็ญ เพ็ชรมี

นางสาววิมลสิริ อาสนะ

นางอรทัย ก่อศิริไพบูลย์

นางสาวอัมพิกา ตีบบาง

โรงเรียนบึงคอนแฮ่สัสมสอาดรังสิต จังหวัดปทุมธานี

โรงเรียนชุมชนบ้านตาหลังใน จังหวัดสระแก้ว

โรงเรียนดอนจานวิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

โรงเรียนหันคาพิทยาคม จังหวัดชัยนาท

โรงเรียนป่าพะยอมพิทยาคม จังหวัดพัทลุง

โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ จังหวัดสุโขทัย

โรงเรียนอนุบาลบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

โรงเรียนนครรยะของวิทยาคม (วัดโชดใต้) จังหวัดระยอง

โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม จังหวัดลำพูน

คณะทำงานฝ่ายเสริมวิชาการ

นางสาวรัชดาภรณ์ สุนาวี

ฝ่ายนวัตกรรมการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

