



คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่



โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

๔





คู่มือครู

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์

วิชา

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๒

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

พ.ศ. ๒๕๖๑

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ในการพัฒนามาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และยังมี บทบาทหน้าที่ในการรับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดทำหนังสือเรียน คู่มือครู แบบฝึกทักษะ กิจกรรม และสื่อการเรียนรู้ ตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล เพื่อให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๒ นี้ จัดทำขึ้น เพื่อประกอบการใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๒ โดยครอบคลุมเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ เพื่อการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ ในรายวิชาเพิ่มเติม มีแนวการจัดการเรียนรู้ การให้ความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็นสำหรับครูผู้สอน รวมทั้งการเฉลย คำตอบ และแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญในการ พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ บุคลากร ทางการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้



(นางพรพรรณ ไวทยางกูร)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไปโรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. ได้มีการจัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน และเพื่อให้ครูผู้สอนสามารถสอนและจัดกิจกรรมต่างๆ ตามหนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้จัดทำคู่มือครูสำหรับใช้ประกอบหนังสือเรียนดังกล่าว

คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๒ นี้ ได้บอกแนวการจัดการเรียนการสอนตามเนื้อหาในหนังสือเรียนเกี่ยวกับ สมบัติและการจำแนกชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดของหิน กระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์ ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการ วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยสามารถนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสมและความพร้อมของโรงเรียน ในการจัดทำคู่มือครูเล่มนี้ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการ จากทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๒ นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้คู่มือครูเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้คู่มือครู

วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกทั้งในชีวิตและการทำงาน นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาวิธีคิดและทำให้มีทักษะที่จำเป็นในการตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะที่สำคัญตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญยิ่ง ซึ่งเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า
7. เพื่อให้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์

คู่มือครูเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นควบคู่กับหนังสือเรียน สำหรับให้ครูได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และมีทักษะที่สำคัญตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหนังสือเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ รวมทั้งมีสื่อการเรียนรู้ในเว็บไซต์ที่สามารถเชื่อมโยงได้จาก QR code หรือ URL ที่อยู่ประจำแต่ละบท ซึ่งครูสามารถใช้ส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามครูอาจพิจารณาตัดแปลงหรือเพิ่มเติมการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียนได้ โดยคู่มือครูมีองค์ประกอบหลักดังต่อไปนี้

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้เป็นผลลัพธ์ที่ควรเกิดกับนักเรียนทั้งด้านความรู้และทักษะซึ่งช่วยให้ครูได้ทราบเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ได้ ทั้งนี้ครูอาจเพิ่มเติมเนื้อหาหรือทักษะตามศักยภาพของนักเรียน รวมทั้งอาจสอดแทรกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับท้องถิ่น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นได้

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

การวิเคราะห์ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และ จิตวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละผลการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

ผังมโนทัศน์

แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อย เพื่อช่วยให้ครูเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาภายในบทเรียน

สาระสำคัญ

การสรุปเนื้อหาสำคัญของบทเรียน เพื่อช่วยให้ครูเห็นกรอบเนื้อหาทั้งหมด รวมทั้งลำดับของเนื้อหาในบทเรียนนั้น

เวลาที่ใช้

เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งครูอาจดำเนินการตามข้อเสนอแนะที่กำหนดไว้ หรืออาจปรับเวลาได้ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

ความรู้ก่อนเรียน

คำสำคัญหรือข้อความที่เป็นความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนควรมีก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนนั้น

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ชุดคำถามและเฉลยที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียนตามที่ระบุไว้ในหนังสือเรียน เพื่อให้ครูได้ตรวจสอบและทบทวนความรู้ให้นักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน

การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้ออาจมีองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้

- จุดประสงค์การเรียนรู้

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งสามารถวัดและประเมินผลได้ ทั้งนี้ครูอาจตั้งจุดประสงค์เพิ่มเติมจากที่ให้ไว้ ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

- ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น

เนื้อหาที่นักเรียนอาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่พบบ่อย ซึ่งเป็นข้อมูลให้ครูได้พึงระวังหรืออาจเน้นย้ำในประเด็นดังกล่าวเพื่อป้องกันการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

- **สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้**

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ เช่น บัตรคำ วัสดุทัศนเว็บไซต์ ซึ่งครูควรเตรียมล่วงหน้าก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้

- **แนวการจัดการเรียนรู้**

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีการนำเสนอทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรมเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด ทั้งนี้ครูอาจปรับหรือเพิ่มเติมกิจกรรมจากที่ให้ไว้ ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

กิจกรรม

การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสาธิต การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งควรให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยองค์ประกอบของกิจกรรมมีรายละเอียดดังนี้

- จุดประสงค์
เป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมนั้น
- วัสดุ และอุปกรณ์
รายการวัสดุ อุปกรณ์ หรือสารเคมี ที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรม ซึ่งครูควรเตรียมให้เพียงพอสำหรับการจัดกิจกรรม
- การเตรียมล่วงหน้า
ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ครูต้องเตรียมล่วงหน้าสำหรับการจัดกิจกรรม เช่น การเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ การเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิต
- ข้อเสนอแนะสำหรับครู
ข้อมูลที่ให้ครูแจ้งต่อนักเรียนให้ทราบถึงข้อควรระวัง ข้อควรปฏิบัติ หรือข้อมูลเพิ่มเติมในการทำกิจกรรมนั้น ๆ
- ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม
ตัวอย่างผลการทดลอง การสาธิต การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อให้ครูใช้เป็นข้อมูลสำหรับตรวจสอบผลการทำกิจกรรมของนักเรียน
- อภิปรายและสรุปผล
ตัวอย่างข้อมูลที่ควรได้จากการอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งครูอาจใช้คำถามท้ายกิจกรรมหรือคำถามเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้นักเรียนอภิปรายในประเด็นที่ต้องการ รวมทั้งช่วยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดและอภิปรายถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ผลของกิจกรรมเป็นไปตามที่คาดหวัง หรืออาจไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

นอกจากนี้อาจมีความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู เพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งไม่ควรนำไปเพิ่มเติมให้นักเรียน เพราะเป็นส่วนที่เสริมจากเนื้อหาที่มีในหนังสือเรียน

- **แนวทางการวัดและประเมินผล**

แนวทางการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประเมินทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ควรเกิดขึ้นหลังจากได้เรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ผลที่ได้จากการประเมินจะช่วยให้ครูทราบถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน

เครื่องมือวัดและประเมินผลมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ แบบประเมินทักษะ แบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูอาจเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลจากเครื่องมือมาตรฐานที่มีผู้พัฒนาไว้แล้ว ดัดแปลงจากเครื่องมือที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว หรือสร้างเครื่องมือใหม่ขึ้นเอง ตัวอย่างของเครื่องมือวัดและประเมินผลดังภาคผนวก

- **เฉลยคำถาม**

แนวคำตอบของคำถามระหว่างเรียนและคำถามท้ายบทเรียนในหนังสือเรียน เพื่อให้ครูใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบการตอบคำถามของนักเรียน

- **เฉลยคำถามระหว่างเรียน**

แนวคำตอบของคำถามระหว่างเรียนซึ่งมีทั้งคำถามชวนคิด ตรวจสอบความเข้าใจ และแบบฝึกหัด ทั้งนี้ครูควรใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนก่อนเริ่มเนื้อหาใหม่ เพื่อให้สามารถปรับการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

- **เฉลยคำถามท้ายบทเรียน**

แนวคำตอบของแบบฝึกหัดท้ายบท ซึ่งครูควรใช้คำถามท้ายบทเรียนเพื่อตรวจสอบว่าหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องใด เพื่อให้สามารถวางแผนการทบทวนหรือเน้นย้ำเนื้อหาให้กับนักเรียนก่อนการทดสอบได้

สารบัญ

บทที่

เนื้อหา

หน้า

5

ทรัพยากรธรณี

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	1
ผังมโนทัศน์	3
ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง	4
สาระสำคัญ	6
เวลาที่ใช้	6
เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน	7
5.1 ทรัพยากรแร่	8
เฉลยกิจกรรม 5.1 รู้จักทรัพยากรธรณีในชีวิตประจำวัน	9
เฉลยกิจกรรม 5.2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพบาง	11
ประการของแร่	
เฉลยกิจกรรม 5.3 การระบุชนิดแร่ และการใช้ประโยชน์	15
จากทรัพยากรแร่	
แนวทางการวัดและประเมินผล	19
ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู	20
5.2 ทรัพยากรหิน	21
เฉลยกิจกรรม 5.4 แบบจำลองการเกิดหินอัคนี	22
เฉลยกิจกรรม 5.5 การจำแนกหินอัคนี	25
เฉลยกิจกรรม 5.6 แบบจำลองการเกิดหินตะกอน	27
เฉลยกิจกรรม 5.7 การจำแนกหินตะกอน	30
เฉลยกิจกรรม 5.8 แบบจำลองการเกิดหินแปร	32
เฉลยกิจกรรม 5.9 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรหิน	35
แนวทางการวัดและประเมินผล	38
5.3 ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหิน	39
เฉลยกิจกรรม 5.10 แบบจำลองแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม	40
เฉลยกิจกรรม 5.11 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรณี	44
แนวทางการวัดและประเมินผล	45
ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู	46
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท46	48

6

แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	54
ผังมโนทัศน์	55
ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง	56
สาระสำคัญ	57
เวลาที่ใช้	57
เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน	58
6.1 องค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา	59
เฉลยกิจกรรม 6.1 ทำความรู้จักองค์ประกอบของแผนที่	60
แนวทางการวัดและประเมินผล	66
6.2 ข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศ	67
เฉลยกิจกรรม 6.2 แบบจำลองภูมิประเทศและเส้นชั้น	68
ความสูง	
แนวทางการวัดและประเมินผล	77
6.3 ข้อมูลในแผนที่ธรณีวิทยา	78
เฉลยกิจกรรม 6.3 ทำความรู้จักกับแผนที่ธรณีวิทยา	78
ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู	83
6.4 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลของแผนที่ภูมิประเทศ	86
และแผนที่ธรณีวิทยา	
เฉลยกิจกรรม 6.4 ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศกับ	87
การใช้ประโยชน์	
เฉลยกิจกรรม 6.5 ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยากับ	89
การใช้ประโยชน์	
เฉลยกิจกรรม 6.6 การประยุกต์ใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ	91
และแผนที่ธรณีวิทยา	
แนวทางการวัดและประเมินผล	95
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	96
ภาคผนวก (ตัวอย่างเครื่องมือวัดและประเมินผล)	106
บรรณานุกรม	120
คณะกรรมการจัดทำคู่มือครู	122

บทที่

5

| ทรัพยากรธรณี (Mineral Resources)



goo.gl/K9791C

ผลการเรียนรู้

1. ตรวจสอบ วิเคราะห์สมบัติ และระบุชนิดของแร่ พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม
2. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อของหิน รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม
3. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา
4. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ ตรวจสอบ วิเคราะห์สมบัติ และระบุชนิดของแร่ พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม		
จุดประสงค์การเรียนรู้		
1. ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของแร่ และระบุชนิดแร่ตัวอย่าง 2. วิเคราะห์และอธิบายสมบัติของแร่ และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่อย่างเหมาะสม		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาศาสตร์
1. การสังเกต 2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. ความใจกว้าง 2. การยอมรับความเห็นต่าง 3. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้ ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อของหิน รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ จำแนกประเภท และระบุชนิดหินตัวอย่าง
2. วิเคราะห์และอธิบายสมบัติของหิน และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรหินอย่างเหมาะสม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาศาสตร์
1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. ความใจกว้าง 2. การยอมรับความเห็นต่าง 3. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้ อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา

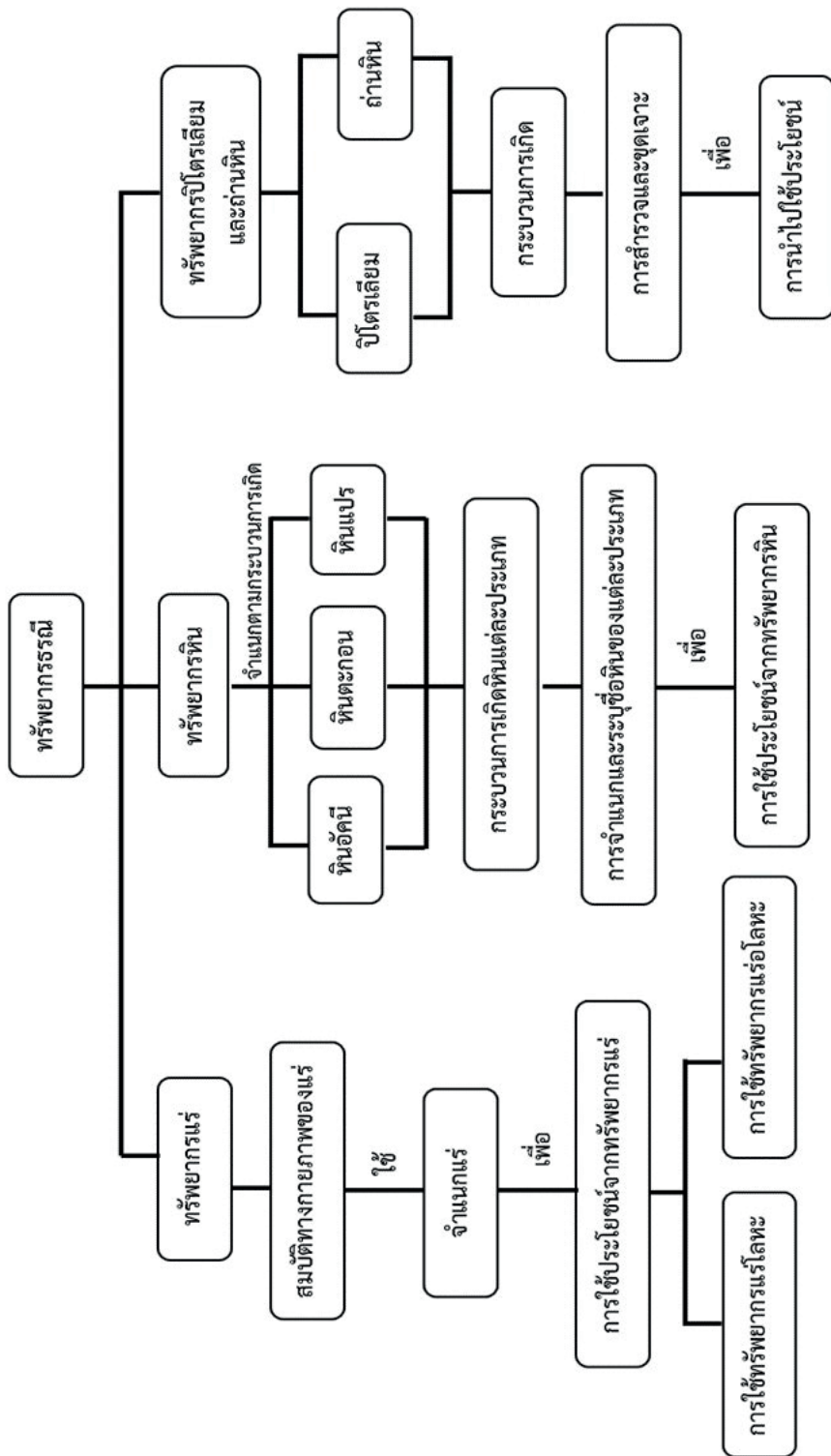
จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมโดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา
2. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งถ่านหินโดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาศาสตร์
1. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2. การสร้างแบบจำลอง	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 3. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. ความใจกว้าง 2. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้ อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม		
จุดประสงค์การเรียนรู้ อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน และนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาศาสตร์
1. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. ความใจกว้าง 2. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

ผังมโนทัศน์ ทรัพยากรธรณี



ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง

ทรัพยากรธรณี เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากกระบวนการธรณิบนผิวโลก และภายในโลก ได้แก่ แร่ หิน ปิโตรเลียมและถ่านหิน ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้ มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ



แร่ มีลักษณะเป็นของแข็งที่มีโครงสร้างภายในที่เป็นระเบียบ มีองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอน หรือเปลี่ยนแปลงในวงจำกัด โดยแร่อาจเป็นธาตุ หรือสารประกอบอนินทรีย์



การระบุชนิดของแร่และการนำแร่ไปใช้ประโยชน์ จำเป็นต้องทราบสมบัติทางกายภาพ ซึ่งสมบัติทางกายภาพที่สำคัญและสามารถตรวจสอบได้ง่าย ได้แก่ สี สีส้ม ความโปร่งแสง ความวาว ความแข็ง ความถ่วงจำเพาะ และระบบผลึก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของแร่แต่ละชนิด



ทรัพยากรแร่ แบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ทรัพยากรแร่โลหะ นำมาถลุงให้ได้โลหะสำคัญ เช่น ทองคำ เงิน เหล็ก ทองแดง ทรัพยากรแร่โลหะ เช่น ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ฟลูออไรต์ คอรัันดัม ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมที่หลากหลาย



หิน เป็นมวลของแข็งที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกโลกและเนื้อโลก ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียวหรือหลายชนิด หินสามารถจำแนกตามการเกิดแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร



หินอัคนี เกิดจากการเย็นตัวของแมกมาใต้เปลือกโลกหรือเกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของลาวาบนผิวโลก ซึ่งการจำแนกชนิดของหินอัคนีจะพิจารณาจากแร่ที่เป็นองค์ประกอบรวมถึงลักษณะในการเย็นตัวของแมกมาและลาวา โดยหินอัคนีแบ่งออกเป็น หินอัคนีแทรกซอน และหินอัคนีพู่



หินตะกอน เกิดจากการทับถมของตะกอน การตกตะกอนของสารละลาย และการสะสมตัวของซากดึกดำบรรพ์ และแข็งตัวกลายเป็นหิน โดยหินตะกอนแบ่งออกเป็นหินตะกอนเนื้อประสม และหินตะกอนเนื้อประสาน

หินแปร เกิดจากหินถูกกระทำโดยความร้อนและความดัน รวมถึงปฏิกิริยาเคมี ทำให้เกิดการแปรสภาพใน 2 รูปแบบ คือ การแปรสภาพแบบสัมผัส และการแปรสภาพบริเวณไพศาล โดยหินแปรแบ่งออกเป็น หินแปรแบบมีรี่วขนาน และหินแปรแบบไม่มีรี่วขนาน



การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรหินมีอย่างหลากหลาย โดยจะพิจารณาตามสมบัติ และลักษณะของหิน



ปิโตรเลียมเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดตามธรรมชาติจากการสะสมตัวของซากสิ่งมีชีวิตร่วมกับตะกอนใต้ทะเล ผ่านกระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรีย อาจมีสถานะของแข็งหรือของเหลว ได้แก่ น้ำมันดิบ และแก๊สธรรมชาติ ที่ถูกเก็บกักอยู่ในโครงสร้างทางธรณี จึงต้องอาศัยเครื่องมือและเทคโนโลยี ในการสำรวจ ขุดเจาะ สืบ และผ่านกระบวนการกลั่นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์



ถ่านหิน เป็นหินตะกอนที่ติดไฟได้ เกิดจากการสะสมตัวของซากพืช ในสภาพแวดล้อมที่เป็นหนองน้ำหรือบึงน้ำ มีกระบวนการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพเก็บเป็นชั้นถ่านหิน จึงต้องมีการสำรวจ และทำเหมืองเพื่อนำทรัพยากรถ่านหินมาใช้ประโยชน์



ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหิน เป็นทรัพยากรที่ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม การผลิตไฟฟ้า การคมนาคม และอุตสาหกรรมอื่น ๆ

สาระสำคัญ

แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่มีสถานะเป็นของแข็ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีโครงสร้างภายในที่เป็นระเบียบ และมีสูตรเคมีและสมบัติอื่น ๆ ที่แน่นอน หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ในวงจำกัด ทำให้แร่มีสมบัติทางกายภาพที่แน่นอน สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบชนิดของแร่ ทรัพยากรแร่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น อาหารและยา เครื่องมือแพทย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อัญมณีและเครื่องประดับ

หิน เป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียวหรือหลายชนิด หรือประกอบด้วย แก้วธรรมชาติหรือสารจากสิ่งมีชีวิต ที่เกิดขึ้นเองรวมตัวกันอยู่ตามธรรมชาติ หินสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและเนื้อหิน ได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การระบุชื่อของหินแต่ละประเภท จะใช้ลักษณะและองค์ประกอบทางแร่ของหินเป็นเกณฑ์

หินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น วัสดุก่อสร้าง เครื่องประดับ วัตถุดิบในอุตสาหกรรม

ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ในเวลาอันรวดเร็ว ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ เช่น การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ การศึกษา กระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหินต้องใช้ความรู้พื้นฐานธรณีวิทยาหลายด้าน เช่น ตะกอนวิทยา ธรณีโครงสร้าง การลำดับชั้นหิน รวมทั้งวิธีการและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

เวลาที่ใช้

บทเรียนนี้ควรใช้เวลาประมาณ 25 ชั่วโมง

- | | |
|---------------------------------|------------|
| 1. ทรัพยากรแร่ | 8 ชั่วโมง |
| 2. ทรัพยากรหิน | 12 ชั่วโมง |
| 3. ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหิน | 5 ชั่วโมง |

ความรู้ก่อนเรียน

ธาตุ และสมบัติของธาตุ การลำดับชั้นหิน ธรณีโครงสร้าง



ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคำตอบของข้อความที่ถูกต้อง หรือเครื่องหมาย ✕ ลงในช่องคำตอบของข้อความที่ผิด

ข้อที่	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
1	แร่ทุกชนิดมีสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัว	✓
2	สมบัติทางกายภาพของแร่สามารถใช้จำแนกชนิดแร่ได้	✓
3	แร่ที่นำมาทำเป็นเครื่องประดับได้ ต้องมีความแข็งมากกว่า 7 ตามมาตราโมส์ (แร่ที่นำมาทำเป็นเครื่องประดับมีความแข็งที่หลากหลาย)	✕
4	หินต้องประกอบด้วยแร่มากกว่า 1 ชนิด (หินประกอบด้วยแร่ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป)	✕
5	หินอัคนีแทรกซอนเป็นหินอัคนีที่เย็นตัวและแข็งตัวภายใต้ผิวโลก	✓
6	หินตะกอนทุกชนิดเกิดจากการสะสมตัวและแข็งตัวเป็นหินของเม็ดตะกอน (หินตะกอนบางชนิดเกิดจากการตกตะกอนของสารละลาย และการสะสมตัวของซากสิ่งมีชีวิต)	✕
7	หินแปรเป็นหินที่แปรสภาพมาจากหินเดิมเนื่องจากความร้อนภายในโลก (หินแปรเป็นหินที่แปรสภาพจากหินเดิมเนื่องจากความร้อนและความดันภายในโลก)	✕
8	ปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากรธรณีที่มีกระบวนการเกิดคล้ายกัน แต่มีวัตถุดิบกำเนิดที่ต่างกัน	✓
9	น้ำมันเบนซินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของยานพาหนะ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนของปิโตรเลียม	✓
10	คุณภาพของถ่านหินพิจารณาจากปริมาณของเสียที่ได้จากการเผาไหม้เป็นหลัก (คุณภาพของถ่านหินพิจารณาจากพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เป็นหลัก)	✕

5.1 ทรัพยากรแร่

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของแร่ และระบุชนิดแร่ตัวอย่าง
2. วิเคราะห์และอธิบายสมบัติของแร่ และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ อย่างเหมาะสม

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ธรณีวิทยา เล่ม 2
2. กรมทรัพยากรธรณี <http://www.dmr.go.th>
3. สสวท. learning space <http://www.scimath.org>

แนวการจัดการเรียนรู้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้
 - ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันทำมาจากสิ่งใด

แนวทางการอภิปราย ตามคำตอบของนักเรียน เช่น ขวดน้ำทำจากพลาสติก แก้วทำจาก เซรามิก ไม้ดินสอทำจากแกรไฟต์

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ดังตัวอย่างการอภิปรายต่อไปนี้

- ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ทำขึ้นมาจากทรัพยากรธรณี หรือมีทรัพยากรธรณีเป็นส่วนประกอบ

- โดยส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันถูกผลิตขึ้นจากทรัพยากรแร่ หิน และปิโตรเลียม

- ทรัพยากรธรณีเกิดขึ้นจากกระบวนการทางธรณีบนผิวโลกและภายในโลก

3. ให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.1 ตามหนังสือเรียนหน้า 5 เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์ที่ทำจากทรัพยากรธรณีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรม 5.1 รู้จักทรัพยากรธรณีในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์กิจกรรม

ระบุทรัพยากรธรณีที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ที่กำหนดให้

เวลา 30 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

ภาพถ่ายอย่างฉลากและบรรจุภัณฑ์ของแป้งฝุ่นโรยตัว

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ครูอาจให้นักเรียนไปสำรวจผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันเพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบว่ามีส่วนประกอบและบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากทรัพยากรธรณีอีกหรือไม่ และคือทรัพยากรธรณีประเภทใด

วิธีการทำกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมาย และประเภทของทรัพยากรธรณี
2. สำรวจส่วนประกอบของแป้งฝุ่นโรยตัว และวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์จากภาพถ่ายที่กำหนดให้
3. สืบค้นข้อมูลส่วนประกอบของแป้งฝุ่นโรยตัว เพื่อระบุว่าส่วนประกอบดังกล่าวเป็นทรัพยากรธรณีหรือไม่ พร้อมระบุประเภทของทรัพยากรธรณี
4. สืบค้นข้อมูลพร้อมยกตัวอย่างสิ่งของอื่น ๆ ที่ทำมาจากทรัพยากรธรณี
5. รวบรวมข้อมูล ออกแบบและนำเสนอผลการสืบค้น

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ผลิตภัณฑ์/บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ทรัพยากรธรณี		
		ใช่		ไม่ใช่
		แร่	ปิโตรเลียม	
แป้งฝุ่นโรยตัว	1. talc	✓		
	2. camphor			✓
	3. fragrance			✓
	4. menthol			✓
	5. titanium dioxide			✓
	6. zinc oxide			✓
ภาชนะบรรจุ	HDPE		✓	

การสรุปผล

จากกิจกรรมที่นักเรียนสำรวจแป้งฝุ่นโรยตัวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันพบว่าโดยส่วนใหญ่มีแร่เป็นส่วนประกอบ ส่วนภาชนะบรรจุเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากปิโตรเลียม

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ส่วนประกอบอะไรบ้างของแป้งฝุ่นโรยตัวที่ทำมาจากทรัพยากรธรณี และเป็นทรัพยากรธรณีประเภทใด
- แนวคำตอบ ทัลค์ เป็นทรัพยากรแร่
2. ภาชนะบรรจุมีส่วนประกอบจากทรัพยากรธรณีหรือไม่ ถ้ามีเป็นทรัพยากรธรณีประเภทใดบ้าง
- แนวคำตอบ มี ทรัพยากรปิโตรเลียม

4. ครูตรวจสอบความเข้าใจโดยใช้คำถามในหนังสือเรียนหน้า 6 ดังนี้

- ขวดพลาสติกมีส่วนประกอบของวัสดุที่เป็นทรัพยากรธรณีประเภทใด

แนวคำตอบ ขวดพลาสติกมีส่วนประกอบเป็นทรัพยากรปิโตรเลียม

5. นำเข้าสู่เรื่องทรัพยากรแร่ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังคำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ในชีวิตประจำวัน นักเรียนใช้ผลิตภัณฑ์อะไรที่ทำมาจากแร่บ้าง

แนวทางการอภิปราย ตามคำตอบของนักเรียน เช่น แป้งฝุ่นโรยตัว มีส่วนประกอบของทัลก์ โฟมล้างหน้า มีส่วนประกอบของ แร่ดิน

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าแร่คืออะไร

แนวทางการอภิปราย แร่มีลักษณะเป็นของแข็งที่อยู่ในรูปของธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ ซึ่งมีโครงสร้างภายในเป็นระเบียบ และมีสูตรเคมีที่แน่นอนหรือเปลี่ยนแปลงได้ในวงจำกัด ทำให้แร่แต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพเฉพาะที่แตกต่างกัน

6. ให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.2 ตามหนังสือเรียนหน้า 7 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแร่ และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรม 5.2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแร่

จุดประสงค์กิจกรรม

ตรวจสอบ วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพบางประการของแร่

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ชุดตัวอย่างแร่ จำนวน 1 ชุด
2. แว่นขยาย (hand lens) จำนวน 1 อัน
3. ถ้วยยูริกา จำนวน 1 ใบ
4. แผ่นกระเบื้องสีขาวผิวด้าน ขนาดประมาณ กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
5. กระบอกตวง ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
6. ปีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
7. เครื่องชั่ง จำนวน 1 เครื่อง
8. วัสดุที่ทราบค่าความแข็งตามมาตราโมส์ ได้แก่ เล็บมือ (2.5) ตะปู (5.5)
9. ไฟฉาย จำนวน 1 กระบอก

การเตรียมตัวอย่างน้ำ

จัดเตรียมชุดตัวอย่างแร่ โดยซื้อชุดตัวอย่างแร่ที่มีขายทั่วไป หรือทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ชุดตัวอย่างแร่จากกรมทรัพยากรธรณี

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ควรเตรียมตัวอย่างแร่หลายชนิด และแร่ชนิดเดียวกันที่มีลักษณะภายนอกไม่เหมือนกัน

วิธีการทำกิจกรรม

นำตัวอย่างแร่ อย่างน้อย 5 ชนิด มาตรวจสอบสมบัติทางกายภาพโดยปฏิบัติดังนี้

1. สังเกตสีของก้อนแร่ด้วยตาเปล่า และบันทึกผล
2. ตรวจสอบสีของผงแร่ โดยนำแร่ตัวอย่างชูดกับแผ่นกระเบื้อง และสังเกตสีของผงแร่ที่ติดบนแผ่นกระเบื้อง และบันทึกผล
3. ตรวจสอบความโปร่งแสงของแร่ โดยใช้ไฟฉายส่องผ่านแร่ และสังเกตลักษณะของแสงที่ผ่านแร่ และบันทึกผล
4. ตรวจสอบความวาว โดยใช้ไฟฉายส่องไปที่แร่และสังเกตความวาวเทียบกับความวาวของโลหะขัดมัน และบันทึกผล
5. ทดสอบความแข็งของแร่ โดยนำวัตถุที่ทราบค่าความแข็งชูดกับตัวอย่างแร่ ถ้าตัวอย่างแร่เป็นรอยขีดลึกแสดงว่าตัวอย่างแร่มีความแข็งน้อยกว่าวัตถุที่นำมาชูด (ค่าความแข็งของวัตถุอาจไม่ตรงตามตาราง 5.3 ขึ้นกับชนิดของวัสดุ)
6. คำนวณหาความถ่วงจำเพาะของแร่ โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - (1) หามวลของแร่ โดยนำแร่ไปชั่งบนเครื่องชั่ง
 - (2) หาปริมาตรของแร่ โดยการนำแร่ไปแทนที่น้ำในถ้วยยูริกาให้น้ำล้นลงในบีกเกอร์ และวัดปริมาตรของน้ำจากบีกเกอร์โดยใช้กระบอกตวง
 - (3) คำนวณหาความหนาแน่นของแร่โดยใช้สมการ ความหนาแน่น = มวล/ปริมาตร
 - (4) คำนวณหาความถ่วงจำเพาะของแร่โดยใช้สมการ

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{ความหนาแน่นของแร่}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}}$$
 โดยกำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่าง แร่	สี	สีผง	ความโปร่งแสง			ความวาว		ความ แข็ง	ความถ่วง จำเพาะ
			โปร่งใส	โปร่งแสง	ทึบแสง	เหมือน โลหะ	ไม่ เหมือน โลหะ		
แร่ หมายเลข 1	ใส ไม่มี สี	ขาว		✓			✓	2.5 – 5.5	2.71

ตัวอย่างการสรุปผล

' จากกิจกรรม การศึกษาสมบัติทางกายภาพของตัวอย่างแร่ โดยการสังเกตด้วยตาเปล่า หรือตรวจสอบอย่างง่าย ได้แก่ สี สีผง ความโปร่งแสง ความวาว ความแข็ง และ ความถ่วงจำเพาะ พบว่าตัวอย่างแร่แต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

- นักเรียนทดสอบสมบัติทางกายภาพของแร่ในเรื่องใดบ้าง
แนวคำตอบ สี สีผง ความโปร่งแสง ความวาว ความแข็ง และความถ่วงจำเพาะ
- สีและสีผงของแร่ก้อนเดียวกัน เหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ อาจเหมือนหรือแตกต่างกันได้ เช่น แคลไซต์มีสีเหลือง แต่มีสีผงสีขาว
- แร่แต่ละก้อนมีความโปร่งแสง เหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ อาจเหมือนหรือแตกต่างกันได้ เช่น แร่สีไม่มีสีจะโปร่งใส แร่ที่มีสีอาจ โปร่งแสงหรือทึบแสง
- แร่แต่ละก้อนมีความวาวอย่างไรบ้าง
แนวคำตอบ แร่บางก้อนมีความวาวเหมือนโลหะ แร่บางก้อนมีความวาวไม่เหมือนโลหะ
- นักเรียนคิดว่าตัวอย่างแร่ที่มีความแข็งในช่วงเดียวกันจะมีความแข็งเท่ากันหรือไม่ และจะทดสอบได้อย่างไร
แนวคำตอบ อาจเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ สามารถทดสอบโดยนำตัวอย่างแร่มา ขูดกันเอง
- ถ้าเรียงลำดับตัวอย่างแร่ตามค่าความถ่วงจำเพาะจากน้อยไปหามากความถ่วงจำเพาะของแร่และปริมาตรของก้อนแร่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ ไม่สัมพันธ์กัน แร่ก้อนใหญ่อาจเบากว่าแร่ก้อนเล็กได้

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม
8. ให้นักเรียนศึกษาสมบัติทางกายภาพของแร่ ดังต่อไปนี้ สี สีผง ความโปร่งแสง ความวาว ความแข็ง ความถ่วงจำเพาะ และระบบผลึก
9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของแร่ ดังแสดงในหนังสือเรียน หน้า 9 – 18 โดยมีแนวทางการสรุปดังนี้
 - (1) สี แร่บางชนิดมีสีเพียงสีเดียว แร่บางชนิดอาจมีหลายสี
 - (2) ความโปร่งแสง แร่แต่ละชนิดมีลักษณะการยอมให้แสงส่องผ่านแตกต่างกัน โดยมี 3 ลักษณะ ได้แก่ โปร่งใส โปร่งแสง ทึบแสง
 - (3) ความวาวของแร่ เป็นสมบัติการสะท้อนและหักเหแสงเมื่อตกกระทบของผิวแร่ เทียบ กับความวาวของวัตถุเป็นความวาวแบบโลหะ ความวาวแบบบอโลหะ และไม่วาว
 - (4) สีผง ได้จากการนำแร่มาบดหรือขีดบนผิวกระเบื้อง ซึ่งสีผงของแร่ อาจจะเหมือนหรือต่างจากสีของแร่
 - (5) ความแข็ง เป็นการตรวจสอบความทนทานของแร่ต่อการถูกขีดขีด
 - (6) ความถ่วงจำเพาะ เป็นสมบัติที่ช่วยในการจำแนกชนิดแร่ที่มีลักษณะภายนอกที่คล้ายกัน
 - (7) ระบบผลึก โครงสร้างผลึกเกิดขึ้นจากพันธะเคมีระหว่างอะตอมของธาตุแต่ละชนิดภายในแร่ แร่แต่ละชนิดจึงมีระบบผลึกเฉพาะตัวเพียงระบบเดียว
 - (8) แร่แต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัว ดังนั้นสมบัติทางกายภาพที่ได้ศึกษามา จึงเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการระบุชนิดของแร่ และการนำแร่เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์
10. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.3 ตามหนังสือเรียนหน้า 19 เพื่อระบุชนิดแร่ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรม 5.3 การระบุชนิดแร่ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่

จุดประสงค์กิจกรรม

1. ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพบางประการของแร่ และระบุชนิดแร่ตัวอย่าง
2. วิเคราะห์และอธิบายสมบัติของแร่ และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ อย่างเหมาะสม

เวลา 2 ชั่วโมง

ตอนที่ 1 การระบุชนิดแร่

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ชุดตัวอย่างแร่ (ที่ไม่ได้ระบุชื่อแร่) จำนวน 1 ชุด
2. แว่นขยาย (hand lens) จำนวน 1 อัน
3. ถ้วยยูริกา จำนวน 1 ใบ
4. แผ่นกระเบื้องสีขาวผิวด้าน ขนาดประมาณ กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
5. กระบอกตวง ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
6. ปีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
7. เครื่องชั่ง จำนวน 1 เครื่อง
8. วัสดุที่ทราบค่าความแข็งตามมาตราโมส์ เช่น เล็บมือ กระจก ตะปู
9. ไฟฉาย จำนวน 1 กระบอก

การเตรียมตัวล่วงหน้า

จัดเตรียมชุดตัวอย่างแร่ โดยซื้อชุดตัวอย่างแร่ที่มีขายทั่วไป หรือทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ชุดตัวอย่างแร่จากกรมทรัพยากรธรณี

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ควรเตรียมตัวอย่างแร่หลายชนิด และแร่ชนิดเดียวกันที่มีลักษณะภายนอกไม่เหมือนกัน

วิธีการทำกิจกรรม

นำตัวอย่างแร่ (ที่ไม่ได้ระบุชื่อแร่) อย่างน้อย 5 ชนิด มาทดสอบสมบัติทางกายภาพโดยปฏิบัติดังนี้

1. สังเกตสีของก้อนแร่ด้วยตาเปล่า และบันทึกผล
2. ตรวจสอบสีของผงแร่ โดยนำแร่ตัวอย่างชูดกับแผ่นกระเบื้อง และสังเกตสีของผงแร่ที่ติดบนกระเบื้อง และบันทึกผล

- 3. ตรวจสอบความโปร่งแสงของแร่ โดยใช้ไฟฉายส่องผ่านแร่ และสังเกตลักษณะของแสงที่ผ่านแร่ และบันทึกผล
- 4. ตรวจสอบความวาว โดยใช้ไฟฉายส่องไปที่แร่และสังเกตความวาวเทียบกับความวาวของโลหะขัดมัน และบันทึกผล
- 5. ทดสอบความแข็งของแร่ โดยนำวัตถุที่ทราบค่าความแข็งชุดกับตัวอย่างแร่ ถ้าตัวอย่างแร่เป็นรอยขีดลึกแสดงว่าตัวอย่างแร่มีความแข็งน้อยกว่าวัตถุที่นำมาขีด
- 6. คำนวณหาความถ่วงจำเพาะของแร่ โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - (1) หามวลของแร่ โดยนำแร่ไปชั่งบนเครื่องชั่ง
 - (2) หาปริมาตรของแร่ โดยการนำแร่ไปแทนที่น้ำในถ้วยยูริกาให้น้ำล้นลงในบีกเกอร์ และวัดปริมาตรของน้ำจากบีกเกอร์โดยใช้กระบอกตวง
 - (3) คำนวณหาความหนาแน่นของแร่โดยใช้สมการ $\text{ความหนาแน่น} = \text{มวล} / \text{ปริมาตร}$
 - (4) คำนวณหาความถ่วงจำเพาะของแร่โดยใช้สมการ $\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \text{ความหนาแน่นของแร่} / \text{ความหนาแน่นของน้ำ}$ โดยกำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างแร่	สี	สีผง	ความโปร่งแสง			ความวาว		ความแข็ง	ความถ่วงจำเพาะ	ชื่อแร่
			โปร่งใส	โปร่งแสง	ทึบแสง	เหมือนโลหะ	ไม่เหมือนโลหะ			
1	ใส ไม่มีสี	ขาว		✓			✓	2.5 – 5.5	2.71	แคลไซต์

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรม การระบุชนิดแร่ต้องพิจารณาสมบัติทางกายภาพของแร่ เนื่องจากแร่แต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัว

คำถามท้ายกิจกรรม

- นักเรียนใช้สมบัติทางกายภาพใดบ้างในการระบุชนิดของแร่
แนวคำตอบ สี สีผง ความโปร่งแสง ความวาว ความแข็ง และความถ่วงจำเพาะ
- แร่ตัวอย่างที่นำมาทดสอบสามารถระบุได้เป็นแร่ชนิดใดบ้าง
แนวคำตอบ คำตอบขึ้นอยู่กับตัวอย่างแร่ที่ครูนำมา

ตอนที่ 2 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่

วิธีการทำกิจกรรม

- กำหนดสถานการณ์ดังต่อไปนี้

ผู้ประกอบการคนที่หนึ่ง ต้องการผลิตเลนส์เพื่อนำมาประกอบเป็นแว่นตา ในการผลิตเลนส์นั้นต้องการใช้แร่ที่มีสมบัติดังนี้ ใสไม่มีสี มีความทนทานต่อการขีดขูด อีกทั้งต้นทุนไม่สูงมาก เนื่องจากต้องการผลิตเป็นจำนวนมาก

ผู้ประกอบการคนที่สอง ต้องการโลหะที่ใช้ในการผลิตลวดตัวนำสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในกระบวนการผลิตต้องการใช้แร่ที่มีสมบัติดังนี้ มีความวาวแบบโลหะ สามารถนำไฟฟ้าได้ดี ดัดโค้งหรือดัดให้ยึดเป็นเส้นได้ อีกทั้งต้นทุนไม่สูงมาก เนื่องจากต้องการผลิตเป็นจำนวนมาก

- ให้นักเรียนเลือกแร่ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ข้างต้น โดยพิจารณาสมบัติของแร่จากตารางที่กำหนดให้ ร่วมกับการสืบค้นข้อมูล

ชื่อแร่	สี	สีผง	ความวาว	ความแข็ง	สมบัติอื่น ๆ
ควอตซ์ SiO_2	ใสไม่มีสี หรือมีหลายสี	ไม่มีสีผง	วาวแบบแก้ว วาวแบบไข หรือไม่วาว	7	ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด HCl
แคลไซต์ CaCO_3	ใสไม่มีสี หรือมีหลายสี	ขาว	วาวแบบแก้ว หรือวาวแบบมุก	3	ทำปฏิกิริยากับกรด HCl
คอร์ันดัม Al_2O_3	ใสไม่มีสี หรือมีหลายสี	ไม่มีสีผง	วาวแบบแก้ว	9	ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด HCl

ชื่อแร่	สี	สีผง	ความวาว	ความแข็ง	สมบัติอื่น ๆ
ทองคำ Au	ทอง	ทอง	วาวแบบโลหะ	2.5	นำไฟฟ้าได้ดีมาก
แพลทินัม Pt	ขาวเงิน	เทาเงิน	วาวแบบโลหะ	3.5	นำไฟฟ้าได้ดี
ทองแดง Cu	ทองแดง	ทองแดง	วาวแบบโลหะ	2.5 - 3	นำไฟฟ้าได้ดีมาก

3. นำเสนอผลการพิจารณา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรม พบว่าแร่แต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัว จึงนำมาใช้ในการระบุชนิดแร่ นอกจากนี้การพิจารณาสมบัติทางกายภาพของแร่ยังเป็นปัจจัยสำคัญในการนำแร่มาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

คำถามท้ายกิจกรรม

- ผู้ประกอบการคนที่ 1 ควรเลือกใช้แร่ชนิดใด เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ ควอตซ์ เนื่องจาก ใสไม่มีสี มีความแข็งสูง หาได้ง่ายและมีราคาที่ไม่แพงมาก
- ผู้ประกอบการคนที่ 2 ควรเลือกใช้แร่ชนิดใด เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ ทองแดง เนื่องจาก มีความวาวแบบโลหะ นำไฟฟ้าได้ สามารถดึงให้ยืดเป็นเส้นได้ หาได้ง่ายและมีราคาที่ไม่แพงมาก

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม
- ครูตรวจสอบความเข้าใจโดยใช้คำถามในหนังสือเรียนหน้า 17 ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้
 - ถ้านำแร่ที่มีสีฟ้า และมีความแข็ง 8 ตามมาตราโมส์ ขูดกับแผ่นกระเบื้องผิวด้านที่มีความแข็ง 6 แร่นั้นจะมีสีผงเป็นสีอะไร
แนวคำตอบ จะไม่ทราบสีผงของแร่ เนื่องจากแร่มีความแข็งมากกว่ากระเบื้อง
- ให้นักเรียนสืบค้นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ โดยศึกษาจากหนังสือเรียนหน้า 22 – 25 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - การนำทรัพยากรแร่มาใช้ประโยชน์ จะพิจารณาจากสิ่งใด
แนวคำตอบ การนำทรัพยากรแร่มาใช้ประโยชน์จะพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของแร่

- ทรัพยากรแร่ ถ้าแบ่งตามการใช้ประโยชน์ จะแบ่งออกได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง
แนวคำตอบ ทรัพยากรแร่แบ่งตามการใช้ประโยชน์ออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ทรัพยากรแร่โลหะ และทรัพยากรแร่โลหะ
- ทรัพยากรแร่โลหะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง
แนวคำตอบ อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ การผลิตยานพาหนะ การผลิตเหรียญกษาปณ์ การผลิตเครื่องมือแพทย์ อุตสาหกรรมเครื่องประดับ
- ทรัพยากรแร่โลหะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง
แนวคำตอบ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมเซรามิก การผลิตแก้วและกระจก อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ

แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	แนวทางการวัดและประเมินผล
K: 1. สมบัติทางกายภาพบางประการของแร่ 2. การระบุชนิดแร่ตัวอย่าง 3. การเลือกใช้ประโยชน์ตามสมบัติของแร่	1. ผลการปฏิบัติกิจกรรม 5.2 และ 5.3 รวมทั้งการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การอภิปรายและสรุปผล 3. แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ
P: 1. การสังเกต 2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 4. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. การสังเกต จากผลการสังเกตแร่ตัวอย่าง 2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จากการตรวจสอบและระบุชนิดแร่ 3. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล การนำเสนอผลงาน และการตอบคำถาม 4. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ จากการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม
A: 1. ความใจกว้าง 2. การยอมรับความเห็นต่าง 3. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์	1. ความใจกว้าง และการยอมรับความเห็นต่าง จากการร่วมอภิปราย และการตอบคำถามโดยมีหลักฐานหรือเหตุผลสนับสนุน 2. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ จากการสืบค้นข้อมูล การตั้งคำถามและการอภิปรายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรแร่ที่เหมาะสมและยั่งยืน

หมายเหตุ K คือ ด้านความรู้ P คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 A คือ จิตวิทยาศาสตร์ /เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

พันธะเคมีภายในแร่

แร่ทุกชนิดมีโครงสร้างของผลึกอยู่ภายใน โครงสร้างผลึกเกิดขึ้นจากพันธะเคมีระหว่างอะตอมของธาตุแต่ละชนิดภายในแร่นั้น ซึ่งองค์ประกอบของธาตุในผลึกแร่ ความแข็งแรงของพันธะเคมี การเรียงตัวของอะตอมของธาตุ ทำให้แร่แต่ละชนิดมีสมบัติที่แตกต่างกัน

พันธะไอออนิก (ionic bond) โดยทั่วไปธาตุโลหะมีโอกาสที่จะสูญเสียอิเล็กตรอนให้กับอะตอมของธาตุอื่นได้ง่าย เมื่ออะตอมของธาตุอื่นได้รับอิเล็กตรอนจากอะตอมที่เป็นธาตุโลหะ อะตอมของธาตุโลหะจะมีประจุบวก และอะตอมของธาตุอื่นจะมีประจุลบ ทำให้อะตอมของธาตุทั้งสองดึงดูดกัน แร่ที่มีพันธะเคมีแบบนี้ เช่น เฮไลต์ (NaCl) กาลีนา (PbS) ฟลูออไรต์ (CaF₂)

พันธะโควาเลนต์ (covalent bond) พันธะเคมีแบบนี้จะเกิดขึ้นระหว่างอะตอมของธาตุอโลหะ 2 ชนิด ซึ่งใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน เพื่อให้โครงสร้างของโมเลกุลมีความเสถียรมากขึ้น แร่ที่มีพันธะเคมีแบบนี้ เช่น เพชร (C) ควอตซ์ (SiO₂)

ระบบผลึก (crystal systems)

แร่ที่พบในโลกแต่ละชนิดมีรูปร่างที่แตกต่างกัน ผลึกของแร่จะแตกต่างกันตามการจัดเรียงโครงสร้างอะตอมภายในแร่ ระบบผลึกแบ่งออกเป็น 6 แบบ ตามลักษณะแกนสมมติของผลึก และมุมของแกนสมมติภายในผลึก โดยมีลักษณะดังนี้

(1) **ระบบสามแกนเท่า (isometric system)** มีแกนทั้งสามทิศทางยาวเท่ากัน แต่ละแกนตั้งฉากซึ่งกันและกัน แร่ที่มีระบบผลึกแบบนี้ เช่น ไพไรต์ (FeS₂) เฮไลต์ (NaCl)

(2) **ระบบสองแกนเท่า (tetragonal system)** มีแกนในแนวราบยาวเท่ากัน 2 แกน ส่วนแกนในแนวตั้งจะยาวหรือสั้นกว่าสองแกนแรก แต่ละแกนตั้งฉากซึ่งกันและกัน แร่ที่มีระบบผลึกแบบนี้ เช่น เซอร์คอน (ZrSiO₄) ไพโรรูไซต์ (MnO₂)

(3) **ระบบสามแกนราบ (hexagonal system)** มีแกนในแนวราบยาวเท่ากัน แต่ละแกนตัดกันเป็นมุม 60 องศา ส่วนแกนในแนวตั้งจะยาวไม่เท่ากันและตั้งฉากกับแกนในแนวราบ แร่ที่มีระบบผลึกแบบนี้ เช่น ควอตซ์ (SiO₂) แบริล (Be₃Al₂(SiO₃)₆)

(4) **ระบบสามแกนต่าง (orthorhombic system)** มีแกนทั้งสามทิศทางยาวไม่เท่ากัน แต่ละแกนตั้งฉากซึ่งกันและกัน แร่ที่มีระบบผลึกแบบนี้ เช่น โทแพซ (Al₂SiO₄(F,OH)₂) อาราโกไนต์ (CaCO₃)

(5) **ระบบหนึ่งแกนเอียง (monoclinic system)** มีแกนทั้งสามทิศทางยาวไม่เท่ากัน แกนในแนวราบตั้งฉากกัน แกนในแนวตั้งไม่ตั้งฉากกับแกนในแนวราบ แร่ที่มีระบบผลึกแบบนี้ เช่น ยิปซัม (CaSO₄·2H₂O)

(6) ระบบสามแกนเอียง (triclinic system) มีแกนทั้งสามทิศทางยาวไม่เท่ากัน มุมระหว่างแกนแต่ละแกนไม่ตั้งฉากกัน แร่ที่มีระบบผลึกแบบนี้ เช่น ลาบราดอไรต์ $((\text{Ca},\text{Na})(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_8)$

ภาวะพหุสัณฐาน (Polymorphism)

สสารที่มีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกันแต่มีโครงสร้างที่แตกต่างกันจะเกิดเป็นแร่ต่างชนิดกัน เป็นผลมาจากอุณหภูมิ และความดันในขณะที่แร่ตกผลึก เช่น คาร์บอน แคลเซียมคาร์บอเนต ดังข้อมูลในตาราง

ชื่อแร่	องค์ประกอบทางเคมี	ระบบผลึก
เพชร	C	สามแกนเท่า
แกรไฟต์	C	สามแกนราบ
แคลไซต์	CaCO_3	สามแกนราบ
อาราโกไนต์	CaCO_3	สามแกนต่าง

กลุ่มแร่ที่พบได้ทั่วไป

เปลือกโลกประกอบด้วยธาตุออกซิเจน และซิลิกอน รวมกันประมาณ 75% ทำให้กลุ่มแร่ที่พบมากที่สุดบนโลก คือ กลุ่มแร่ซิลิเกต ซึ่งแร่ในกลุ่มนี้มีมากมายหลายชนิด นอกจากกลุ่มแร่ซิลิเกตแล้วยังมีแร่กลุ่มอื่นที่พบได้ทั่วไปอีก เช่น กลุ่มแร่คาร์บอเนต กลุ่มแร่เฮไลต์ กลุ่มแร่ซัลเฟต กลุ่มแร่ฟอสเฟต กลุ่มแร่ออกไซด์และไฮดรอกไซด์ กลุ่มแร่ซิลิไฟต์ กลุ่มแร่ที่เป็นธาตุธรรมชาติ ซึ่งการจัดแร่ออกเป็นกลุ่มจะพิจารณาจากองค์ประกอบทางเคมีของแร่แต่ละชนิด

5.2 ทรัพยากรหิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ จำแนกประเภท และระบุชนิดหินตัวอย่าง
2. วิเคราะห์และอธิบายสมบัติของหิน และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรหินอย่างเหมาะสม

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ธรณีวิทยา เล่ม 2
2. กรมทรัพยากรธรณี <http://www.dmr.go.th>
3. สสวท. learning space <http://www.scimath.org>

แนวการจัดการเรียนรู้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหิน โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ถ้ากล่าวถึงหิน นักเรียนจะนึกถึงอะไร

แนวคำตอบ ตามคำตอบของนักเรียน เช่น ของแข็ง หินอัคนี หินตะกอน หินแปร สิ่งก่อสร้าง เกิดตามธรรมชาติ มีซากดึกดำบรรพ์ ภูเขาไฟ ครก ป้ายโรงเรียน รูปแกะสลัก โต๊ะนั่ง แร่ทองคำประกอบ เป็นส่วนประกอบของเปลือกโลก

- จากภาพในหนังสือเรียนหน้า 26 หินทั้งสองบริเวณมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ หินทรายมีลักษณะเนื้อหินที่ประกอบด้วยเม็ดทราย มองเห็นหินวางตัวซ้อนกันเป็นชั้น ส่วนหินแกรนิตเนื้อหินประกอบด้วยผลึกแร่ มองเห็นหินเป็นก้อนขนาดใหญ่

- หินทรายและหินแกรนิตมีลักษณะเนื้อหินที่แตกต่างกัน เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ หินทั้งสองมีกระบวนการเกิดแตกต่างกัน

2. แบ่งกลุ่มนักเรียน แล้วให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.4 ตามหนังสือเรียนหน้า 27 เพื่อศึกษากระบวนการเกิดหินอัคนี และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรม 5.4 แบบจำลองกระบวนการเกิดหินอัคนี

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สังเกตและเปรียบเทียบขนาดของผลึกสารส้มที่อุณหภูมิต่าง ๆ
2. อธิบายและเปรียบเทียบการเกิดผลึกสารส้มกับกระบวนการเกิดหินอัคนี

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. สารส้ม 100 กรัม | 6. ปีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร |
| 2. น้ำ 300 มิลลิลิตร | จำนวน 2 ใบ |
| 3. น้ำร้อน 1 ลิตร | 7. ปีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร จำนวน 2 ใบ |
| 4. น้ำแข็งบด 500 กรัม | 8. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ จำนวน 1 ชุด |
| 5. ปีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร | 9. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 2 เรือน |
| จำนวน 1 ใบ | 10. แวนชยาย จำนวน 1 อัน |

การเตรียมตัวล่วงหน้า

ครูอาจเตรียมผลการทดลองไว้ล่วงหน้า สำหรับใช้อภิปรายร่วมกับนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

อาจให้นักเรียนทำการทดลองนอกเวลาเรียน เนื่องจากใช้เวลาในการตกผลึกค่อนข้างนาน

วิธีการทำกิจกรรม

1. เทน้ำ 300 มิลลิลิตรใส่ปิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ต้มน้ำให้เดือด จากนั้นใส่สารส้ม คนให้ละลายจนหมด
2. แบ่งสารละลายสารส้มปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในปิกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร 2 ใบ
3. นำปิกเกอร์ใบที่ 1 วางในปิกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ที่ใส่น้ำร้อนไว้ วางทิ้งไว้ให้สารส้มตกผลึก จับเวลาตั้งแต่เริ่มวางปิกเกอร์จนกระทั่งเกิดผลึก บันทึกผล
4. นำปิกเกอร์ใบที่ 2 วางในปิกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ที่ใส่น้ำแข็งไว้ วางทิ้งไว้ให้สารส้มตกผลึก จับเวลาตั้งแต่เริ่มวางปิกเกอร์จนกระทั่งเกิดผลึก บันทึกผล
5. สังเกตขนาดของผลึกสารส้มในปิกเกอร์ทั้งสองใบโดยใช้แว่นขยาย และบันทึกผล
6. อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะของผลึกสารส้มที่อุณหภูมิต่าง ๆ
7. เชื่อมโยงและอภิปรายความสัมพันธ์ของการเกิดผลึกสารส้มและการเกิดหินอัคนี

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม

ชุดการทดลอง	ผลการสังเกต
ปิกเกอร์ที่ 1	สารละลายสารส้มตกผลึกอย่างช้า ๆ ผลึกสารส้มมีขนาดใหญ่
ปิกเกอร์ที่ 2	สารละลายสารส้มตกผลึกอย่างรวดเร็ว ผลึกสารส้มมีขนาดเล็ก

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรมพบว่า สารละลายสารส้มในปิกเกอร์ใบที่ 1 ซึ่งแช่อยู่ในน้ำร้อนนั้น สารละลายสารส้มเย็นตัวและตกผลึกอย่างช้า ๆ ผลึกสารส้มมีขนาดใหญ่ ขณะที่สารละลายสารส้มในปิกเกอร์ใบที่ 2 ซึ่งแช่อยู่ในน้ำแข็งเย็นตัวและตกผลึกอย่างรวดเร็ว ผลึกสารส้มมีขนาดเล็ก ซึ่งการตกผลึกและขนาดของผลึกสารส้มในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันคล้ายคลึงกับกระบวนการเกิดหินอัคนีในธรรมชาติ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สารละลายสารส้มในปิกเกอร์ใดที่ตกผลึกก่อน

แนวคำตอบ ปิกเกอร์ใบที่ 2

2. ขนาดของผลึกสารส้มที่ได้จากบิกเกอร์ทั้งสองชุดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ บิกเกอร์ใบที่ 1 ผลึกสารส้มมีขนาดใหญ่ ในขณะที่บิกเกอร์ใบที่ 2 ผลึกสารส้มมีขนาดเล็ก
3. อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อขนาดของผลึกสารส้มอย่างไร
แนวคำตอบ น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับสารละลายสารส้มทำให้เย็นตัวและตกผลึกอย่างช้า ๆ ผลึกสารส้มจึงมีขนาดใหญ่ ในขณะที่น้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำแตกต่างกับสารละลายสารส้มมากทำให้เย็นตัวและตกผลึกอย่างรวดเร็ว ผลึกสารส้มจึงมีขนาดเล็ก
4. การเกิดผลึกของสารส้มเปรียบเทียบกับกระบวนการเกิดหินอัคนีอย่างไร
แนวคำตอบ การเกิดผลึกของสารส้มเปรียบเทียบกับกระบวนการเกิดหินอัคนีในธรรมชาติ ซึ่งเกิดการเย็นตัวของแมกมาภายใต้ผิวโลก หรือลาวาบนผิวโลก

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม
4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษาระบบการเกิดหินอัคนี โดยมีแนวทางการสรุปดังนี้

แนวทางการสรุป

สารละลายสารส้ม ซึ่งแช่อยู่ในน้ำร้อน สารละลายสารส้มเย็นตัวและตกผลึกอย่างช้า ๆ ผลึกสารส้มมีขนาดใหญ่ เปรียบเทียบได้กับการเกิดหินอัคนีแทรกซอนในธรรมชาติ ซึ่งเกิดการเย็นตัวอย่างช้า ๆ ของแมกมาภายใต้ผิวโลก

สารส้มในบิกเกอร์ใบที่ 2 ซึ่งแช่อยู่ในน้ำแข็งเย็นตัวและตกผลึกอย่างรวดเร็ว ผลึกสารส้มมีขนาดเล็ก เปรียบเทียบได้กับการเกิดหินอัคนีพุในธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของลาวาบนผิวโลก

5. หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาระบบการเกิดหินอัคนีแล้ว ให้นักเรียนใช้ความรู้ดังกล่าวศึกษาการจำแนกหินอัคนี โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.5 ตามหนังสือเรียนหน้า 29



กิจกรรม 5.5 การจำแนกหินอัคนี

จุดประสงค์กิจกรรม

ตรวจสอบ และจำแนกประเภทของหินอัคนีโดยใช้ลักษณะของเนื้อหินเป็นเกณฑ์

เวลา 30 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

- 1 ชุดหินตัวอย่าง จำนวน 1 ชุด
- 2 แวนชยาย จำนวน 1 อัน

การเตรียมตัวล่วงหน้า

จัดเตรียมชุดตัวอย่างหินอัคนี โดยซื้อชุดตัวอย่างหินที่มีขายทั่วไป หรือทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ชุดตัวอย่างหินจากกรมทรัพยากรธรณี

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ควรเตรียมตัวอย่างหินอัคนีทั้งสองประเภท ที่มีลักษณะเนื้อหินชัดเจน เพื่อง่ายต่อการจำแนก

วิธีการทำกิจกรรม

1. สังเกตลักษณะเนื้อหินของหินตัวอย่างโดยใช้แวนชยาย แล้วบันทึกผล
2. จัดกลุ่มหินตัวอย่างที่ศึกษาตามลักษณะเนื้อหิน
3. จำแนกประเภทของหินอัคนีโดยใช้เนื้อหินเป็นเกณฑ์เพื่อระบุว่าหินใดเป็นหินอัคนีแทรกซอน และหินอัคนีพุ

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม

ประเภทของหินอัคนี	ลักษณะเนื้อหิน
หินอัคนีแทรกซอน	ประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า มีสีแตกต่างกัน 

ประเภทของ หินอัคนี	ลักษณะเนื้อหิน
หินอัคนีพุ	ประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดเล็กมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีสีแตกต่างกัน 

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรมพบว่า สามารถจำแนกประเภทหินอัคนีโดยใช้ลักษณะของเนื้อหินเป็นเกณฑ์ ซึ่งหินอัคนีแทรกซอนจะมีลักษณะเนื้อหินที่ประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดใหญ่เนื่องจาก การเย็นตัวของแมกมาอย่างช้า ๆ ภายใต้มวลโลก ขณะที่หินอัคนีพุมีลักษณะเนื้อหินที่ละเอียดกว่าหินอัคนีแทรกซอนเนื่องจากประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดเล็กที่เกิดจากการเย็นตัวของลาวา อย่างรวดเร็วบนผิวโลก และนักเรียนอาจสังเกตเห็นว่าหินประเภทเดียวกันอาจมีสีเหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากมีแร่ประกอบหินต่างกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. หินอัคนีแทรกซอน และหินอัคนีพุมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ หินอัคนีแทรกซอนจะมีลักษณะเนื้อหินที่ประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดใหญ่ ส่วนหินอัคนีพุมีลักษณะเนื้อหินที่ละเอียดกว่าหินอัคนีแทรกซอนเนื่องจากประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดเล็ก
2. อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ลักษณะเนื้อหินอัคนีแทรกซอนกับหินอัคนีพุแตกต่างกัน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

แนวคำตอบ หินอัคนีแทรกซอนเกิดจากการเย็นตัวของแมกมาอย่างช้า ๆ ภายใต้มวลโลก ทำให้เนื้อหินมีผลึกขนาดใหญ่ ส่วนหินอัคนีพุเกิดจากการเย็นตัวของลาวาอย่างรวดเร็วบนผิวโลก ทำให้เนื้อหินมีผลึกขนาดเล็ก

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษาการจำแนกหินอัคนีโดยมีแนวทางการสรุปดังนี้

แนวทางการสรุป

- หินอัคนีสามารถจำแนกประเภทได้โดยพิจารณาจากลักษณะการเกิด แร่ประกอบหิน
8. ครูนำอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหินอัคนีกับหินตะกอน โดยใช้คำถาม "หินอัคนีที่อยู่ใกล้บริเวณผิวโลกจะคงสภาพเช่นเดิมหรือไม่ ถ้าไม่คงสภาพเดิมจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร" ซึ่งนักเรียนควรตอบว่า ไม่คงสภาพเดิม หินอัคนีจะเกิดการผุพังกลายเป็นตะกอน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป
9. แบ่งกลุ่มนักเรียน แล้วให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.6 ตามหนังสือเรียนหน้า 32 เพื่อศึกษากระบวนการเกิดหินตะกอน และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรม 5.6 แบบจำลองกระบวนการเกิดหินตะกอน

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายกระบวนการเกิดหินตะกอน
2. อธิบายและอภิปรายลักษณะของหินตะกอน

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. ทรายหยาบ 200 กรัม | 5. ปีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร |
| 2. สารละลายปูนซีเมนต์ 300 มิลลิลิตร | จำนวน 1 ใบ |
| 3. กาวน้ำ 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด | 6. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ จำนวน 1 ชุด |
| 4. แก้วพลาสติกใส จำนวน 1 ใบ | |

การเตรียมตัวล่วงหน้า

ครูอาจเตรียมผลการทดลองไว้ล่วงหน้า สำหรับใช้อภิปรายร่วมกับนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

อาจให้นักเรียนทำการทดลองนอกเวลาเรียน เนื่องจากกาใช้เวลาในการแข็งตัวค่อนข้างนาน

วิธีการทำกิจกรรม

1. สืบค้นกระบวนการเกิดหินตะกอนในหนังสือเรียนหน้า 33 – 34

- 2. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายกระบวนการเกิดหินตะกอนชนิดที่ 1
 - 2.1 เททรายลงในแก้วพลาสติกใส สังเกตการกระจายของทราย
 - 2.2 เทกาวยาวลงไปบนทรายในข้อที่ 1 จนถึงระดับเดียวกับชั้นทราย
 - 2.3 รอกจนกาวยแข็งตัว แล้วแกะแบบจำลองที่ได้จากข้อ 2 ออกจากแก้ว สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและบันทึกผล
 - 2.4 ร่วมกันอภิปรายการเปลี่ยนแปลงของทรายก่อนเทกาวยาวและหลังเทกาวยาว
- 3. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดหินตะกอนชนิดที่ 2
 - 3.1 เทสารละลายปูนสีส้มตัว 300 มิลลิลิตรลงในปิกเกอร์
 - 3.2 ค่อย ๆ ต้มสารละลายปูนสีส้มตัวจนกระทั่งน้ำระเหยออกไปเกือบแห้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและบันทึกผล
 - 3.3 ร่วมกันอภิปรายการเปลี่ยนแปลงของสารละลายปูนสีก่อนต้มและหลังต้ม
- 4. ร่วมกันอภิปรายและนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับกระบวนการเกิดหินตะกอนในธรรมชาติ พร้อมระบุเหตุผลประกอบ

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม

ชุดการทดลอง	ผลการสังเกต
แก้วพลาสติกใส	ทรายกระจายตัวในแนวระดับ และยึดติดกันเป็นก้อน
ปิกเกอร์	พบปูนสีเป็นของแข็งอยู่ที่ก้นภาชนะ

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรมตอนที่ 1 พบว่าเมื่อเทกาวยาวไปในทราย และเมื่อกาวยาวแข็งตัว ทรายจะยึดติดกันเป็นก้อนเนื่องจากมีกาวยาวเป็นตัวเชื่อมประสาน และจากกิจกรรมตอนที่ 2 เมื่อต้มสารละลายปูนสีส้มตัวจนเกือบแห้ง พบปูนสีเป็นของแข็งอยู่ที่ก้นภาชนะ ซึ่งการเชื่อมประสานของเศษหินและการตกตะกอนของปูนสีคล้ายคลึงกับกระบวนการเกิดหินตะกอนในธรรมชาติ

คำถามท้ายกิจกรรม

- 1. จากแบบจำลองที่ 1 ลักษณะของทรายก่อนและหลังเทกาวยาว มีความแตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ ทรายก่อนเทกาวยาวอัดตัวกันแต่ไม่เชื่อมติดกัน ทรายหลังเทกาวยาวจะยึดติดกันเป็นก้อน
- 2. จากกิจกรรมนี้ กาวยาวทำหน้าที่อะไร
แนวคำตอบ กาวยาวทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมประสาน

3. จากแบบจำลองที่ 1 เปรียบเทียบได้กับกระบวนการเกิดหินตะกอนชนิดใดในธรรมชาติ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ หินตะกอนเนื้อประสม เนื่องจากหินตะกอนเนื้อประสมเกิดจากการสะสมตัวและอัดตัวกันแน่นของเม็ดตะกอนและมีสารเชื่อมประสาน

4. จากแบบจำลองที่ 2 ก่อนให้ความร้อนสารละลายจนสีอมตัวในข้อ 3.1 มีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ เป็นของเหลวใสไม่มีสี

5. มีสิ่งใดเหลืออยู่ในบีกเกอร์หลังจากน้ำระเหยออกไปจนหมด

แนวคำตอบ ผลึกจุณสี

6. จากแบบจำลองที่ 2 เปรียบเทียบได้กับกระบวนการเกิดหินตะกอนชนิดใดในธรรมชาติ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ หินตะกอนเนื้อประสาน เนื่องจากหินตะกอนเนื้อประสานเกิดจากการตกตะกอนจากปฏิกิริยาทางเคมีของสารละลาย

10. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม
11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษาระบวนการเกิดหินตะกอน โดยมีแนวทางการสรุป ดังนี้

แนวทางการสรุป

เมื่อเทกลงไปในทรายและรอนกาวแห้ง ทรายจะยึดติดกันเป็นก้อนเนื่องจากมีกาวเป็นตัวเชื่อมประสาน เปรียบเทียบได้กับการเกิดหินตะกอนเนื้อประสมในธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากตะกอนสะสมตัวในปริมาณมาก ทำให้เกิดการอัดตัวและมีการเชื่อมประสานของเม็ดตะกอน เกิดการก่อตัวใหม่เป็นหินตะกอน

เมื่อต้มสารละลายจนสีอมตัวจนเกือบแห้ง พบจุณสีเป็นของแข็งอยู่ที่ก้นภาชนะเปรียบเทียบกับกระบวนการเกิดหินตะกอนเนื้อประสานในธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการตกตะกอนจากปฏิกิริยาทางเคมีของสารละลาย

12. หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาระบวนการเกิดหินตะกอนแล้ว ให้นักเรียนใช้ความรู้ดังกล่าว ศึกษาการจำแนกหินตะกอน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.7 ตามหนังสือเรียนหน้า 35

กิจกรรม 5.7 การจำแนกหินตะกอน

จุดประสงค์กิจกรรม

ตรวจสอบ จำแนกประเภทหินตะกอนโดยใช้ลักษณะของเนื้อหินเป็นเกณฑ์

เวลา 30 นาที

วัสดุ-อุปกรณ์

- 1 ชุดหินตัวอย่าง จำนวน 1 ชุด
- 2 แวนชยาย จำนวน 1 อัน

การเตรียมตัวล่วงหน้า

จัดเตรียมชุดตัวอย่างหินตะกอน โดยซื้อชุดตัวอย่างหินที่มีขายทั่วไป หรือทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ชุดตัวอย่างหินจากกรมทรัพยากรธรณี

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ควรเตรียมตัวอย่างหินตะกอนทั้งสองประเภท ที่มีลักษณะเนื้อหินชัดเจน เพื่อง่ายต่อการจำแนก

วิธีการทำกิจกรรม

1. สังเกตลักษณะเนื้อหินตะกอนตัวอย่างโดยใช้แวนชยาย แล้วบันทึกผล
2. จำแนกประเภทของหินตะกอนโดยใช้เนื้อหินเป็นเกณฑ์ เพื่อระบุว่าหินใดเป็นหินตะกอนเนื้อประสม และหินตะกอนเนื้อประสาน
3. อภิปรายและนำเสนอพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม

ประเภทของหินอัคนี	ลักษณะเนื้อหิน
หินตะกอนเนื้อประสม	ประกอบด้วยเม็ดตะกอนอัดตัวกันแน่น 

ประเภทของหินอัคนี	ลักษณะเนื้อหิน
หินตะกอนเนื้อประสาน 	เนื้อหินที่ละเอียดมองไม่เห็นเม็ดตะกอน 

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรม นักเรียนสามารถจำแนกประเภทหินตะกอนโดยใช้ลักษณะของเนื้อหินเป็นเกณฑ์ ซึ่งหินตะกอนเนื้อประสมจะมีลักษณะเนื้อหินเห็นเป็นเม็ดตะกอนชัดเจนซึ่งเกิดจากการสะสมตัวและอัดตัวกันแน่นของเม็ดตะกอน โดยอาจมีวัตถุประสานหรือไม่ก็ได้ ขณะที่หินตะกอนเนื้อประสานมีลักษณะเนื้อหินที่ละเอียดไม่เห็นเม็ดตะกอน เนื่องจากประกอบด้วยผลึกแร่ที่เกิดจากการตกตะกอนจากปฏิกิริยาทางเคมีของสารละลาย หรือเศษซากของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ นักเรียนอาจสังเกตเห็นว่าหินตะกอนเนื้อประสมมีขนาดของเม็ดตะกอนแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการใช้ขนาดของเม็ดตะกอนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดและระบุชื่อของหินตะกอนเนื้อประสม ส่วนหินตะกอนเนื้อประสานสามารถจำแนกชนิดและระบุชื่อหินได้โดยพิจารณาจากแร่ที่เป็นองค์ประกอบ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. หินตะกอนเนื้อประสมกับหินตะกอนเนื้อประสานมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ หินตะกอนเนื้อประสมจะมีลักษณะเนื้อหินเห็นเป็นเม็ดตะกอนชัดเจนซึ่งเกิดจากการสะสมตัวและอัดตัวกันแน่นของเม็ดตะกอน หินตะกอนเนื้อประสานมีลักษณะเนื้อหินที่ละเอียดไม่เห็นเม็ดตะกอน เนื่องจากประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดเล็กที่เกิดจากการตกตะกอนจากปฏิกิริยาทางเคมีของสารละลาย

2. เพราะเหตุใดลักษณะของหินตะกอนทั้งสองประเภทแตกต่างกัน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

แนวคำตอบ หินตะกอนทั้งสองประเภทแตกต่างกันที่ประเภทของตะกอน ซึ่งตะกอนที่แตกต่างกันทำให้เนื้อหินมีลักษณะแตกต่างกัน

12. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม
13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษากิจการจำแนกหินตะกอน โดยมีแนวทางการสรุปดังนี้

แนวทางการสรุป

การจำแนกหินตะกอนเนื้อประสม ในบทเรียนนี้พิจารณาจากขนาดของตะกอนเป็นเกณฑ์ในการระบุชนิดของหิน

การจำแนกหินตะกอนเนื้อประสาน ในบทเรียนนี้พิจารณาจากร่องรอยประกอบหรือซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นองค์ประกอบหลัก

14. ครูนำอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหินอัคนีและหินตะกอนกับหินแปร โดยใช้คำถาม "หินอัคนีและหินตะกอนเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะแปรสภาพไปเป็นหินชนิดใหม่ได้หรือไม่" ซึ่งนักเรียนควรตอบว่า หินทุกชนิดสามารถแปรสภาพไปเป็นหินชนิดใหม่ได้ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป
15. แบ่งกลุ่มนักเรียน แล้วให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.8 ตามหนังสือเรียนหน้า 39 เพื่อศึกษากระบวนการเกิดหินแปร และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรม 5.8 แบบจำลองกระบวนการเกิดหินแปร

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายกระบวนการเกิดหินแปร
2. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงของหินเมื่อได้รับแรงกระทำ

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. แผ่นดินน้ำมันขนาด กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น
2. ดินน้ำมัน 3 สี สีละ 1 ก้อน ที่มีสีเข้มและแตกต่างจากข้อ 1
3. ไม้บรรทัด จำนวน 1 อัน

วิธีการทำกิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองกระบวนการเกิดตามขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ปั่นดินน้ำมันแต่ละสี ให้เป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร จำนวน 10 – 12 ก้อน
- 1.2 วางก้อนดินน้ำมันแต่ละสีจากข้อ 1.1 ประมาณ 5 - 6 ก้อน ลงบน แผ่นดินน้ำมันแผ่นที่ 1
- 1.3 นำแผ่นดินน้ำมันแผ่นที่ 2 วางทับด้านบน
- 1.4 วางก้อนดินน้ำมันแต่ละสีที่เหลือ ลงบนแผ่นดินน้ำมันแผ่นที่ 2
- 1.5 นำแผ่นดินน้ำมันแผ่นที่ 3 วางทับด้านบนสุด
- 1.6 วาดภาพแสดงลักษณะดินน้ำมันที่ได้
- 1.7 นำวัสดุที่มีน้ำหนักกดทับด้านบนสุด
- 1.8 นำวัสดุที่กดทับออก แล้วใช้ไม้บรรทัดตัดดินน้ำมันเป็นสองส่วน
2. สังเกตก้อนดินน้ำมันแต่ละสีบริเวณรอยตัดหลังมีน้ำหนักกดทับ และวาดภาพแสดง การเปลี่ยนแปลงของก้อนดินน้ำมันแต่ละสี
3. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
4. ศึกษากระบวนการเกิดหินแปรในหนังสือเรียนหน้า 40 พร้อมทั้งนำเสนอ แบบจำลองที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับกระบวนการเกิดหินแปรในธรรมชาติ

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม

วัตถุ	ผลการสังเกต
ก้อนดินน้ำมัน	ก้อนดินน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงจากลักษณะเป็นก้อนกลม โดยยืดยาว และเรียงตัวเป็นริ้วขนาน

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรมนักเรียนจะเห็นว่าก้อนดินน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงจากลักษณะเป็นก้อนกลม เมื่อถูกแรงกดทับจะยืดยาวและเรียงตัวเป็นริ้วขนาน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของก้อนดินน้ำมันเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงของแร่ในหินเมื่อถูกกระทำโดยความดัน ในธรรมชาติการเปลี่ยนแปลงของแร่ในหินจะถูกกระทำโดยความร้อนและความดัน ซึ่งความร้อนทำให้แร่เกิดการตกผลึกใหม่ และความดันทำให้แร่เกิดการเรียงตัวเป็นริ้วขนาน ซึ่งเป็นกระบวนการเกิดหินแปร

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ลักษณะของก้อนดินน้ำมันคละสีก่อน และหลังการกดทับ แตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ก้อนดินน้ำมันก่อนถูกกดทับมีลักษณะเป็นก้อนกลม เมื่อถูกแรงกดทับจะยืดออก

2. การเรียงตัวของก้อนดินน้ำมันคละสีหลังการกดทับมีลักษณะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ก้อนดินน้ำมันจะเรียงตัวในแนวนาน

3. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้หินเกิดการเปลี่ยนแปลง

แนวคำตอบ ความดัน และความร้อน

16. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถามดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม

17. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษาระบบการเกิดหินแปร โดยมีแนวทางการสรุปดังนี้

แนวทางการสรุป

ก้อนดินน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงจากลักษณะเป็นก้อนกลม เมื่อถูกแรงกดทับจะยืดออกและเรียงตัวในแนวนาน เปรียบเทียบได้กับการเกิดหินแปรในธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการกระทำของความดันร่วมกับความร้อน เกิดเป็นบริเวณกว้าง โดยทั่วไปการแปรสภาพแบบนี้จะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่เข้าหากันของแผ่นธรณี หินแปรส่วนใหญ่ที่เกิดจากกระบวนการนี้จัดเป็น หินแปรแบบมีริ้วขนาน (foliated metamorphic rock)

การแปรสภาพอีกแบบหนึ่ง เรียกว่า การแปรสภาพแบบสัมผัสเป็นการแปรสภาพจากการกระทำของความร้อนเป็นหลัก เกิดจากแมกมาแทรกดันขึ้นมาสัมผัสกับหินเดิม ทำให้แร่ในหินเฉพาะบริเวณที่สัมผัสกับแมกมาเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความร้อน หินแปรที่เกิดจากกระบวนการนี้จัดเป็น หินแปรแบบไม่มีริ้วขนาน (non-foliated metamorphic rock)

18. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของหินแปรเพิ่มเติม โดยศึกษาจากหนังสือเรียนหน้า 41 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- การจำแนกประเภทของหินแปรพิจารณาจากข้อมูลใดเป็นเกณฑ์

แนวคำตอบ หินแปรสามารถจำแนกออกเป็นชนิดต่าง ๆ โดยมีหลักเกณฑ์พิจารณาดังนี้ หินแปรแบบไม่มีริ้วขนานจำแนกตามแร่ประกอบหิน และหินแปรแบบมีริ้วขนานจำแนกตามลักษณะเนื้อหิน

19. ครูนำอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของหินแต่ละประเภทกับการนำไปใช้ประโยชน์ โดยใช้คำถาม "จากลักษณะของหินที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าหินแต่ละประเภทมีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร" ซึ่งนักเรียนควรตอบว่า พิจารณาจากลักษณะของเนื้อหิน และสมบัติของหิน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป
20. แบ่งกลุ่มนักเรียน แล้วให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.9 ตามหนังสือเรียนหน้า 43 เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากหิน และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรม 5.9 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรหิน

จุดประสงค์กิจกรรม

วิเคราะห์สมบัติของหิน และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรหินอย่างเหมาะสม

เวลา 1 ชั่วโมง

วิธีการทำกิจกรรม

1. วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนมีโครงการปรับปรุงบ้านโดยต้องการใช้หินปูพื้นห้องครัว ทำทางเดิน และทำผนังภายนอก โดยแต่ละพื้นที่ต้องการหินที่มีสมบัติดังนี้
 - พื้นห้องครัวต้องการหินที่มีผิวเรียบ ทนทานต่อการขีดขีด และไม่ถูกกร่อนโดยสารที่มีสมบัติเป็นกรด เช่น น้ำมะนาว หรือน้ำส้มสายชู
 - ทางเดินต้องการหินที่มีผิวไม่เรียบ ไม่ลื่นเมื่อเปียกน้ำ
 - ผนังภายนอกบ้านต้องการหินประดับที่เป็นแผ่นบาง ผิวเรียบมัน มีสีเข้มน้ำหนักเบา ทนต่อการสีกร่อนจากสภาพอากาศ
2. ศึกษาสมบัติของหินแต่ละชนิดจากตารางที่กำหนดให้
3. ระบุชนิดของหินที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

ชื่อหิน	สมบัติของหิน	
	สมบัติทางกายภาพ	การทำปฏิกิริยากับกรด
หินแกรนิต	มีสีอ่อน เนื้อหินมีผลึกแร่ขนาดใหญ่ ประกอบด้วย ควอตซ์และเฟลด์สปาร์เป็นส่วนใหญ่	ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด
หินบะซอลต์	มีสีเข้ม เนื้อหินมีผลึกแร่ขนาดเล็ก ประกอบด้วย ไพรอกซีนและเฟลด์สปาร์เป็นส่วนใหญ่	ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด
หินทราย	มีทั้งสีอ่อนและสีเข้ม เนื้อหินเป็นเม็ดหยาบ ประกอบด้วยเม็ดตะกอนทราย	ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด
หินปูน	มีทั้งสีอ่อนและสีเข้ม เนื้อหินละเอียด ประกอบด้วย แคลไซต์	ทำปฏิกิริยากับกรด
หินอ่อน	ส่วนใหญ่มีสีอ่อน เนื้อหินมีผลึกแร่ขนาดใหญ่ ประกอบด้วยแคลไซต์	ทำปฏิกิริยากับกรด
หินชนวน	ส่วนใหญ่มีสีเข้ม เนื้อหินแข็งกะเทาะเป็นแผ่นบาง ได้ง่าย ประกอบด้วยแร่ดิน มัสโคไวต์ และไบโอไทต์	ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรมพบว่าการเลือกหินมาใช้ประโยชน์นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว ควรพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพ และการทำปฏิกิริยาเคมีของหินประกอบด้วย ซึ่งหินแต่ละชนิดมีสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ควรเลือกใช้หินชนิดใดทำพื้นห้องครัว เพราะเหตุใด
- แนวคำตอบ เลือกใช้หินแกรนิตปูพื้นห้องครัว เนื่องจากหินประกอบด้วยควอตซ์และเฟลด์สปาร์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งทนทานต่อการขีดข่วน และไม่ทำปฏิกิริยากับกรด เมื่อขัดมันแล้วมีผิวเรียบ มีลวดลายสวยงาม
2. ควรเลือกใช้หินชนิดใดในการปูทางเดิน เพราะเหตุใด
- แนวคำตอบ เลือกใช้หินทรายทำทางเดิน เนื่องจากเนื้อหินเป็นเม็ดหยาบ
3. ควรเลือกใช้หินชนิดใดปูผนังภายนอกบ้าน เพราะเหตุใด
- แนวคำตอบ เลือกใช้หินชนวนทำผนังภายนอก เนื่องจากเนื้อหินแข็งกะเทาะเป็นแผ่นบางได้ง่าย มีสีเข้ม มีผิวเรียบมัน และไม่ทำปฏิกิริยากับกรด

21. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม
22. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรหิน โดยมีแนวทางการอภิปรายดังนี้

แนวทางการอภิปราย

หินแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน หินอัคนีเป็นหินที่เนื้อหินประกอบด้วยผลึกแร่หลายสีหลายขนาดยึดเกาะกันแน่น ทำให้มีความแข็งแรง และไม่ทำปฏิกิริยากับกรด หินอัคนีบางชนิดมีเนื้อเป็นแก้ว

หินตะกอนมีเนื้อหินเป็นเม็ดตะกอน หรือตะกอนของสารละลายที่แข็งตัวเป็นหิน เนื้อหินละเอียดถึงหยาบ ส่วนมากประกอบด้วยแร่ควอตซ์และแคลไซต์

หินแปรที่นิยมนำมาใช้เป็นหินแปรที่มีความแข็งแรง มีความสวยงาม หินแปรบางชนิดจะทำปฏิกิริยากับกรด

แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	แนวทางการวัดและประเมินผล
K: 1. กระบวนการเกิดของหินแต่ละประเภท และวัฏจักรหิน 2. การจำแนกประเภทและการระบุชนิดของหิน 3. หินที่พบในประเทศไทยและการใช้ประโยชน์	1. ผลการปฏิบัติกิจกรรม 5.4 ถึง 5.9 รวมทั้งการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การอภิปรายและสรุปผล 3. แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ
P: 1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 4. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 5. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. การสังเกต จากผลการสังเกตหินตัวอย่าง 2. การจำแนกประเภท จากผลการจำแนกประเภทและระบุชื่อของหิน 3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากการนำเสนอผลงาน 4. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อจากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอผลงาน 5. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำจากการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม
A: 1. ความใจกว้าง 2. การยอมรับความเห็นต่าง 3. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์	1. ความใจกว้าง และการยอมรับความเห็นต่าง จากการร่วมอภิปราย และการตอบคำถามโดยมีหลักฐานหรือเหตุผลสนับสนุน 2. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ จากการสืบค้นข้อมูล การตั้งคำถามและการอภิปราย เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรหินที่เหมาะสมและยั่งยืน

หมายเหตุ K คือ ด้านความรู้ P คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 A คือ จิตวิทยาศาสตร์ /เจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.3 ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมโดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา
2. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งถ่านหินโดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา
3. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน และนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ธรณีวิทยา เล่ม 2
2. กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ <http://www.dmf.go.th>
3. กรมทรัพยากรธรณี <http://www.dmr.go.th>
4. สสวท. learning space <http://www.scimath.org>

แนวการจัดการเรียนรู้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า "ปิโตรเลียมมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร"

แนวทางการอภิปราย มนุษย์ใช้ประโยชน์จากปิโตรเลียมในรูปของเชื้อเพลิงที่สำคัญในการผลิตกระแสไฟฟ้า ภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง ภาคเกษตรกรรม ภาคครัวเรือน และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่าง ๆ เช่น เม็ดพลาสติก เสื้อผ้า เครื่องสำอาง เครื่องใช้ในครัวเรือน วัสดุก่อสร้าง ปุ๋ยเคมี

2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลกระบวนการเกิดปิโตรเลียม โดยศึกษาจากหนังสือเรียนหน้าที่ 49 - 50 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ทรัพยากรปิโตรเลียมแบ่งเป็นกี่ประเภท

แนวคำตอบ 3 ประเภทได้แก่ น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติเหลว แก๊สธรรมชาติ

- ปิโตรเลียมเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ ปิโตรเลียมเกิดจากการสะสมตัวของซากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ฟอสซิล รวมกับตะกอนทรายแป้งและเคลย์บริเวณพื้นที่ท้องทะเล หรือทะเลสาบขนาดใหญ่ เมื่อตะกอนสะสมตัวเป็นเวลานานทำให้เกิดเป็นชั้นหนา น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นทำให้ชั้นตะกอนจมตัวลง เกิดการอัดตัวกันแน่นทำให้ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น สารอินทรีย์ในหินต้นกำเนิดจะเปลี่ยนเป็นเคโรเจน และกลายเป็นปิโตรเลียม

- ปิโตรเลียมเกิดขึ้นในหินประเภทใด

แนวคำตอบ หินตะกอน (หินดินดาน)

- ปิโตรเลียมเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะถูกกักเก็บไว้ได้อย่างไร
แนวคำตอบ ปิโตรเลียมจะเคลื่อนที่ออกจากหินต้นกำเนิดขึ้นสู่ผิวโลก ถ้าหากมีลักษณะทางธรณีที่เหมาะสมปิโตรเลียมจะสะสมตัวอยู่ภายในแหล่งกักเก็บ
- 3. หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องกระบวนการเกิดปิโตรเลียมแล้ว ให้นักเรียนใช้ความรู้ดังกล่าวศึกษาข้อมูลแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.10 ตามหนังสือเรียนหน้า 51



กิจกรรม 5.10 แบบจำลองแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะทางธรณีของแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม
2. เปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมในธรรมชาติ

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ปีกเกอร์ หรือ แก้วน้ำใส ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 2 ใบ
2. เนยเทียม 100 กรัม
3. ทราย 300 กรัม
4. ดินน้ำมัน 100 กรัม
5. น้ำผสมสี 300 มิลลิลิตร
6. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ จำนวน 2 ชุด

วิธีการทำกิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม
 - 1.1 ใส่เนยเทียมลงในปีกเกอร์ทั้งสองใบ ใบละ 1 ช้อนโต๊ะ ให้เนยเทียมติดอยู่ด้านข้างของปีกเกอร์ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย
 - 1.2 เททรายลงในปีกเกอร์ทั้งสองใบ ให้ทรายทับเนยเทียม ให้ทรายมีความหนาประมาณ 5 เซนติเมตร
 - 1.3 เทน้ำผสมสีลงในปีกเกอร์ทั้งสองใบจนท่วมชั้นทราย
 - 1.4 กดดินน้ำมันที่ทำให้เป็นแผ่นบางวางปิดทับบนชั้นทรายในปีกเกอร์ใบที่ 2 โดยให้ขอบของชั้นดินน้ำมันแนบติดกับผิวด้านในของปีกเกอร์

- 1.5 เติมน้ำลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ ให้แต่ละใบมีปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตร
- 1.6 นำบีกเกอร์ทั้งสองใบตั้งบนตะเกียงแอลกอฮอล์ ให้ความร้อนกับบีกเกอร์ทั้งสองใบจนเห็นการเปลี่ยนแปลงภายในบีกเกอร์ และบันทึกผล
2. อภิปรายผลการทดลองที่ได้จากบีกเกอร์ทั้งสองใบ
3. เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมในธรรมชาติ พร้อมทั้งนำเสนอผลการเปรียบเทียบ

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม

ชุดการทดลอง	ผลการสังเกต
บีกเกอร์ที่ 1	เนยเทียมเคลื่อนที่ขึ้นมาถึงผิวหน้า
บีกเกอร์ที่ 2	เนยเทียมอยู่ในชั้นทราย ใต้ชั้นดินน้ำมัน

ตัวอย่างการสรุปผล

จากกิจกรรมเนยเทียมในบีกเกอร์ใบที่ 1 เคลื่อนที่ขึ้นไปถึงผิวหน้าได้ แต่เนยเทียมในบีกเกอร์ใบที่ 2 ถูกกักเก็บไว้ในชั้นทราย ไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นมาถึงผิวหน้าได้ เนื่องจากมีชั้นดินน้ำมันมาปิดกั้นไว้ เช่นเดียวกับแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมในธรรมชาติจะเคลื่อนที่ขึ้นสู่ผิวโลก แต่เนื่องจากมีชั้นหินปิดกั้นไว้ทำให้ปิโตรเลียมสะสมตัวอยู่ในหินกักเก็บได้

คำถามท้ายกิจกรรม

1. หลังให้ความร้อนเนยเทียมในบีกเกอร์ใบที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เนยเทียมในบีกเกอร์ใบที่ 1 เคลื่อนที่ขึ้นไปถึงผิวหน้าได้ เนื่องจากเนยเทียมมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และสามารถแทรกไปตามชั้นทรายได้

2. หลังให้ความร้อนเนยเทียมในบีกเกอร์ใบที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เนยเทียมในบีกเกอร์ใบที่ 2 ไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นมาถึงผิวหน้าได้ เนื่องจากมีชั้นดินน้ำมันมาปิดกั้นไว้

3. การเปลี่ยนแปลงของเนยเทียมในบีกเกอร์ใบที่ 2 เหมือนหรือแตกต่างจากบีกเกอร์ใบที่ 1 อย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ต่าง เนื่องจากเนยเทียมในบีกเกอร์ใบที่ 2 ถูกกักเก็บไว้ในชั้นทราย โดยชั้นดินน้ำมันจะขวางกั้นไม่ให้เนยเทียมเคลื่อนที่ขึ้นสู่ผิวหน้า

4. เนยเทียมในปิกเกอร์ใดที่ถูกกักเก็บเอาไว้มากกว่ากัน และถูกกักเก็บไว้ได้อย่างไร

แนวคำตอบ ปิกเกอร์โบที่ 2 เนื่องจากมีชั้นดินน้ำมันมาปิดกันไว้

5. ปีโตรเลียมในธรรมชาติถูกกักเก็บไว้ได้อย่างไร

แนวคำตอบ มีชั้นหิน หรือโครงสร้างทางธรณีขวางกั้นปีโตรเลียมไว้

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแนวคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม

5. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการสำรวจและขุดเจาะปีโตรเลียม โดยศึกษาจากหนังสือเรียน หน้า 54 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- การสำรวจและขุดเจาะปีโตรเลียมมีวิธีการอย่างไร

แนวคำตอบ การสำรวจและขุดเจาะปีโตรเลียมต้องใช้ข้อมูลและวิธีการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจทางธรณีวิทยา การสำรวจธรณีฟิสิกส์เพื่อหาพื้นที่ศักยภาพปีโตรเลียม การเจาะหลุมสำรวจ การหยั่งธรณีหลุมเจาะ และการพัฒนาหลุมผลิตปีโตรเลียม

- การสำรวจค้นหาแหล่งปีโตรเลียมต้องใช้วิธีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ปีโตรเลียมเป็นทรัพยากรที่อยู่ใต้พื้นโลก จึงต้องมีการสำรวจและขุดเจาะเพื่อนำขึ้นมาใช้ประโยชน์ ทำได้โดยใช้วิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือน และแปลผลข้อมูล เช่นเดียวกับการศึกษาโครงสร้างโลก

- การเจาะหลุมสำรวจ ทำให้ทราบข้อมูลใด

แนวคำตอบ ทำให้ทราบว่าปีโตรเลียมในแหล่งกักเก็บหรือไม่ รวมทั้งประเมินศักยภาพของปีโตรเลียม

- เพราะเหตุใดจึงต้องมีการหยั่งธรณีหลุมเจาะหลังจากการเจาะสำรวจ

แนวคำตอบ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยาภายในหลุมเจาะตามระดับความลึกและประเมินศักยภาพในการพัฒนาหลุมผลิต รวมทั้งการประเมินผลผลิตและปริมาณสำรอง

6. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปีโตรเลียม โดยศึกษาจากหนังสือเรียน หน้า 57 – 58 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- เพราะเหตุใดจึงต้องนำน้ำมันดิบมากลั่นลำดับส่วนก่อนการนำไปใช้ประโยชน์

แนวคำตอบ น้ำมันดิบเมื่อผ่านการกลั่นลำดับส่วนแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์หลายชนิด ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้านมากกว่าการนำน้ำมันดิบไปใช้โดยตรง

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียม และการนำไปใช้ประโยชน์

แนวคำตอบ ตามคำตอบของนักเรียน เช่น แก๊สฮีเทน ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารเคมี และผลิตภัณฑ์พลาสติก

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปิโตรเลียม โดยมีแนวทางการสรุปดังนี้

แนวทางการสรุป

การนำปิโตรเลียมมาผ่านกลั่นลำดับส่วนทำให้ได้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมหลายชนิด ซึ่งถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปิโตรเลียมได้อย่างคุ้มค่า

8. ครูนำอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปิโตรเลียมและถ่านหินว่า "นอกจากทรัพยากรปิโตรเลียมแล้ว ทรัพยากรธรณีใดบ้างที่มีกระบวนการเกิดคล้ายคลึงกัน และเป็นทรัพยากรพลังงานที่สำคัญของประเทศเช่นเดียวกับปิโตรเลียม" ซึ่งควรได้คำตอบว่า ทรัพยากรถ่านหิน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

9. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลกระบวนการเกิด การสำรวจและขุดเจาะถ่านหิน และการใช้ประโยชน์จากถ่านหิน โดยศึกษาจากหนังสือเรียนหน้าที่ 61 – 63 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ถ่านหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ ถ่านหิน เกิดจากการสะสมตัวของเศษซากพืชในธรรมชาติที่ทับถมกันเป็นเวลานานภายใต้ความร้อนและความดันสูงเมื่อผ่านกระบวนการทางธรณีจะกลายเป็นถ่านหิน

- กระบวนการเกิดถ่านหิน มีความแตกต่างจากปิโตรเลียมอย่างไร

แนวคำตอบ ถ่านหินและปิโตรเลียมมีกระบวนการเกิดคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันที่วัตถุดิบกำเนิด

- การสำรวจและขุดเจาะถ่านหินมีวิธีการอย่างไร

แนวคำตอบ การสำรวจและทำเหมืองถ่านหินต้องใช้ข้อมูลและวิธีการคล้ายกับการสำรวจปิโตรเลียมบนแผ่นดิน

- การใช้ประโยชน์จากถ่านหินมีข้อดี และข้อเสียอย่างไร

แนวคำตอบ ถ่านหินเป็นทรัพยากรที่มีปริมาณสำรองที่สามารถใช้ได้อีกยาวนานกว่าปิโตรเลียม แต่มีข้อเสียคือการทำเหมือง และการใช้ถ่านหินในการให้พลังงานความร้อน จะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

10. หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาทรัพยากรธรณีแล้ว ให้นักเรียนใช้ความรู้ดังกล่าวศึกษาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรณีอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อปฏิบัติกิจกรรมที่ 5.11 ตามหนังสือเรียนหน้า 64



กิจกรรม 5.11 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรณี

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สืบค้นและระบุแหล่งทรัพยากรธรณีในท้องถิ่น
2. อภิปรายและนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรณีอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

เวลา 1 ชั่วโมง

วิธีการทำกิจกรรม

1. สำรวจแหล่งทรัพยากรธรณีในท้องถิ่นของนักเรียน หรือของประเทศไทย เพื่อระบุแหล่งทรัพยากรธรณีที่พบในท้องถิ่น การนำทรัพยากรธรณีมาใช้ประโยชน์ และผลจากการใช้ทรัพยากรธรณียดังกล่าว
2. วิเคราะห์ปัญหาหรือผลกระทบที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรธรณี
3. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและวางแผนการนำทรัพยากรธรณีมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน
4. นำเสนอแผนการนำทรัพยากรธรณีมาใช้ประโยชน์ และร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความเห็นในชั้นเรียน

11. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ จากทรัพยากรธรณีโดยมีแนวทางการอภิปรายดังนี้

แนวทางการอภิปราย ทรัพยากรธรณีเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากกระบวนการธรณีบนผิวโลก และภายในโลก ได้แก่ แร่ หิน ปิโตรเลียมและถ่านหิน ปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการใช้ทรัพยากรธรณีมากขึ้น ในขณะที่ทรัพยากรธรณีมีอย่างจำกัด การศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรธรณีทำให้สามารถวางแผนการนำทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	แนวทางการวัดและประเมินผล
K: 1. กระบวนการเกิด แหล่งกักเก็บ ปิโตรเลียมและถ่านหิน 2. การใช้ประโยชน์ของทรัพยากร ปิโตรเลียมและถ่านหินอย่าง เหมาะสม	1. ผลการปฏิบัติกิจกรรม 5.10 และ 5.11 รวมทั้ง การตอบคำถามท้ายกิจกรรม 2. การอภิปรายและสรุปผล 3. แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ
P: 1. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อ สรุป 2. การสร้างแบบจำลอง 3. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่า ทันสื่อ 4. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 5. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. การตีความหมายและลงข้อสรุป จากการนำเสนอ ผลงาน 2. การสร้างแบบจำลอง จากการสร้างแบบจำลอง อธิบายกระบวนการเกิด และแหล่งของปิโตรเลียม และถ่านหิน 3. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อจาก การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอผลงาน 4. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากการสร้างแบบ จำลองกระบวนการเกิด และแหล่งกักเก็บ ปิโตรเลียมและถ่านหิน 5. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ จากการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม
A: 1. ความใจกว้าง 2. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์	1. ความใจกว้าง จากการร่วมอภิปราย และการตอบ คำถาม 2. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ จากการสืบค้น ข้อมูล การตั้งคำถามและการอภิปรายเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์ทรัพยากรปิโตรเลียมที่เหมาะสม และยั่งยืน

หมายเหตุ K คือ ด้านความรู้ P คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 A คือ จิตวิทยาศาสตร์ /เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลทางธรณี จะทำเพื่อประเมินว่าบริเวณใดมีถ่านหินสะสมตัวอยู่ มีขั้นตอนการสำรวจดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานจาก แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม รายงานการสำรวจ
2. การสำรวจธรณีบริเวณพื้นผิวของแหล่งถ่านหิน เพื่อเปรียบเทียบข้อมูล และกำหนดขอบเขตของแอ่ง
3. การวางแผนเพื่อทำการสำรวจธรณีฟิสิกส์ เพื่อทำการสำรวจได้เหมาะสมกับฤดูกาล สภาพแวดล้อม
4. การเจาะหลุมสำรวจ เพื่อเก็บตัวอย่าง เปรียบเทียบข้อมูล และประเมินศักยภาพของชั้นถ่านหิน

ธรณีฟิสิกส์แหล่งปิโตรเลียม (petroleum geophysics) คือ การนำวิธีการทางธรณีฟิสิกส์มาใช้เพื่อค้นหาแหล่งปิโตรเลียม โดยใช้สมบัติทางฟิสิกส์ที่แตกต่างกันของหินเป็นหลัก ซึ่งจะทำให้การสำรวจทางอากาศด้วยวิธี การตรวจวัดสนามแม่เหล็ก และการวัดความโน้มถ่วง นำข้อมูลที่ได้มาประกอบกับข้อมูลทางธรณีวิทยาในการเลือกพื้นที่สำรวจ เมื่อกำหนดพื้นที่ได้แล้วจะสำรวจหาโครงสร้างทางธรณีที่สามารถเป็นแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมด้วยวิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดเพื่อประเมินศักยภาพของพื้นที่ และวางแผนการเจาะหลุมสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการเจาะหลุมผลิต

การหยั่งธรณีหลุมเจาะ (well logging) คือ การเก็บข้อมูลของชั้นหินโดยการหย่อนเครื่องมือลงในหลุมเจาะสำรวจ ข้อมูลจากหลุมเจาะและข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อประเมินศักยภาพในการพัฒนาหลุมผลิต รวมทั้งการประเมินผลผลิตและปริมาณสำรอง ซึ่งตัวอย่างข้อมูลที่ตรวจวัดในหลุมเจาะสำรวจ แสดงดังตาราง

เครื่องมือ	ข้อมูลที่ตรวจวัด	ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์
resistivity log	ความต้านทานไฟฟ้าของชั้นหิน	ชั้นหินที่มีไฮโดรคาร์บอน ความต้านทานไฟฟ้าจะสูง ชั้นหินที่มีน้ำเค็ม ความต้านทานไฟฟ้าจะต่ำ
gamma ray log	การแผ่รังสีของธาตุโพแทสเซียม ทอเรียม ยูเรเนียม	หินดินดาน จะมีการแผ่รังสีแกมมาของธาตุในแร่ดิน หินทราย จะไม่มีการแผ่รังสี
caliper log	เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเจาะ	ความกว้างของหลุมเจาะ และสภาพของผนังหลุมเจาะ
sonic log	ความเร็วของคลื่นเสียง	ความพรุนของหิน โดยคำนวณหาจากความหนาแน่นของหิน ซึ่งความเร็วของคลื่นเสียงจะแปรผันตามความหนาแน่นของตัวกลาง
dipmeter	การเอียงเทของชั้นหิน	การวางตัวของชั้นหิน และลักษณะธรณีโครงสร้าง
mud log	ตัวอย่างหิน	ลำดับชั้นหินของหลุมเจาะ ชนิดและคุณภาพของเคอโรเจน

การพัฒนาหลุมผลิตปิโตรเลียม หลังจากประเมินผลผลิต และปริมาณสำรองของปิโตรเลียมแล้วหากพบแหล่งปิโตรเลียมที่มีศักยภาพเพียงพอต่อการผลิต บริษัทที่ได้รับสัมปทานจะทำการเจาะหลุมผลิตปิโตรเลียม การเจาะหลุมจะติดตั้งแท่นเจาะ ทำการเจาะด้วยหัวสว่าน และสูบปิโตรเลียมขึ้นมาเพื่อทำการขนส่งไปสู่กระบวนการกลั่นที่โรงกลั่น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงนำชื่อทรัพยากรธรณีที่กำหนดให้เติมลงในตารางให้ถูกต้อง

ตะกั่ว ยิปซัม ทองคำ ฟลูออไรต์ ทองแดง ดีบุก เพชร หินเกลียว หินยิปซัม เหล็ก หินปูน
เฟลด์สปาร์ หินแกรนิต แบไรต์ สังกะสี แมงกานีส โพลิน ทับทิม แก๊สธรรมชาติ
หินบะซอลต์ แก๊สธรรมชาติเหลว หินทราย น้ำมันเบนซิน หินอ่อน หินอบซิเดียน

ทรัพยากรแร่โลหะ	ทรัพยากรแร่โลหะ	ทรัพยากรหิน	ทรัพยากรปิโตรเลียม และถ่านหิน
ตะกั่ว ทองคำ ทองแดง ดีบุก เหล็ก สังกะสี แมงกานีส	ยิปซัม ฟลูออไรต์ เพชร เฟลด์สปาร์ แบไรต์ โพลิน ทับทิม	หินเกลียว หินยิปซัม หินปูน หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินทราย หินอ่อน หินอบซิเดียน	แก๊สธรรมชาติ แก๊สธรรมชาติเหลว น้ำมันเบนซิน

2. จงเติมข้อมูลของแร่ลงในตารางที่กำหนดให้

ระบบ ผลึก	สี	สีผง	ความวาว	ความแข็ง	ความถ่วงจำเพาะ	ชื่อแร่
สามแกน เท่า	ใสไม่มีสี หรือมี หลายสี	ไม่มีสี ผง	วาวแบบ เพชร	10	3.52	เพชร
สามแกน เท่า	ทอง	เทาดำ	วาวแบบ โลหะ	6 – 6.5	4.95 – 5.10	ไพไรต์

ระบบ ผลึก	สี	สีผง	ความวาว	ความแข็ง	ความถ่วงจำเพาะ	ชื่อแร่
สามแกน เท่า	ใสไม่มีสี หรือมี หลายสี	ขาว	วาวแบบ แก้ว	ขาว	3.17 – 3.56	ฟลูออไรต์
สามแกน เท่า	ตะกั่ว หรือเงิน	ตะกั่ว	วาวแบบ โลหะ	2.5 – 2.75	7.20 – 7.60	กาไลนา
สามแกน ราบ	ใสไม่มีสี หรือมี หลายสี	ไม่มีสี ผง	วาวแบบ แก้ว หรือ ไม่วาว	7	2.65	ควอตซ์
สามแกน ต่าง	ใสไม่มีสี หรือมี หลายสี	ไม่มีสี ผง	วาวแบบ แก้ว	8	3.49 – 3.57	โทแพซ
สามแกน ราบ	ใสไม่มีสี หรือมี หลายสี	ไม่มีสี ผง	วาวแบบ แก้ว	9	3.95 – 4.03	คอร์ันดัม
สามแกน ราบ	ใสไม่มีสี หรือมี หลายสี	ขาว	วาวแบบ แก้ว หรือ วาวแบบ มุก	3	2.71	แคลไซต์
สามแกน เท่า	ทอง		วาวแบบ โลหะ	2.5	19.30	ทองคำ
หนึ่งแกน เอียง	ใสไม่มีสี หรือมี หลายสี	ขาว	วาวแบบ แก้ว หรือ วาวแบบ ไหม	2	2.31 – 2.33	ยิปซัม

3. จงเติมชื่อหินลงในตารางที่กำหนดให้

ลักษณะเนื้อหิน	ชื่อหิน
ประกอบด้วย ไพรอกซีน เฟลด์สปาร์ และโอลิวีน มีสีเข้ม ผลึกแร่มีขนาดเล็กมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น	หินบะซอลต์
ประกอบด้วย ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ มัสโคไวต์ และไบโอไทต์ มีสีอ่อน ผลึกแร่มีขนาดใหญ่ มองเห็นชัดเจน	หินแกรนิต
ประกอบด้วย ไพรอกซีน เฟลด์สปาร์ และโอลิวีน มีสีเข้มผลึกแร่มีขนาดใหญ่ มองเห็นชัดเจน	หินแกบโบร
ประกอบด้วยกรวดที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร	หินกรวดมน หรือ หินกรวดเหลี่ยม
ประกอบด้วยเคลย์เป็นหลัก	หินดินดาน
ประกอบด้วยเฮไลต์เป็นหลัก	หินเกลือ
ประกอบด้วยแคลไซต์ พบซากดึกดำบรรพ์ปะปนในเนื้อหิน ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก	หินปูน
ประกอบด้วยแคลไซต์ขนาดใหญ่ที่ตกผลึกใหม่ ผลึกแร่คล้ายเม็ดน้ำตาลทราย	หินอ่อน
ประกอบด้วยแร่ขนาดเล็กมาก แร่มีการเรียงตัวกันจนเกิดแนวแตกตามรอยร้าวขนาน มีการแตกกระเทาะเป็นแผ่นไปตามแนวแตก	หินชนวน
ประกอบด้วยแร่ขนาดใหญ่ เรียงตัวเป็นริ้วหรือแถบลายทางไม่สม่ำเสมอ	หินไนส์

4. จงเติมเครื่องหมายถูก หรือผิดให้สอดคล้องกับข้อความต่อไปนี้

เครื่องหมาย	ข้อความ
×	1. ปิโตรเลียมในประเทศไทยประกอบด้วย น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติเหลว และแก๊สธรรมชาติ (ปิโตรเลียมอาจมีสภาพเป็นของเหลว แก๊ส หรือของแข็ง ได้แก่ น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติเหลว แก๊สธรรมชาติ และปิทุเมน)
×	2. ปิโตรเลียมเกิดจากการสะสมตัวของเศษซากพืชในแอ่งน้ำตื้น
✓	3. หินกักเก็บปิโตรเลียมคือหินที่มีความพรุนและอัตราการซึมผ่านสูง หรืออาจเป็นหินที่มีช่องว่างหรือรอยแตกอยู่ในภายในเนื้อหินก็ได้ (ปิโตรเลียมเกิดจากการสะสมตัวของซากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก พืช รวมกับ ตะกอนทรายแป้งและโคลย์บริเวณพื้นที่ท้องทะเลหรือทะเลสาบขนาดใหญ่)
×	4. ในพื้นที่ที่มี หินต้นกำเนิด หินกักเก็บ หินปิดกั้น หรือโครงสร้างกักเก็บ จะมีปิโตรเลียมสะสมตัวอยู่เสมอ (อาจมีปิโตรเลียมสะสมตัวอยู่หรือไม่ก็ได้)
×	5. ปิโตรเลียมและถ่านหินเกิดจากการสะสมตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ปะปนกับตะกอน แต่มีกระบวนการเกิดที่แตกต่างกัน (ปิโตรเลียมและถ่านหินเกิดจากการสะสมตัวของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน ปะปนกับตะกอน แต่มีกระบวนการเกิดที่เหมือนกัน)
×	6. ถ่านหินแบ่งตามคุณภาพการให้ความร้อนได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ พีต ลิกไนต์ ถ่านหินซับบิทูมินัส ถ่านหินบิทูมินัส และแอนทราไซต์ (พีต เป็นตะกอนของเศษซากพืชที่ยังไม่แข็งตัว มีความชื้นสูง เมื่อแห้งจะติดไฟได้ดีเป็นลำดับเริ่มต้นของการเกิดถ่านหิน มีปริมาณคาร์บอน 60% และออกซิเจน 30% ซึ่งถ่านหินสามารถแบ่งตามคุณภาพของการให้ความร้อนได้เป็น 4 ประเภท)
×	7. ถ่านหินสามารถเกิดจากการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมแบบป่าชายเลน หรือทะเลสาบน้ำตื้นได้ (ถ่านหิน เกิดจากการสะสมตัวของเศษซากพืชในธรรมชาติที่ทับถมกันเป็นเวลานานภายใต้ความร้อนและความดันสูง บริเวณแอ่งน้ำตื้น เช่น ป่าพรุ)

✗	8. ถ่านหินนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงได้เท่านั้น (ถ่านหินในประเทศไทยถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การถลุงโลหะ การผลิตปูนซีเมนต์ การผลิตอาหาร นอกจากนี้ถ่านหินสามารถนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเหลวผลิตถ่านสังเคราะห์ และคาร์บอนไฟเบอร์)
✓	9. มีเทนสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าได้
✓	10. การกลั่นลำดับส่วนเป็นกระบวนการที่ใช้แยกน้ำมันก๊าดออกจากน้ำมันหล่อลื่น

บทที่

6

แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา
(Topographic Map and Geologic Map)
goo.gl/32n5uF

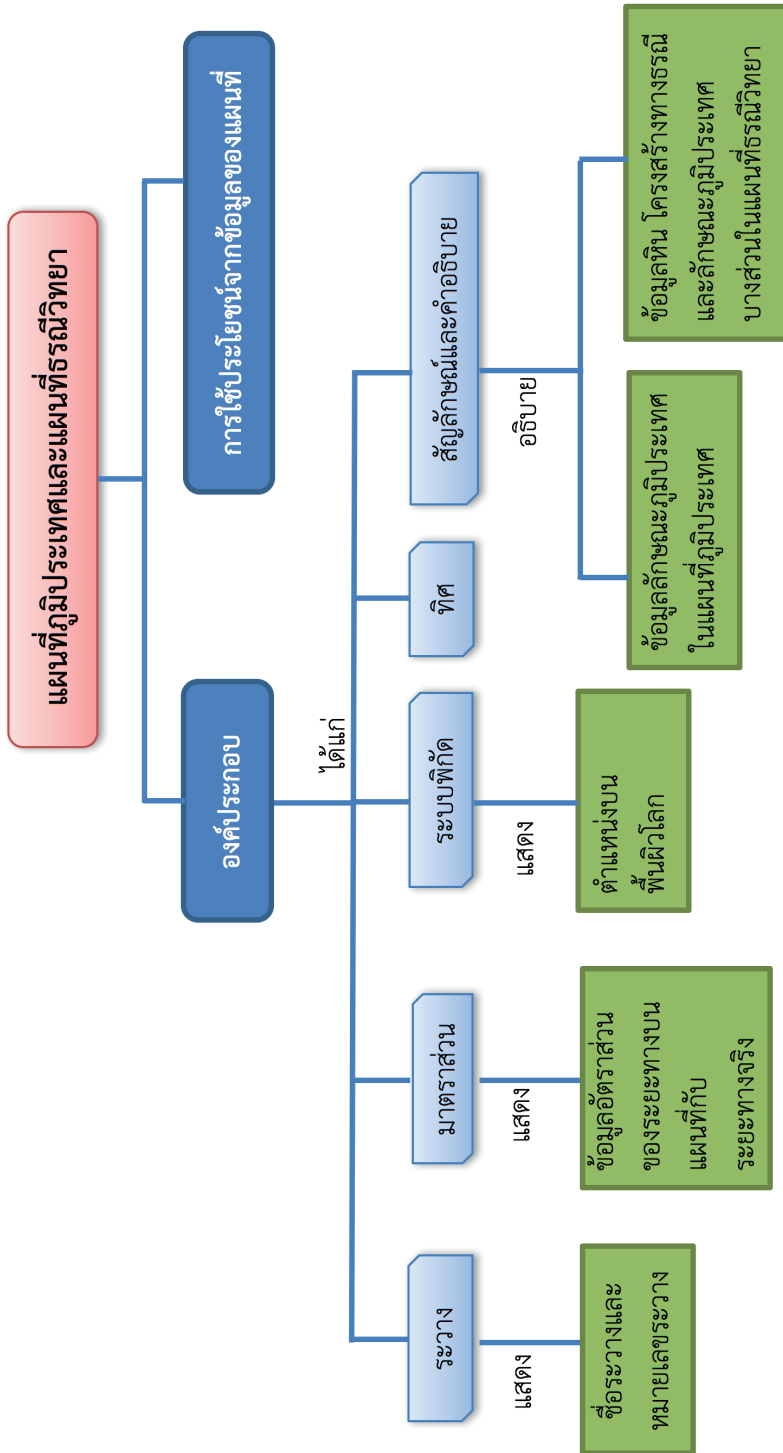
ผลการเรียนรู้

อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ที่กำหนด พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ที่กำหนด พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์		
จุดประสงค์การเรียนรู้ - ระบุ และอธิบายองค์ประกอบหลักของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา - วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่จากเส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศ - ระบุ และอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่ธรณีวิทยา - อ่าน และแปลความหมายแผนที่ธรณีวิทยา และระบุข้อมูลธรณีวิทยาที่พบ - ออกแบบ และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาาสตร์
- การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล - การตีความหมายและลงข้อสรุป - การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา	- การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา - การสร้างสรรค์และนวัตกรรม - การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ - การสร้างแบบจำลอง - ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	- ความใจกว้าง - ความเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ - การใช้วิจารณญาณ

ผังโน้ตค้น แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา



ลำดับแนวความคิดต่อเนื่อง

แผนที่ เป็นสิ่งที่แสดงข้อมูลของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นผิวโลก ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น และนำมาจำลองย่อส่วนลงบนแผ่นกระดาษ หรือวัตถุแบนราบ โดยใช้เส้น รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ที่เป็นสากลแทนความหมายของสิ่งเหล่านั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน



แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ระบาย ระบบพิกัด มาตราส่วน ทิศ สัญลักษณ์และคำอธิบาย



แผนที่ภูมิประเทศ เป็นแผนที่พื้นฐานของทุก ๆ แผนที่ สร้างขึ้นเพื่อจำลองลักษณะทางกายภาพของผิวโลก ซึ่งมีทั้งภูมิประเทศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยแสดงลักษณะดังกล่าวด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ



เส้นชั้นความสูง เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศ โดยเส้นชั้นความสูงแต่ละเส้นไม่ตัดกัน และเส้นชั้นความสูงเส้นเดียวกันจะลากผ่านภูมิประเทศที่มีระดับความสูงเท่ากัน เส้นชั้นความสูงที่มีลักษณะแตกต่างกันแสดงถึงลักษณะภูมิประเทศที่ไม่เหมือนกัน



แผนที่ธรณีวิทยา เป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของหินกลุ่มต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยแสดงด้วยสัญลักษณ์ที่อธิบายข้อมูลหินในพื้นที่ โครงสร้างทางธรณี รวมทั้งข้อมูลบางส่วนของแผนที่ภูมิประเทศ



ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา สามารถนำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์ และประเมินศักยภาพของพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม

สาระสำคัญ

แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่ภูมิประเทศ มีองค์ประกอบหลักที่คล้ายกัน ได้แก่ ระบายมาตราส่วน ระบบพิกัด ทิศ สัญลักษณ์และคำอธิบายที่เฉพาะกับแผนที่ แผนที่ภูมิประเทศ เป็นแผนที่ที่รวบรวมลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยมีสัญลักษณ์ที่แสดงขนาด รูปร่าง ความสูงต่ำของพื้นที่ รวมถึงสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ แผนที่ภูมิประเทศจึงเป็นแผนที่พื้นฐานของทุก ๆ แผนที่ รวมทั้งแผนที่ธรณีวิทยา ซึ่งเป็นแผนที่ที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหินที่พบในพื้นที่ต่าง ๆ รวมทั้งโครงสร้างทางธรณี ดังนั้นการศึกษาแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา จะช่วยให้นำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนประเมินศักยภาพและพัฒนาพื้นที่ได้อย่างกว้างขวาง

เวลาที่ใช้

บทเรียนนี้ควรใช้เวลาประมาณ	15	ชั่วโมง
1. องค์ประกอบหลักของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา	3	ชั่วโมง
2. ข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศ	4	ชั่วโมง
3. ข้อมูลในแผนที่ธรณีวิทยา	3	ชั่วโมง
4. การใช้ประโยชน์จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา	5	ชั่วโมง

ความรู้ก่อนเรียน

ชนิดและสมบัติของหิน โครงสร้างทางธรณี การลำดับชั้นหิน มาตรฐานกาล ละติจูด ลองจิจูด



ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคำตอบของข้อความที่ถูกต้อง หรือเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องคำตอบของข้อความที่ผิด

ข้อ	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
1.	หินแกรนิต หินไดออไรต์ เป็นหินอัคนีแทรกซอน	✓
2.	หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ เป็นหินอัคนีพุ	✓
3.	หินทราย หินกรวดมน หินดินดาน และหินปูน เป็นหินตะกอน	✓
4.	หินอ่อน หินชนวน หินเชิร์ต และหินไนส์ ทั้งหมดเป็นหินแปร	✗
5.	หินควอร์ตไซต์มีแคลไซต์เป็นองค์ประกอบหลัก (หินควอร์ตไซต์มีควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก)	✗
6.	หินแกรนิตส่วนใหญ่นำมาทำเครื่องประดับเพราะมีสีสวยงาม (หินแกรนิตส่วนใหญ่นิยมทำหินประดับ ปูพื้น)	✗
7.	หินปูนสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่า หินปูนดังกล่าวเกิดจากการสะสมตัวในทะเลหรือมหาสมุทรในอดีต	✓
8.	หินอ่อนนิยมนำมาทำหินปูพื้น หินประดับ	✓
9.	แหล่งปิโตรเลียมส่วนใหญ่ มักมีหินดินดานเป็นหินต้นกำเนิด เพราะมีซากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กสะสมตัวอยู่จำนวนมาก	✓
10.	ถ้าชั้นหินวางตัวในแนวราบและไม่มีการพลิกกลับ หินตะกอนชั้นบนมีอายุมากกว่าชั้นล่าง (ถ้าชั้นหินวางตัวในแนวราบ และไม่มีการพลิกกลับ หินตะกอนชั้นบนมีอายุน้อยกว่าชั้นล่าง)	✗
11.	หินที่เกิดในช่วงยุคควอเทอร์นารี จะมีอายุมากกว่าหินที่เกิดในช่วงยุคแคมเบรียน (หินที่เกิดในช่วงยุคควอเทอร์นารี จะมีอายุน้อยกว่าหินที่เกิดในช่วงยุคแคมเบรียน)	✗

ข้อ	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
12.	เส้นละติจูด 0 องศา เรียกว่า เส้นศูนย์สูตร	✓
13.	เส้นลองจิจูดที่ 180° ตะวันออก และ 180° ตะวันตก เป็นเส้นเดียวกัน	✓
14.	รอยเลื่อนมักพบในบริเวณรอยต่อของแผ่นธรณีที่มีการเคลื่อนตัวเข้าหากัน	✓
15.	การเกิดรอยเลื่อนอาจส่งผลให้เกิดแผ่นดินไหว	✓

6.1 องค์ประกอบหลักของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา

จุดประสงค์การเรียนรู้

ระบุ และอธิบายองค์ประกอบหลักของแผนที่ธรณีวิทยาและแผนที่ภูมิประเทศ

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 และ 2 สสวท.
- กรมทรัพยากรธรณี <http://www.dmr.go.th>
- กรมแผนที่ทหาร <https://www.rtsd.mi.th>
- สสวท. Learning space <https://www.scimath.org>

แนวการจัดการเรียนรู้

- นำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากแผนที่ประเภทต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นข้อมูลการใช้แผนที่ของคนในอดีตจนถึงปัจจุบัน ประสบการณ์ของตนเอง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ โดยครูสามารถใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

- นักเรียนเคยใช้แผนที่ในการปฏิบัติกิจกรรมใดบ้าง และใช้ในแผนที่ประเภทใด พร้อมยกตัวอย่าง

แนวคำตอบ ใช้ในการนำทาง ใช้ในการหาตำแหน่งของสถานที่ โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศหลายรูปแบบ เช่น แผนที่ภูมิประเทศแบบแผ่นกระดาษ แอปพลิเคชัน เช่น google map

- นอกจากประสบการณ์การใช้แผนที่ของตนเอง นักเรียนเคยเห็นหรือมีข้อมูลการใช้ประโยชน์จากแผนที่ของบุคคลอื่นในด้านใดบ้าง พร้อมยกตัวอย่าง

แนวคำตอบ

- สมัยโบราณ ได้จัดทำแผนที่เพื่อแสดงที่ตั้งของแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร วางแผนการรบ
 - ในสมัยรัชกาลที่ 5 ได้มีการทำแผนที่เพื่อแสดงอาณาเขตของประเทศ
 - พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงใช้แผนที่เพื่อวางแผนพัฒนาประเทศ เช่น พัฒนาแหล่งน้ำ สร้างเขื่อน พัฒนาพื้นที่การเกษตร
2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเอง เกี่ยวกับแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา โดยใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้
- นักเรียนคิดว่าแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาแตกต่างกันอย่างไร
 - องค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
3. จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียนและให้ปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 6.1 ตามหนังสือเรียนหน้า 73 เพื่อศึกษาองค์ประกอบหลักของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา



กิจกรรม 6.1 ทำความรู้จักองค์ประกอบของแผนที่

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สำรวจ และระบุองค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา
2. อธิบาย และเปรียบเทียบองค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ตัวอย่างแผนที่ภูมิประเทศ จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร จำนวน 1 ระวัง
2. ตัวอย่างแผนที่ธรณีวิทยา จัดทำโดยกรมทรัพยากรธรณี จำนวน 1 ระวัง

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ดาวโหลดแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัด จากเว็บไซต์กรมทรัพยากรธรณี http://www.dmr.go.th/more_news.php?cid=296&filename=expert หรือ สแกนจาก QR code ที่หน้าแรกของบทในคู่มือครูหรือหนังสือเรียน เพื่อเลือกตัวอย่างแผนที่มาใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

2. จัดเตรียมแผนที่ภูมิประเทศ โดยสามารถสั่งซื้อได้ที่กรมแผนที่ทหาร หรือสแกนจาก QR code ได้ที่หน้าแรกของบทในคู่มือครูหรือหนังสือเรียน เพื่อเลือกตัวอย่างแผนที่มาใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. ควรเลือกใช้แผนที่ธรณีวิทยาและแผนที่ภูมิประเทศของจังหวัด หรือท้องถิ่นตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับข้อมูลทางธรณีวิทยาและลักษณะภูมิประเทศของท้องถิ่นตนเอง
2. กิจกรรมนี้ควรเลือกใช้แผนที่ภูมิประเทศ ราว 1 : 50,000 เพราะจะแสดงรายละเอียดของความสูงต่ำของพื้นที่ด้วยเส้นชั้นความสูง

วิธีการทำกิจกรรม

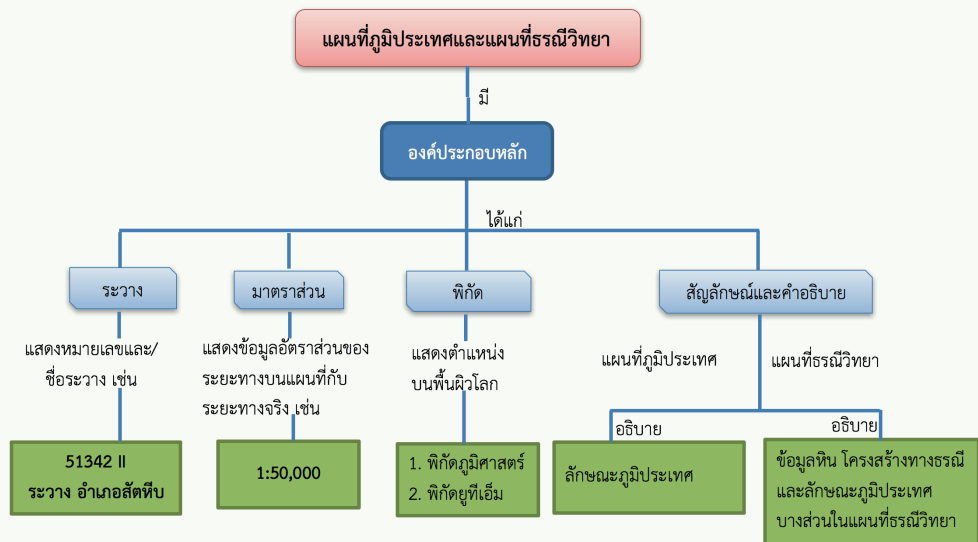
1. สำรวจองค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาที่กำหนด
2. รวบรวมข้อมูล และบันทึกองค์ประกอบของแผนที่ทั้ง 2 ชนิด พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
3. สืบค้นข้อมูลความหมายเพื่ออธิบายองค์ประกอบที่พบในข้อ 2
4. จัดกระทำข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบ และอธิบายองค์ประกอบที่พบในแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา
5. นำเสนอผลการทำกิจกรรมในข้อ 4

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ประเภทแผนที่	องค์ประกอบของแผนที่	ตัวอย่าง
แผนที่ภูมิประเทศ	ชื่อระวาง	ระวาง อำเภอสตึก
	หมายเลขประจำระวาง	51342 II
	หมายเลขลำดับชุด	L7018S
	ครั้งที่พิมพ์	1-RTSD
	มาตราส่วน	1:50,000
	พิกัด	(14 15' 20" N, 100 45' 50" E)
	ทิศ	ทิศเหนือจริง ทิศเหนือแม่เหล็ก ทิศเหนือกริด

ประเภทแผนที่	องค์ประกอบของแผนที่	ตัวอย่าง
	สัญลักษณ์และคำอธิบาย	1. เส้นชั้นความสูง 2. สัญลักษณ์และคำบรรยายลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ เช่น สิ่งปลูกสร้าง ถนน แม่น้ำ
แผนที่ธรณีวิทยา	ชื่อระวาง	ระวาง จังหวัดสระบุรี
	มาตราส่วน	1:250,000
	พิกัด	(15 0' 0" N, 101 15' 0" E) หรือ 1650000 m. E 700000 m. N
	สัญลักษณ์และคำอธิบาย	1. ข้อมูลหินตะกอนและหินแปร หินอัคนี 2. โครงสร้างทางธรณี เช่น รอยเลื่อน รอยคดโค้ง ขอบเขตหิน 3. ข้อมูลภูมิประเทศบางส่วน เช่น เส้นชั้นความสูง ถนน แม่น้ำ

ตัวอย่างการจัดกระทำข้อมูล เพื่อนำเสนอผลการเปรียบเทียบและอธิบายองค์ประกอบของแผนที่ที่พบในทั้งแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา



สรุปผลการทำกิจกรรม

จากกิจกรรมพบว่า แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา มีองค์ประกอบหลักคล้ายกัน ได้แก่

- 1) ระวาง แผนที่แต่ละระวางจะมีหมายเลขระวางกำกับ และกำหนดชื่อระวางตามชื่อสถานที่ที่อยู่ภายในระวาง เช่น แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดสระบุรี แผนที่ภูมิประเทศอำเภอสัตหีบ ชื่อระวาง 51342 II
- 2) มาตราส่วน แสดงข้อมูลอัตราส่วนของระยะทางบนแผนที่กับระยะทางจริง เช่น แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1 : 250,000 หมายความว่า ระยะทาง 1 เซนติเมตรของแผนที่มีความเท่ากับระยะทาง 250,000 เซนติเมตร ของภูมิประเทศจริง
- 3) ระบบพิกัด แสดงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก ซึ่งแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยามีการระบุพิกัดภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นระบบที่ระบุพิกัดด้วยละติจูดและลองจิจูด เช่น (14 15' 20" N, 100 45' 50" E) ส่วนแผนที่ธรณีวิทยา ยังพบการระบุพิกัดยูทีเอ็ม ซึ่งมีตัวเลขกำกับเส้นกริดเช่นเดียวกับระบบพิกัดภูมิศาสตร์โดยแสดงระยะทางในหน่วยเป็นเมตร เช่น 1650000 m. E 700000 m. N
- 4) สัญลักษณ์และคำบรรยาย แผนที่ทั้งสองแผนที่มีสัญลักษณ์และคำอธิบายที่แสดงข้อมูลของแผนที่ที่แตกต่างกันตามประเภทของแผนที่ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ

มีสัญลักษณ์และคำอธิบายเกี่ยวกับความสูงต่ำของพื้นที่ คือ เส้นชั้นความสูง ลักษณะภูมิประเทศอื่น ๆ เช่น สิ่งปลูกสร้าง ถนน ทางรถไฟ แม่น้ำ ส่วนแผนที่ธรณีวิทยามีสัญลักษณ์และคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลหิน เช่น ชนิดหิน อายุหิน โครงสร้างทางธรณี และนอกจากนี้ยังมีสัญลักษณ์และคำอธิบายข้อมูลภูมิประเทศบางส่วน เช่น ถนน แม่น้ำ นอกจากนี้ยังมีสัญลักษณ์แสดงทิศ เช่น แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้าต้องการทราบชื่อแผนที่ภูมิประเทศ หรือแผนที่ธรณีวิทยา สามารถศึกษาข้อมูลจากองค์ประกอบใดในแผนที่

แนวคำตอบ ชื่อระหว่าง หรือชื่อแผนที่

2. พื้นที่ที่ศึกษาในแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาที่กำหนดให้มีขนาดเท่ากันหรือไม่ สามารถศึกษาข้อมูลได้จากองค์ประกอบใดของแผนที่

แนวคำตอบ ไม่เท่ากัน (ตอบตามข้อมูลจริง) ทราบจากมาตราส่วนของแผนที่

3. ถ้าต้องการระบุตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่หนึ่งในแผนที่ภูมิประเทศหรือแผนที่ธรณีวิทยา จะใช้ข้อมูลขององค์ประกอบใดในแผนที่

แนวคำตอบ พิกัด

4. ถ้าต้องการทราบลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา แม่น้ำ ป่า และอาคารสถานที่ควรศึกษาจากแผนที่ใด และศึกษาข้อมูลได้จากองค์ประกอบใดในแผนที่

แนวคำตอบ แผนที่ภูมิประเทศ ศึกษาได้จากสัญลักษณ์และคำบรรยาย

5. ถ้าต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับหิน ควรศึกษาจากแผนที่ใด และศึกษาข้อมูลได้จากองค์ประกอบใดในแผนที่

แนวคำตอบ แผนที่ธรณีวิทยา ศึกษาได้จากสัญลักษณ์และคำอธิบาย

6. แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยามีองค์ประกอบใดบ้างที่เหมือนกัน

แนวคำตอบ ระบาย มาตราส่วน ระบบพิกัด สัญลักษณ์และคำอธิบาย

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม ร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรมโดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบดังด้านบน

5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบหลักของแผนที่ภูมิประเทศโดยมีแนวทางการสรุปดังนี้

แนวทางการสรุป แผนที่แต่ละประเภทจะมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เหมือนกัน ได้แก่ ระบาย มาตราส่วน ระบบพิกัด สัญลักษณ์และคำอธิบาย รวมทั้งทิศ แต่เนื่องจากถูกสร้างขึ้นด้วยวัตถุประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นในแผนที่จะมีการกำหนดสัญลักษณ์และคำอธิบาย

ที่แสดงข้อมูลที่แตกต่างกัน เช่น แผนที่ภูมิประเทศ มีสัญลักษณ์และคำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยามีสัญลักษณ์และคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลหิน นอกจากนี้ยังมีสัญลักษณ์และคำอธิบายข้อมูลภูมิประเทศบางส่วน เช่น ถนน แม่น้ำ ความสูงต่ำของพื้นที่

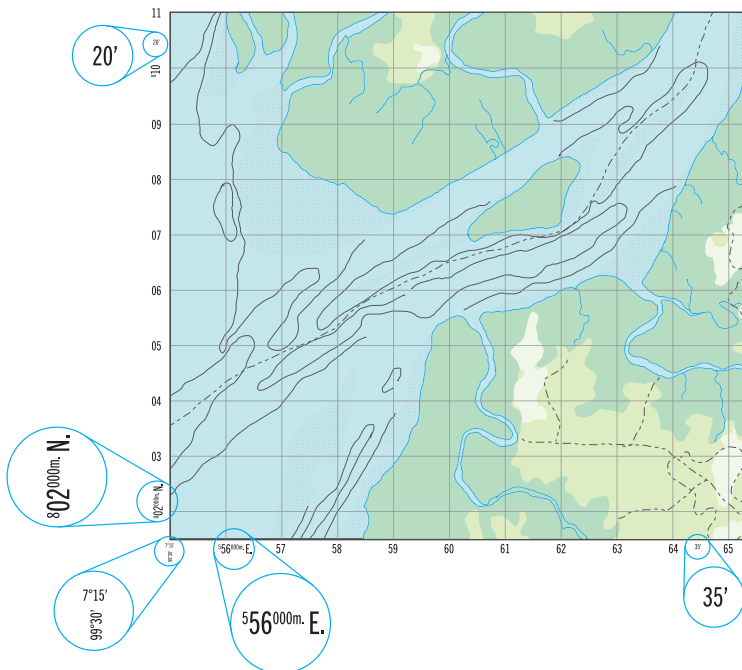
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบที่พบในแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- การระบุพิกัดยูทีเอ็ม มีวิธีการอย่างไร

แนวคำตอบ ให้นักเรียนศึกษาวิธีการระบุพิกัดยูทีเอ็ม ในหนังสือเรียน หน้า 75

- จากคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหน้า 76 ตำแหน่ง C อ่านค่าตามพิกัดภูมิศาสตร์ และพิกัดยูทีเอ็มได้เท่าใด

แนวคำตอบ พิกัดภูมิศาสตร์อ่านค่าได้ประมาณ ($7^{\circ} 25'$, $99^{\circ} 51'$) ส่วนพิกัดยูทีเอ็มอ่านค่าได้ดังนี้ 563000 m. E 803000 m. N และระบุพิกัดอย่างย่อ (6 หลัก) ได้เป็น 630030



- การระบุทิศในแผนที่ที่มีการใช้สัญลักษณ์ใดบ้าง และมีวิธีการอ้างอิงทิศเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวทางการอภิปราย การระบุทิศนิยมใช้สัญลักษณ์คล้ายลูกศร และตัวอักษร N ดังรูป 6.2 หน้า 77 โดยอ้างอิงกับทิศเหนือ สำหรับกรณีที่ไม่มีสัญลักษณ์แสดงทิศ แผนที่

ส่วนใหญ่นิยมกำหนดให้ด้านบนของแผนที่เป็นด้านทิศเหนือ สำหรับแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารจะมีการบอกทิศเหนือเป็น 3 รูปแบบ คือ ทิศเหนือจริง เป็นทิศเหนือที่อ้างอิงกับขั้วโลกเหนือใช้กับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ ทิศเหนือแม่เหล็ก อ้างอิงกับขั้วแม่เหล็กโลก โดยแสดงทิศตามทิศเหนือของเข็มทิศ และทิศเหนือกริด ใช้ในแผนที่ระบบพิกัดกริด โดยมีสัญลักษณ์แสดงทิศเหนือที่ชี้ไปในแนวนานกับเส้นกริดแนวตั้ง

7. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องแผนที่ภูมิประเทศ ดังที่จะศึกษาในหัวข้อต่อไป โดยใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้
- แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยามีจุดประสงค์การใช้งานแตกต่างกันหรือไม่อย่างไรนักเรียนทราบได้จากข้อมูลใดในแผนที่
- แนวคำตอบ** แตกต่างกัน โดยแผนที่ภูมิประเทศ เน้นการศึกษาลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก ส่วนแผนที่ธรณีวิทยา เน้นการศึกษาข้อมูลหินที่พบบนโลก ทราบได้จากสัญลักษณ์และคำอธิบายของแผนที่
- ถ้าต้องการศึกษาลักษณะความสูงต่ำของภูมิประเทศ จะศึกษาจากข้อมูลใด
- แนวคำตอบ** เส้นชั้นความสูง

แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	การวัดและประเมินผล
K: องค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา	1. ประเมินจากผลการปฏิบัติกิจกรรม การตอบคำถาม ท้ายกิจกรรม การอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้ และการตอบคำถามในแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ
P: 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การจัดการทำและสื่อความหมายข้อมูล 3. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. ประเมินจากเปรียบเทียบและอธิบายองค์ประกอบของแผนที่ที่พบในแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา 2. ประเมินจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรม 3. ประเมินจากการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม
A: ความใจกว้าง	ประเมินจากการร่วมอภิปราย และการตอบคำถาม

6.2 ข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่จากเส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศ

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

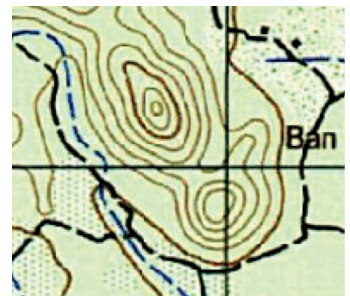
1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 สสวท.
2. กรณแผนผังที่ทหาร <https://www.rtsd.mi.th>
3. สสวท. Learning space <https://www.scimath.org>

แนวการจัดการเรียนรู้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมในวิชาภูมิศาสตร์ โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
 - แผนที่ภูมิประเทศแสดงข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งใดบ้าง และข้อมูลดังกล่าวแสดงโดยใช้สัญลักษณ์ใด

แนวคำตอบ แสดงข้อมูลลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก ทั้งลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ธารน้ำ บึง ทะเล และลักษณะทางกายภาพที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ถนน ทางรถไฟ อาคารบ้านเรือน อ่างเก็บน้ำ โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น เส้นชั้นความสูง เส้นรูปแบบต่าง ๆ รูป สี

 - ถ้าพื้นที่หนึ่ง มีลักษณะภูมิประเทศดังแสดงด้วยเส้นชั้นความสูง ดังรูปตัวอย่าง ให้นักเรียนบรรยายลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ดังกล่าวตามความคิดของนักเรียนเอง และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันว่า ลักษณะภูมิประเทศที่แต่ละคนบรรยายนั้น พิจารณาจากลักษณะใดของเส้นชั้นความสูง
- แนวคำตอบ** เป็นภูเขา 2 ลูก โดยภูเขาลูกที่อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือจะมีความสูงมากกว่า พิจารณาจากจำนวนเส้นชั้นความสูงที่เพิ่มขึ้นตามระดับความสูง
2. ครูนำอภิปรายว่า จากกิจกรรม 6.1 นักเรียนได้ทราบแล้วว่า แผนที่ภูมิประเทศของกรณแผนผังที่ทหารนั้นแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลความสูงต่ำของพื้นที่ด้วยเส้นชั้นความสูง ซึ่งไม่ได้มีเฉพาะในแผนที่ภูมิประเทศเท่านั้น แต่ยังมีในแผนที่ธรณีวิทยาด้วย เพราะข้อมูลภูมิศาสตร์ดังกล่าวมีความจำเป็นต่อการสำรวจและการวางแผนจัดการพื้นที่ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความสูงต่ำของพื้นที่ที่สัมพันธ์กับเส้นชั้นความสูง ให้นักเรียนศึกษากิจกรรม 6.2
 3. แบ่งกลุ่มนักเรียน แล้วให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 6.2 ตามหนังสือเรียน หน้า 79 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสูงต่ำของพื้นที่ที่สัมพันธ์กับเส้นชั้นความสูง





กิจกรรม 6.2 แบบจำลองภูมิประเทศและเส้นชั้นความสูง

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองภูมิประเทศ และวาดเส้นชั้นความสูงจากแบบจำลอง
2. สร้างภาคตัดขวางภูมิประเทศจากเส้นชั้นความสูง
3. เปรียบเทียบ และบรรยายลักษณะภูมิประเทศจากเส้นชั้นความสูงและภาคตัดขวางที่สร้างขึ้น

เวลา 1.5 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. ดินน้ำมันก้อนใหญ่ประมาณ 4 ก้อน | 6. ดินสอ 1 แท่ง |
| 2. ก่อ่งพลาสติกใสที่มีฝา และมีความสูง
ไม่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตร 1 ก่อ่ง | 7. แผ่นใส 1 แผ่น |
| 3. น้ำ ประมาณ 1,500 มิลลิลิตร | 8. ไม้บรรทัด 1 อัน |
| 4. สีส้มอาหาร 1 ซอง | 9. เทปใส 1 ม้วน |
| 5. ปากกาเขียนแผ่นใส 1 ด้าม | 10. กระดาษกราฟ 1 แผ่น |
| | 11. ยางลบ 1 ก้อน |

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองภูมิประเทศของแต่ละกลุ่มมาล่วงหน้า โดยอาจสร้างแบบจำลองภูเขาได้หลายรูปแบบ เช่น



หมายเหตุ ถ้านักเรียนสร้างภูมิประเทศจำลองเป็นแบบ ดังรูป ก ไม่ควรมีร่องน้ำ เพราะไม่พบลักษณะดังกล่าวในธรรมชาติ

2. ครูและนักเรียนควรศึกษาวิธีการปฏิบัติกิจกรรมมาล่วงหน้า เพื่อความรวดเร็วและประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม

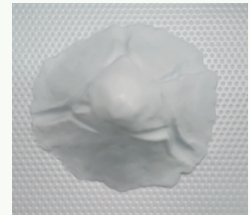
วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 ทำความรู้จักกับเส้นชั้นความสูง

1. จัดเตรียมชุดอุปกรณ์เส้นชั้นความสูง ดังนี้

- 1.1 สร้างแบบจำลองเกาะกลางทะเลโดยใช้ดินน้ำมันหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม เพื่อเป็นตัวแทนลักษณะภูมิประเทศที่ศึกษา ดังตัวอย่าง รูป 1 โดยกำหนดแบบจำลองเกาะกลางทะเลมีลักษณะสำคัญดังนี้

- 1) เกาะมีความสูงไม่เกินระดับความสูงของ
กล่องพลาสติกที่ใช้บรรจุ
- 2) ลักษณะพื้นที่ของเกาะมีความลาดเอียงไม่เท่ากัน
- 3) มีร่องน้ำ หรือหุบเขาปรากฏอยู่บนเกาะจำลอง



- 1.2 เตรียมกล่องใส่แบบจำลองเกาะกลางทะเล โดยทำสัญลักษณ์แสดงค่าระดับความสูงที่ผนังด้านนอกของกล่องพลาสติกใส ให้มีระยะห่างกันช่องละ 1 เซนติเมตร โดยเริ่มจากฐานของกล่องขึ้นไปจนถึงระยะความสูงของเกาะจำลอง
- 1.3 นำแบบจำลองเกาะกลางทะเลใส่ลงในกล่องพลาสติกใส และจัดให้อยู่บริเวณตรงกลางกล่อง จากนั้นยึดแบบจำลองไว้กับฐานของกล่องให้แน่นพอประมาณ เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ ดังตัวอย่าง รูป 2

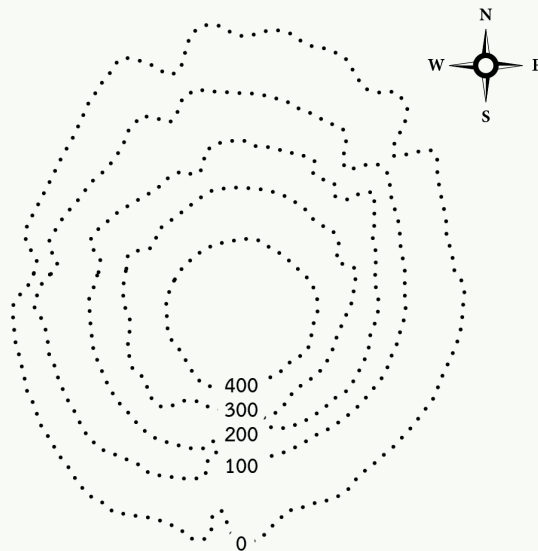


- 1.4 นำแผ่นใสทาบลงบนฝากล่องพลาสติก แล้วใช้เทปใสติดขอบแผ่นใสกับขอบฝากล่องพลาสติกเพื่อยึดไม่ให้แผ่นใสเคลื่อนที่ เพราะจะทำให้ตำแหน่งของเส้นชั้นความสูงที่วาดใหม่ในแต่ละครั้งคลาดเคลื่อนไป
 - 1.5 เตรียมสารละลายสีผสมอาหาร ประมาณ 1,500 มิลลิลิตร โดยให้มีความเข้มข้นของสีพอประมาณ
- #### 2. สร้างเส้นชั้นความสูงโดยปฏิบัติตามกิจกรรมดังนี้
- 2.1 ปิดฝากล่องพลาสติกใส สังเกตลักษณะเกาะจากด้านบน (top view) และกำหนดทิศลงบนแผ่นใส จากนั้นวาดเส้นตามเส้นขอบฐานของเกาะลงบนแผ่นใสตามที่สังเกตเห็น

- 2.2 เหน้้ำสีลงในกล่องแบบจำลองเกาะกลางทะเลให้มีระดับความสูง ประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วปิดฝากล่องพลาสติกใส สังเกตเส้นขอบฐานบนแผ่นใสที่ได้ ในข้อ 2.1 ให้ตรงกับลักษณะเดิมของเกาะจำลอง แล้ววาดเส้นตามแนว ระดับความสูง 1 เซนติเมตร ตามที่สังเกตเห็นลงบนแผ่นใส พร้อมระบุค่า ความสูงกำกับไว้ที่เส้น โดยกำหนดความสูง 1 เซนติเมตร เท่ากับ 100 เมตร
- 2.3 เช่นเดียวกับข้อ 2.2 (ขณะวาดภาพควรสังเกตที่ตำแหน่งเดิมตลอด) โดยเพิ่ม ระดับน้ำให้สูงขึ้นครั้งละ 1 เซนติเมตร จนกระทั่งระดับน้ำสูงกว่าระดับความสูง ของเกาะจำลอง

3. นำเสนอลักษณะเส้นชั้นความสูง พร้อมกัอธิบายลักษณะภูมิประเทศที่สอดคล้องกัน

ตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรม



สรุปผลการทำกิจกรรม

เส้นที่ลากตามแนวรอยขอบน้ำ แสดงความสูงของเกาะจำลอง ซึ่งเส้นที่ได้แต่ละเส้นไม่ ตัดกัน และเส้นเดียวกันจะลากผ่านภูมิประเทศที่มีระดับความสูงเท่ากัน เส้นที่ลากแนวรอย ขอบน้ำแต่ละเส้นเพิ่มขึ้นตามความสูงของภูมิประเทศ ซึ่งลักษณะของเส้นที่ลากแต่ละเส้น แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศที่ลากผ่าน เช่น ถ้าลักษณะเกาะจำลองมีร่องน้ำ หุบเขาหรือสันเขา เส้นที่ลากผ่านพื้นที่นี้จะมีลักษณะคล้าย ตัว V หรือ U ที่ส่วนฐานชี้ไปทาง ด้านที่สูงกว่า ถ้าลักษณะเกาะจำลองเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย ระยะห่างของเส้นแต่ละ เส้นที่ลากผ่านพื้นที่นี้จะห่างกันมากกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากกิจกรรม เส้นที่ลากตามแนวรอยขอบน้ำแต่ละเส้น บอกความสูงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่เท่ากัน โดยเส้นที่อยู่ด้านในจะบอกระดับความสูงที่มากขึ้นตามความสูงของเกาะจำลอง

2. เกาะจำลองที่สร้างขึ้น สามารถลากเส้นตามแนวรอยขอบน้ำได้กี่เส้น และแสดงค่าความสูงของเกาะประมาณเท่าใด

แนวคำตอบ คำตอบควรสอดคล้องกับแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม

3. แนวรอยขอบน้ำ ถ้าตัดผ่านร่องน้ำหรือหุบเขา จะมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ มีรูปร่างคล้าย ตัว V หรือ U และมีส่วนฐานชี้ไปทางด้านที่สูงกว่า

4. เส้นที่ลากตามแนวรอยขอบน้ำ ถ้าตัดผ่านพื้นที่ที่มีความชันน้อยกับพื้นที่ที่มีความชันมาก จะมีลักษณะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ เส้นที่ลากตามแนวรอยขอบน้ำ ถ้าตัดผ่านพื้นที่ที่มีความชันน้อย เส้นจะห่างกันมากกว่าพื้นที่ที่มีความชันมาก

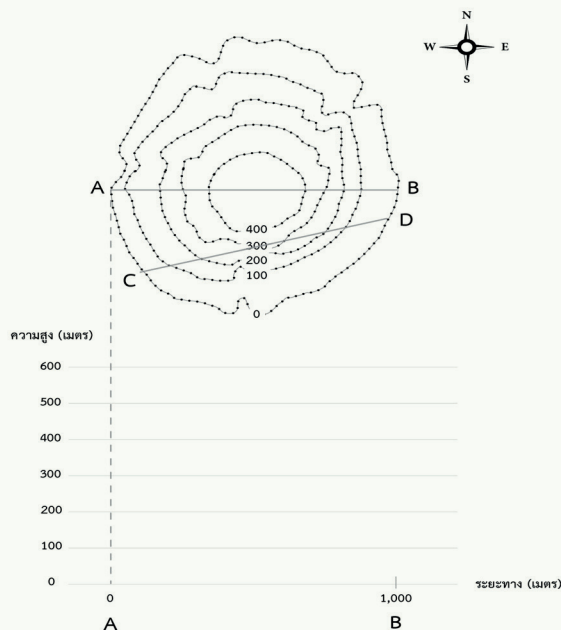
5. เส้นที่ลากตามแนวรอยขอบน้ำแต่ละเส้นเทียบได้กับสัญลักษณ์ใดในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร

แนวคำตอบ เส้นชั้นความสูง

ตอนที่ 2 การสร้างภาคตัดขวางภูมิประเทศ (topographic cross section)

วิธีทำกิจกรรม

1. จัดเตรียมอุปกรณ์การสร้างภาคตัดขวางภูมิประเทศ โดยปฏิบัติดังนี้
 - 1.1 ลากเส้นตรง AB บนแผนที่ที่ได้จากตอนที่ 1 ผ่านจุดสูงสุดของเกาะจำลอง ในแนวตะวันออก-ตะวันตก ดังตัวอย่างรูป 3

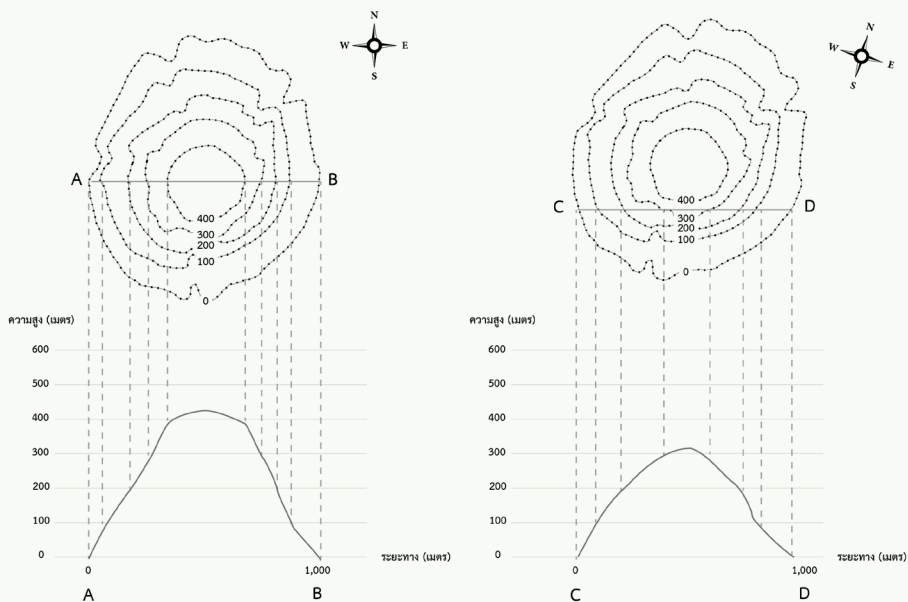


รูป 3 ตัวอย่างการสร้างภาคตัดขวางภูมิประเทศ

- 1.2 วาดแกน X และแกน Y บนกระดาษกราฟ โดยกำหนดให้แกน X แทนระยะทางในแนวราบของเส้นตรง AB และแกน Y แทนระดับความสูงของเกาะจำลอง ซึ่งควรกำหนดขนาดความยาวของแกน X และความสูงของแกน Y ให้เป็นมาตราส่วนเดียวกับมาตราส่วนของเกาะจำลอง คือ 1 เซนติเมตร = 100 เมตร ดังตัวอย่างรูป 3
- 1.3 นำแผ่นใสในข้อ 1.1 มาติดบนกระดาษกราฟ โดยให้เส้นตรง AB ขนานกับแกน X ดังตัวอย่างรูป 3

2. สร้างภาคตัดขวางภูมิประเทศจากเส้นตรง AB โดยปฏิบัติตามกิจกรรมดังนี้
 - 2.1 ลากเส้นจากจุดตัดระหว่างเส้นชั้นความสูงกับเส้นตรง AB ลงมาที่กราฟ XY โดยให้มีระยะความสูงบนกราฟตรงกับระดับความสูงของเกาะจำลองที่ระบุไว้บนเส้นชั้นความสูง ดังตัวอย่างรูป 3
 - 2.2 ทำเช่นเดียวกันข้อ 2.1 โดยลากเส้นจากจุดตัดระหว่างเส้นชั้นความสูงกับเส้นตรง AB ลงมาที่กราฟ XY ให้ครบทุกจุดตัด
3. สร้างภาคตัดขวางภูมิประเทศจากเส้นตรงในแนวอื่น โดยลากเส้นตรงใหม่อีก 1 เส้นในแนวที่แตกต่างจากเส้นตรง AB เช่น เส้นตรง CD ดังตัวอย่างรูป 3 จากนั้นทำเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2
4. นำเสนอภาคตัดขวางภูมิประเทศทั้ง 2 รูป เปรียบเทียบและบรรยายลักษณะภูมิประเทศจากภาคตัดขวางที่สร้างขึ้น

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม



สรุปผลการทำกิจกรรม

ถ้าสร้างภาคตัดขวางในแนวที่แตกต่างกัน จะได้ภาคตัดขวางภูมิประเทศที่ไม่เหมือนกัน เช่น แนวเส้นตรง AB ลากผ่านบริเวณที่มีเส้นชั้นความสูงที่แตกต่างกันจากแนวเส้นตรง CD โดยภาคตัดขวางตามแนวเส้นตรง AB ตัดผ่านยอดเขา และมีความสูงประมาณ 400 เมตร ส่วนภาคตัดขวางตามแนวเส้นตรง CD ไม่ได้ตัดผ่านยอดเขา และมีความสูงประมาณ 300 เมตร และลักษณะของภาคตัดขวางตามแนวเส้นตรง AB หรือ CD ขึ้นอยู่กับเส้นชั้นความสูง เช่น ภาคตัดขวางที่ลากผ่านบริเวณที่มีเส้นชั้นความสูงชิดกันจะได้ภาคตัดขวางภูมิประเทศที่แสดงความลาดชันมากกว่าบริเวณที่มีเส้นชั้นความสูงห่างกัน

คำถามท้ายกิจกรรม (ตอบตามข้อมูลของตนเอง)

1. ภาคตัดขวางภูมิประเทศทั้ง 2 รูป แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน เช่น จากภาพตัวอย่าง ภาคตัดขวางตามแนวเส้นตรง CD แสดงลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูงน้อยกว่าภาคตัดขวางตามแนวเส้นตรง AB

2. ลักษณะภูมิประเทศตามแนวเส้นตรง AB หรือ CD สัมพันธ์กับเส้นชั้นความสูงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ สัมพันธ์กัน คือ ภาคตัดขวางที่ลากผ่านบริเวณที่มีเส้นชั้นความสูงชิดกัน จะได้ภาคตัดขวางภูมิประเทศที่แสดงความลาดชันมากกว่าบริเวณที่มีเส้นชั้นความสูงห่างกัน

3. ถ้าให้เส้นตรง AB หรือ CD แทนเส้นทางที่จะเดินทางผ่านภูมิประเทศดังกล่าว นักเรียนคิดว่าเส้นทางใดน่าจะเดินทางผ่านได้ง่ายกว่า เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ตอบตามข้อมูลของตนเอง เช่น แนวคำตอบจากภาพตัวอย่าง เลือกเส้นทางตามแนวเส้นตรง CD จะเดินทางผ่านได้ง่ายกว่า เพราะมีลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูงน้อยกว่าแนวเส้นตรง AB

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมตอนที่ 1 และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถามดังแสดงด้านบน

5 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากผลการทำกิจกรรมกับการแปลความหมายของเส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศ โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- เส้นที่ลากตามแนวรอยขอบน้ำบนแผ่นใส เปรียบเทียบได้กับสัญลักษณ์ใดในแผนที่ภูมิประเทศ

แนวคำตอบ เส้นชั้นความสูง

- พื้นที่ที่อยู่บนเส้นชั้นความสูงเส้นเดียวกัน แสดงถึงระดับความสูงของพื้นที่เป็นอย่างไร

แนวคำตอบ พื้นที่นั้นมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลเท่ากัน

- พื้นที่ที่มีความชันมากกับพื้นที่ที่มีความชันน้อย จะมีลักษณะของเส้นชั้นความสูงเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

แนวคำตอบ มีเส้นชั้นความสูงแตกต่างกัน คือ พื้นที่ที่มีความชันมาก เส้นชั้นความสูงจะชิดกัน ส่วนพื้นที่ที่มีความชันน้อย เส้นชั้นความสูงจะห่างกัน

- พื้นที่ที่มีร่องน้ำหรือหุบเขา เส้นชั้นความสูงมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ เส้นชั้นความสูงที่มีรูปร่างคล้าย ตัว V หรือ U และมีส่วนฐานชี้ไปทางด้านที่สูงกว่า

- ถ้าเส้นชั้นความสูงที่มีรูปร่างคล้าย ตัว V หรือ U แต่มีส่วนฐานชี้ทางด้านที่ต่ำกว่า แสดงว่าพื้นที่นั้นมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ พื้นที่นั้นมีลักษณะเป็นสันเขา

- บริเวณยอดเขา เส้นชั้นความสูงมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ เส้นชั้นความสูงที่บรรจบกันเป็นวงและอยู่ด้านในสุด

- ลักษณะของเส้นชั้นความสูงขึ้นกับสิ่งใด

แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศ

- จากคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหน้า 83 บริเวณ A - G แต่ละบริเวณมีลักษณะภูมิประเทศเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ

พื้นที่	ลักษณะภูมิประเทศ
A	พื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย
B	พื้นที่ที่เป็นทางน้ำและมีความลาดชันน้อย
C และ D	พื้นที่ที่เป็นทางน้ำ และมีความลาดชันมากกว่าพื้นที่ A และ B
E	ยอดเขา
F	พื้นที่ที่มีความลาดชันมาก
G	สันเขา และมีความลาดชันมาก

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมตอนที่ 2 และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถามดังแสดงด้านบน
7. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากผลการทำกิจกรรมกับการการสร้างภาคตัดขวางภูมิประเทศ โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - ภาคตัดขวางภูมิประเทศคืออะไร
แนวคำตอบ ภาคตัดขวางภูมิประเทศ แสดงลักษณะหน้าตัดของภูมิประเทศในแนวตั้งฉาก
 - ความแตกต่างกันของภาคตัดขวางภูมิประเทศขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง
แนวคำตอบ แนวการสร้างภาคตัดขวาง และเส้นชั้นความสูงที่ตัดผ่าน
 - ภาคตัดขวางภูมิประเทศมีประโยชน์อย่างไรได้บ้าง พร้อมยกตัวอย่าง
แนวคำตอบ ข้อมูลในการวางแผนจัดการพื้นที่ได้ เช่น ในการเลือกเส้นทางคมนาคม ถ้าเปรียบแนวของภาคตัดขวางภูมิประเทศเป็นเส้นทางผ่านภูมิประเทศนั้น ๆ จะได้ภาคตัดขวางที่แสดงเส้นทางในหลายลักษณะประกอบการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม
8. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับการแปลความหมายเส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศ โดยมีแนวทางการสรุปดังนี้

แนวทางการสรุป

- แผนที่ภูมิประเทศ เป็นแผนที่ที่รวบรวมลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก รวมทั้งความสูงต่ำของพื้นที่ แสดงด้วยเส้นชั้นความสูง
- เส้นชั้นความสูงแต่ละเส้นไม่ตัดกันและเส้นชั้นความสูงเส้นเดียวกันจะลากผ่านภูมิประเทศที่มีระดับความสูงเท่ากันและแบ่งเขตพื้นที่ออกเป็นสองบริเวณ คือ ด้านที่มีความสูงมากกว่าและด้านที่มีความสูงน้อยกว่า
- เส้นชั้นความสูงแต่ละเส้น แสดงระดับความสูงของพื้นที่ที่แตกต่างกัน และลักษณะของเส้นชั้นความสูงยังบอกถึงลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันทั้งความลาดเอียงและลักษณะพื้นผิว เช่น หน้าผา บริเวณหุบเขา ยอดเขา ทางน้ำ
- ภาคตัดขวางภูมิประเทศ แสดงลักษณะหน้าตัดของภูมิประเทศในแนวตั้งฉาก ถ้าสร้างภาคตัดขวางในแนวที่แตกต่างกัน จะได้ภาคตัดขวางภูมิประเทศที่ไม่เหมือนกัน

9. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การศึกษาเรื่องแผนที่ธรณีวิทยา ดังที่จะศึกษาในหัวข้อต่อไป โดยใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

- แผนที่ธรณีวิทยามีข้อมูลของแผนที่ภูมิประเทศหรือไม่ อะไรบ้าง

แนวคำตอบ มีข้อมูลบางส่วนของแผนที่ภูมิประเทศ เช่น เส้นชั้นความสูงหลัก ถนนทางน้ำ

- แผนที่ธรณีวิทยาเน้นแสดงข้อมูลใด

แนวคำตอบ ข้อมูลหิน และโครงสร้างทางธรณี

แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	การวัดและประเมินผล
K: การแปลความหมายเส้นชั้นความสูง	ประเมินจากผลงานการปฏิบัติกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรม การอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้ และการตอบคำถามในแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ
P: 1. การสร้างแบบจำลอง 2. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 3. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 4. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. ประเมินจากการออกแบบและสร้างแบบจำลองภูมิประเทศและเส้นชั้นความสูง 2. ประเมินจากอธิบายความสัมพันธ์ของแบบจำลองภูมิประเทศ เส้นชั้นความสูง และภาคตัดขวางภูมิประเทศ 3. ประเมินจากการออกแบบและสร้างแบบจำลองภูมิประเทศ 4. ประเมินจากการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม
A: ความใจกว้าง	ประเมินจากการร่วมอภิปราย และการตอบคำถาม

6.3 ข้อมูลในแผนที่ธรณีวิทยา

จุดประสงค์การเรียนรู้

ระบุและอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่ธรณีวิทยา

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 1 และ 2 สสวท.
2. กรมทรัพยากรธรณี <http://www.dmr.go.th>
3. หนังสือธรณีวิทยาประเทศไทย กรมทรัพยากรธรณี
4. สสวท. Learning space <https://www.scimath.org>

แนวการจัดการเรียนรู้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสัญลักษณ์และข้อมูลที่ระบุในแผนที่ธรณีวิทยา โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - แผนที่ธรณีวิทยามีจุดประสงค์ในการแสดงข้อมูลเรื่องใด และศึกษาได้จากข้อมูลได้จากองค์ประกอบใดของแผนที่

แนวคำตอบ แสดงเกี่ยวกับข้อมูลหินและธรณีโครงสร้าง ศึกษาได้จากสัญลักษณ์และคำอธิบาย
2. แบ่งกลุ่มนักเรียน แล้วให้ปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 6.3 ตามหนังสือเรียนหน้า 85 เพื่อศึกษาสัญลักษณ์และข้อมูลทางธรณีวิทยาที่สอดคล้องกับสัญลักษณ์ และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรม 6.3 ทำความรู้จักกับแผนที่ธรณีวิทยา

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สืบหาสัญลักษณ์และคำอธิบาย พร้อมระบุข้อมูลที่สัมพันธ์กับสัญลักษณ์ที่พบในแผนที่ธรณีวิทยา
2. วิเคราะห์ และอธิบายสัญลักษณ์และข้อมูลทางธรณีวิทยาที่สัมพันธ์กัน

วัสดุ-อุปกรณ์

รูปแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1 : 1,000,000 และคำอธิบายสัญลักษณ์และข้อมูลทางธรณีวิทยาประเทศไทย จัดทำโดยกรมทรัพยากรธรณี

เวลา 1 ชั่วโมง

การเตรียมตัวล่วงหน้า

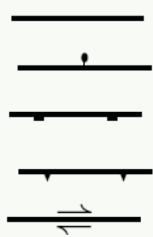
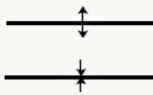
ครูควรให้นักเรียนศึกษาสัญลักษณ์และคำอธิบายแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาล่วงหน้า โดยศึกษาจากหนังสือเรียนหน้า 87 หรือดาวโหลดรูป จาก QR code ที่หน้าแรกของบท

วิธีการทำกิจกรรม

1. สืบหาสัญลักษณ์และคำอธิบายจากแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย ปี 2542 ดังรูป ก และ ข
2. รวบรวมสัญลักษณ์ และข้อมูลทางธรณีวิทยาที่สัมพันธ์กัน และบันทึกผล
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์และคำอธิบายข้อมูลทางธรณีวิทยา
4. จัดกระทำข้อมูล เพื่ออธิบายสัญลักษณ์และข้อมูลที่แสดงในแผนที่ธรณีวิทยา
5. นำเสนอผลการทำกิจกรรมในข้อ 3

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ข้อมูลทางธรณีวิทยา	คำอธิบาย	สัญลักษณ์	
อายุ	มหายุคพรีแคมเบรียน ยุคแคมเบรียน ยุคออโดวิเชียน ยุคไซลูเรียน ยุคดีโวเนียน ยุคคาร์บอนิเฟอรัส ยุคเพอร์เมียน ยุคไทรแอสซิก ยุคจูแรสซิก ยุคครีเทเชียส ยุคเทอร์เชียรี ยุคควอเทอร์นารี	pC C O S D C P T J K T Q	โทนสีชมพู โทนสีเทาอมเขียว โทนสีฟ้า โทนสีชมพูอมเทา โทนสีชมพูอมเทา โทนสีเทาอมฟ้า โทนสีส้ม โทนสีม่วง โทนสีฟ้าอมน้ำเงิน โทนสีเขียว โทนสีเหลือง โทนสีเหลืองอ่อน
หน่วยหินและ ชนิดหิน	กลุ่มหิน หมวดหิน ชนิดหิน	สัญลักษณ์ตามอายุ โทนสีเดียวกับอายุ	

ข้อมูลทางธรณีวิทยา	คำอธิบาย	สัญลักษณ์
โครงสร้างทางธรณี	รอยเลื่อน รอยเลื่อนปกติ รอยเลื่อนย้อน รอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ รอยเลื่อนตามแนวระดับ	
	ชั้นหินคดโค้งรูปประทุน ชั้นหินคดโค้งรูปประทุนหงาย	

ตัวอย่างการจัดกระทำข้อมูล เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์ และอธิบายสัญลักษณ์และข้อมูล
ที่ในแผนที่ธรณีวิทยาที่สัมพันธ์กัน

ข้อมูลทางธรณีวิทยา	สัญลักษณ์ที่ใช้	ตัวอย่าง
อายุตามมาตรา ธรณีกาล	ตัวอักษร	หินในยุคเพอร์เมียน สัญลักษณ์ P
	สี	โทนสีส้ม
หน่วยหินและชนิดหินของ หินตะกอน หินแปร และ หินอัคนี	ตัวอักษร	Ju หมายถึง กลุ่มหินอุ้มผง ที่มีอายุอยู่ในยุคจูแรสซิก
	สี	โทนสีฟ้า
โครงสร้างทางธรณี 1. รอยเลื่อน 2. ชั้นหินคดโค้ง	เส้น	รอยเลื่อนใช้สัญลักษณ์  ชั้นหินคดโค้งรูปประทุน 

สรุปผลการทำกิจกรรม

แผนที่ธรณีวิทยาจะมีสัญลักษณ์ที่อธิบายเกี่ยวกับอายุหิน หน่วยและชนิดของหิน โครงสร้างทางธรณี โดยมีใช้สัญลักษณ์ดังนี้

- (1) สัญลักษณ์แสดงอายุหิน แสดงด้วยสีที่แตกต่างกันร่วมกับคล้ายตัวอักษรย่อภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ และมีความหมายแทนช่วงเวลาทางธรณีวิทยาตามมาตรฐานธรณีกาล ทั้งหมดยุค และยุค
- (2) สัญลักษณ์แสดงหน่วยหินและชนิดหิน แสดงข้อมูลหน่วยหินของหินตะกอน และหินแปรโดยใช้สีที่แตกต่างกันตามอายุร่วมกับอักษรย่อของชื่อหน่วยหิน
- (3) สัญลักษณ์แสดงโครงสร้างทางธรณี ส่วนใหญ่แสดงด้วยสัญลักษณ์แบบเส้น

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แผนที่ธรณีวิทยาแสดงข้อมูลใดบ้าง

แนวคำตอบ อายุและชนิดของหิน หน่วยหิน โครงสร้างทางธรณี ข้อมูลภูมิประเทศ บางส่วน และข้อมูลอื่น ๆ

2. ในแผนที่ธรณีวิทยามีหินประเภทใดบ้าง

แนวคำตอบ หินตะกอน หินแปร หินอัคนี

3. สัญลักษณ์ของหินอัคนีและหินตะกอนมีความเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน สี หินอัคนีใช้โทนสีสีแดง สีชมพู ส่วนหินตะกอนจะใช้หลายสีและเปลี่ยนแปลงไปตามอายุของหิน

4. อายุของหน่วยหินแสดงด้วยสัญลักษณ์ใด

แนวคำตอบ สัญลักษณ์ที่คล้ายกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ

5. การเรียงลำดับชนิดของหน่วยหินในคำอธิบายแผนที่จากบนลงล่าง มีหลักการเรียงลำดับอย่างไร

แนวคำตอบ เรียงตามอายุของหิน

6. จากแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย หินที่มีอายุมากที่สุด และหินที่มีอายุน้อยที่สุดอยู่ในยุคเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่ได้อยู่ในยุคเดียวกัน คือ หินที่มีอายุมากที่สุดในมหายุคพรีแคมเบรียน และหินที่มีอายุน้อยที่สุดในยุคควอเตอร์นารี

7. สัญลักษณ์ที่มีลักษณะเป็นเส้น เช่น ----- ใช้แทนข้อมูลทางธรณีวิทยาประเภทใด

แนวคำตอบ โครงสร้างทางธรณี

8. หน่วยหินต่าง ๆ ในแผนที่ธรณีวิทยา แสดงด้วยสัญลักษณ์รูปแบบใดบ้าง

แนวคำตอบ สัญลักษณ์ที่คล้ายกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ สี และสัญลักษณ์แบบเส้น รูปแบบต่าง ๆ

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแสดงด้านบน
4. ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสัญลักษณ์และคำอธิบายในแผนที่ธรณีวิทยา โดยสืบค้น ข้อมูลทางธรณีวิทยาและสัญลักษณ์ที่สัมพันธ์กันของแผนที่ธรณีวิทยาจากหนังสือเรียนหน้าที่ 88 -90 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - หินอัคนีพุและหินอัคนีแทรกซอนใช้สัญลักษณ์สีเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
แนวคำตอบ หินอัคนีพุจะใช้โทนสีแดง ส่วนแทนหินอัคนีแทรกซอนจะใช้โทนสีชมพู
 - หินตะกอนและหินแปรใช้สัญลักษณ์สีสัมพันธ์กับข้อมูลใด
แนวคำตอบ ใช้โทนสีตามอายุของหิน
 - การจัดลำดับสัญลักษณ์ของอายุหินมีวิธีการจัดเรียงตามหลักการใด
แนวคำตอบ จัดเรียงตามหลักการลำดับชั้นหิน
 - สัญลักษณ์แสดงธรณีโครงสร้างมีความสำคัญอย่างไร
แนวคำตอบ เป็นข้อมูลสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าบริเวณดังกล่าวเคยมีการเปลี่ยนแปลงทาง ธรณีวิทยาเกิดขึ้นในบริเวณนี้ และอาจมีโอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ดังกล่าวในอนาคต เช่น ชั้นหินคดโค้งและรอยเลื่อนทำให้ทราบว่าพื้นที่บริเวณนี้มีเคยได้ รับผลจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีมาก่อน รอยเลื่อนประเภทต่าง ๆ จะบ่งบอกถึงธรณี พื้ดินภัยที่เกี่ยวข้อง
5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับการแปลความหมายสัญลักษณ์ใน แผนที่ธรณีวิทยา โดยมีแนวทางการสรุปดังนี้
แนวทางการสรุป แผนที่ธรณีวิทยาเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลหินที่พบในแต่ละพื้นที่ ซึ่งแบ่งกลุ่ม ข้อมูลหินออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลหินตะกอนและหินแปร และข้อมูลหินอัคนี โดยแสดง ทั้งหน่วยและชนิดหิน รวมทั้งอายุหินตามมาตรารัศมีกาล ด้วยสัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ สัญลักษณ์ที่คล้ายกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ สี นอกจากนี้ในแผนที่ธรณีวิทยายังแสดงข้อมูล โครงสร้างทางธรณี ซึ่งส่วนใหญ่ใช้สัญลักษณ์แบบเส้น

แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	การวัดและประเมินผล
K: การแปลความสัญลักษณ์ข้อมูลหินและโครงสร้างทางธรณีในแผนที่ธรณีวิทยา	ประเมินจากผลการปฏิบัติกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรม การอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้ และการตอบคำถามในแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ
P: 1. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	1. ประเมินจากผลการจัดกระทำข้อมูลเพื่อนำเสนอข้อมูลทางธรณีวิทยาและสัญลักษณ์ที่สอดคล้องกัน 2. ประเมินจากการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม
A: ความใจกว้าง	ประเมินจากการร่วมอภิปราย และการตอบคำถาม

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ประเทศไทยประกอบด้วยแผ่นเปลือกโลกขนาดเล็กโดยมีแนวรอยตะเข็บ (suture) เชื่อมกัน 2 แผ่น คือ แผ่นเปลือกโลกชาน-ไทย และแผ่นเปลือกโลกอินโดจีน ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกและตะวันออก ตามลำดับ โดยพื้นที่ของแผ่นเปลือกโลกชาน-ไทย ครอบคลุมบริเวณด้านตะวันออกของประเทศพม่า บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ของประเทศไทย รวมถึงประเทศมาเลเซีย และบริเวณตอนเหนือของเกาะสุมาตราด้วย พื้นที่ของแผ่นเปลือกโลกอินโดจีนครอบคลุม บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกของประเทศไทย บริเวณสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประเทศกัมพูชา รวมถึงประเทศเวียดนามด้วย พื้นที่ประเทศไทยที่อยู่ในส่วนของแผ่นเปลือกโลกชาน-ไทย ซึ่งรองรับด้วยหินตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียนมหายุคพาเลโอโซอิก มหายุคมีโซโซอิก และมหายุคซีโนโซอิกเป็นส่วนใหญ่ แต่ในส่วนของแผ่นเปลือกโลกอินโดจีนรองรับด้วยหินตั้งแต่มหายุคพาเลโอโซอิก มหายุคมีโซโซอิก และมหายุคซีโนโซอิกเป็นส่วนใหญ่ จากการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกอินเดียเข้ามาชนกับแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย ในช่วงยุคเทอร์เชียรี ทำให้ชั้นหินของแนวสุโขทัย และชั้นหินแนวเลย-เพชรบูรณ์ ซึ่งอยู่ระหว่างขอบรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกชาน-ไทย และอินโดจีนเกิดการคดโค้งงอตัว และพัฒนาเกิดแนวรอยเลื่อนที่สำคัญในประเทศไทย เช่น รอยเลื่อนตามแนวระดับในทิศทางตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เช่น รอยเลื่อนแม่ปิง รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ และในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ เช่น รอยเลื่อนอุตรดิตถ์-น่าน รอยเลื่อนระนอง

หินต่าง ๆ ที่รองรับพื้นที่ประเทศไทยตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียนถึงตะกอนยุคควอเตอร์นารี มีการแผ่กระจายดังแสดงในแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยมาตราส่วน 1 : 1,000,000 ส่วนการลำดับชั้นหิน และการกระจายตัวจากยุคหินที่เชื่อว่ามีอายุแก่ที่สุดไปหาอ่อนสุด สามารถอธิบายลักษณะตามภูมิภาคต่าง ๆ ดังนี้

หินมหายุคพรีแคมเบรียน ส่วนใหญ่หมายถึงหินแปรสภาพอย่างไพศาลซึ่งเป็นหินแปรเกรดสูง จำพวกหินออร์โทไนส์ (หินแอนนาเท็กไซต์หรือหินมิกมาไทต์) หินพาราไนส์ หินชีสต์ หินแคล์ซิลิเกตและหินอ่อน พบแผ่กระจายอยู่ตามแนวขอบตะวันตกของแผ่นเปลือกโลกซัน-ไทย ในเขตจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก ประจวบคีรีขันธ์ นครศรีธรรมราช และอาจรวมไปถึงด้านตะวันออกในเขตจังหวัดชลบุรี

หินมหายุคพาเลโอโซอิกตอนล่าง ประกอบด้วยหินยุคแคมเบรียนถึงหินยุคดีโวเนียนหินชั้นเป็นพวกหินทราย หินดินดาน หินคาร์บอนเนตและหินแปรเกรดต่ำ โดยจะโผล่ให้เห็นเป็นแนวยาวจากบริเวณภาคเหนือ และภาคตะวันตกตอนบนผ่านลงมาทางบริเวณภาคตะวันออก กลุ่มหินที่สำคัญในบริเวณภาคใต้ ได้แก่ กลุ่มหินตระกูลยุคแคมเบรียน หินคาร์บอนเนตกลุ่มหินปูนทุ่งสงยุคออร์โดวิเชียน และกลุ่มหินตะนาวศรียุคไซลูเรียน ถึงคาร์บอนิเฟอรัส

หินมหายุคพาเลโอโซอิกตอนบน ประกอบด้วยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงหินยุคเพอร์เมียน หินมหายุคนี้พบแผ่กระจายตัวอยู่เกือบทุกภูมิภาคของประเทศไทย ยกเว้นบริเวณที่ราบสูงโคราช เท่านั้น หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสส่วนใหญ่เป็นพวกหินทราย หินดินดาน และหินโคลนปนกรวด มีหินเชิร์ต และหินปูนบ้าง ในขณะที่หินยุคเพอร์เมียนส่วนใหญ่เป็นหินปูนมีหินดินดาน หินทราย และหินเชิร์ตบ้าง ขอบเขตของหินปูนยุคเพอร์เมียนสามารถแบ่งออกเป็น 2 แนว คือ แนวที่ปรากฏอยู่ทางด้านซีกตะวันตกของประเทศรวมถึงบริเวณภาคใต้ กำหนดให้เป็นกลุ่มหินปูนราชบุรี ส่วนแนวที่ปรากฏทางด้านตะวันออกครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ และพื้นที่ตามแนวขอบที่ราบสูงโคราชด้านตะวันตก ซึ่งมักพบว่ามีหินภูเขาไฟและหินอัลตราเมฟิกปนอยู่ด้วย กำหนดให้เป็นกลุ่มหินสระบุรี กลุ่มหินปูนทั้งสองกลุ่มนี้ในปัจจุบันเป็นแหล่งหินอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ และก่อสร้างที่สำคัญของประเทศไทย สำหรับหินในยุคเพอร์เมียนในบริเวณภาคเหนือใช้ชื่อเรียกว่า กลุ่มหินงาว

หินมหายุคมีโซโซอิก ได้แก่ หินยุคไทรแอสซิก หินยุคจูแรสซิก และหินยุคครีเทเชียส ในช่วงยุคไทรแอสซิกเป็นการสะสมตัวของชั้นหินดินดาน หินปูน และหินทราย ในสภาพแวดล้อมภาคพื้นสมุทร ขอบเขตของหินยุคไทรแอสซิกที่พบส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตก ได้แก่ กลุ่มหินลำปาง แต่ก็มีปรากฏให้เห็นบ้างในบริเวณด้านชายฝั่งทะเลตะวันออก และภาคใต้ สำหรับหินในช่วงยุคจูแรสซิก-ครีเทเชียส แบ่งเป็นสองกลุ่มตามลักษณะสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอน โดยแบ่งเป็น การสะสมตัวของตะกอนภาคพื้นทวีป ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินกรวดมน โดยชั้นหินมีลักษณะสีแดงบ่งบอกถึงสภาวะแวดล้อมภาคพื้นทวีป

แผ่นเปลือกบริเวณที่ราบสูงโคราชทั้งหมด จึงกำหนดชื่อให้เป็น กลุ่มหินโคราช นอกจากนี้ยังพบแผ่นกระจายตัวเป็นแอ่งแคบ ๆ ในบริเวณภาคเหนือ และภาคใต้ตอนล่าง รวมไปถึงประเทศมาเลเซีย และการสะสมตัวของตะกอนภาคพื้นสมุทรยุคจูแรสซิก ประกอบด้วยหินดินดาน หินทราย หินกรวดมน และหินปูน ของกลุ่มหินทุ่งใหญ่ โดยแผ่นกระจายตัวอยู่บริเวณด้านตะวันตกของภาคเหนือ บางพื้นที่ของภาคตะวันตก และบริเวณภาคใต้ตอนบน ตามลำดับ

หินมหายุคซีโนโซอิก ประกอบด้วย หินยุคเทอร์เชียรีและหินยุคควอเทอร์นารี หินมหายุคนี้เป็นหินที่สะสมตัวภาคพื้นทวีป และในทะเลลึกของแอ่งที่จมตัวลงไป ในลักษณะเป็นบล็อกกิ้งกราเบน ซึ่งวางตัวอยู่ในแนวเหนือใต้ ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลการยกตัวของแผ่นดิน และการเกิดรอยเลื่อนในช่วงที่ผ่านเปลือกโลกอินเดีย เคลื่อนตัวเข้ามาชนกับแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย เมื่อประมาณ 40-50 ล้านปี ที่ผ่านมา ชั้นหินภายในแอ่งเทอร์เชียรี ประกอบด้วย หินทราย หินดินดาน และหินโคลน แอ่งเทอร์เชียรีที่พบกระจายอยู่ทั้งบนบกและในทะเลทั่วประเทศกว่า 60 แอ่ง มีความสำคัญทางเศรษฐกิจด้านแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงเพราะเป็นแหล่งถ่านหิน ปิโตรเลียม

พื้นที่ประมาณประมาณ 1 ใน 3 ของประเทศไทยปกคลุมด้วยชั้นตะกอน ยุคควอเทอร์นารี ซึ่งเป็นตะกอนสะสมตัวที่ยังไม่แข็งเป็นหิน ส่วนใหญ่ประกอบด้วยตะกอน กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว ชั้นศิลาแลง และเศษหิน ที่ผุพังจากหินเดิม เนื่องจากกระบวนการกร่อน และพัดพา โดยอิทธิพลของกระแสน้ำ และกระแสนลม แล้วเกิดการสะสมตัวบนตะพักลุ่มน้ำ บริเวณที่ราบน้ำท่วมขายฝั่งทะเล และในทะเลสาบ

หินอัคนี ในประเทศไทยเท่าที่สำรวจพบมีหลายชนิดและหลายช่วงอายุ ตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิก ถึงมหายุคซีโนโซอิก แบ่งออกได้เป็นสามแนว ได้แก่ แนวตะวันออก แนวตอนกลาง และแนวตะวันตก ส่วนใหญ่เป็นพวกหินแกรนิต และหินภูเขาไฟ โดยมีหินเมฟิก และอัลตราเมฟิกรวมอยู่ด้วย โพลีไทรต์เป็นบริเวณแคบ ๆ ตามแนวตะเข็บ ในเขตจังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ นครราชสีมา สระแก้ว ปราจีนบุรี นราธิวาส

กรมทรัพยากรธรณี, 2550, น. 15 – 19

6.4 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อ่าน และแปลความหมายแผนที่ธรณีวิทยา และระบุข้อมูลธรณีวิทยาที่พบ
2. ออกแบบ และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากข้อมูลในแผนที่ธรณีวิทยาและแผนที่ภูมิประเทศ

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ธรณีวิทยา เล่ม 1, 2
2. กรมทรัพยากรธรณี <http://www.dmr.go.th>
3. สสวท. goo.gl/v1QBEM

แนวการจัดการเรียนรู้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยนำตัวอย่างการนำข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศมาใช้ประโยชน์ เช่น การสร้างถนน แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเองโดยใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้
 - ถ้านักเรียนเป็นวิศวกร และต้องการตัดถนนจากหมู่บ้านไปยังหมู่บ้านหนึ่ง นักเรียนคิดว่า จะวางแผนเลือกพื้นที่ในการสร้างถนนอย่างไร

แนวคำตอบ เลือกตัดผ่านพื้นที่ราบ ถ้าต้องตัดผ่านชุมชนจะเลือกพื้นที่ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนน้อยที่สุด ไม่ตัดผ่านสถานที่สำคัญ เช่น วัด

 - จากคำถามข้างต้น นักเรียนจะหาข้อมูลประกอบการวางแผนได้จากแหล่งข้อมูลใดบ้าง เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ การสำรวจพื้นที่ แผนที่ภูมิประเทศ เพื่อสำรวจลักษณะภูมิประเทศ
2. แบ่งกลุ่มนักเรียน แล้วให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 6.4 ตามหนังสือเรียนหน้า 91 เพื่อศึกษาตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรมที่ 6.4 ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศกับการใช้ประโยชน์

จุดประสงค์กิจกรรม

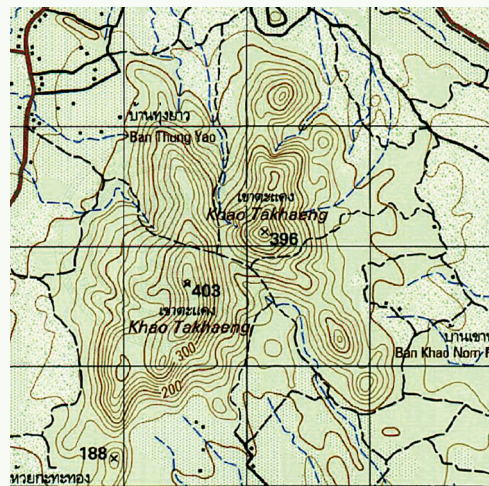
1. วิเคราะห์เส้นชั้นความสูง และอธิบายแนวคิดในการสร้างถนนตัดผ่านภูเขาจากแผนที่ภูมิประเทศที่กำหนด
2. สืบค้นข้อมูล และอธิบายแนวทางในการเลือกเส้นทางสร้างถนน

วัสดุ-อุปกรณ์

รูปตัวอย่างแผนที่ภูมิประเทศ

วิธีการทำกิจกรรม

1. วิเคราะห์สัญลักษณ์ และเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศ ดังรูป 1 และระบุลักษณะภูมิประเทศที่ถนน A B และ C ตัดผ่าน พร้อมบันทึกผล
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการเลือกเส้นทางสร้างถนน
3. จากข้อ 1 และ 2 รวบรวมและจัดกระทำข้อมูลเพื่ออธิบายแนวทางในการเลือกเส้นทางสร้างถนนผ่านพื้นที่ที่เป็นภูเขาหรือเส้นทางที่มีความสูงชัน พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
4. นำเสนอผลการทำกิจกรรมในข้อ 3



ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ถนน	ลักษณะภูมิประเทศที่ถนนตัดผ่าน
A	ตัดผ่านลาดเขาซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสูงไม่มาก มีความลาดชันน้อยแนวถนนส่วนใหญ่ขนานไปกับร่องน้ำ แต่มีบางส่วนตัดผ่านร่องน้ำ
B	ตัดผ่านร่องเขา แนวถนนส่วนใหญ่ขนานไปกับร่องน้ำ แต่มีบางส่วนตัดผ่านร่องน้ำ
C	ตัดผ่านลาดเขาซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสูงไม่มาก แนวถนนขนานไปกับร่องน้ำ และมีความลาดชันน้อย

สรุปผลการทำกิจกรรม

แนวทางในการเลือกเส้นทางสร้างถนนนั้น โดยทั่วไปจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชน ความสะดวกในการดำเนินงาน การประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง รวมถึงค่าใช้จ่ายของการเดินทางในอนาคต ดังนั้น การวางแผนเลือกเส้นทางในการก่อสร้างจึงมักเลือกพื้นที่ราบ ไม่มีโบราณสถาน โบราณวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างมาเกียดขวางระยะทางสั้น และหลีกเลี่ยงทางน้ำ จากกิจกรรม ลักษณะภูมิประเทศที่เส้นทางถนน A B และ C ตัดผ่าน ส่วนใหญ่เลือกตัดผ่านพื้นที่ที่มีความลาดชันไม่มาก มีระยะทางค่อนข้างสั้น และหลีกเลี่ยงทางน้ำโดยสร้างทางคู่ขนานกับทางน้ำ แต่มีบางช่วงที่สร้างคร่อมทางน้ำ ซึ่งอาจต้องหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อป้องกันความเสียหายแก่ถนน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถนนสายใดบ้างที่สร้างขนานไปตามแนวของทางน้ำ

แนวคำตอบ A B และ C

2. ถ้าเลือกตัดถนน A เบี่ยงไปทางทิศเหนือหรือทิศใต้ของเส้นทางเดิมจะได้เส้นทางถนนที่แตกต่างจากเดิมหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ถ้าตัดถนนเบี่ยงไปทางทิศเหนือ ถนนจะตัดผ่านสันเขาและมีระยะทางยาวมากขึ้น และถ้าตัดถนนเบี่ยงไปทางทิศใต้ มีโอกาสที่จะตัดผ่านภูมิประเทศที่มีความสูงต่ำ และความลาดชันสลับกันตลอดเส้นทาง

3. การสร้างถนนแต่ละสายมีแนวทางในการเลือกพื้นที่อย่างไร

แนวคำตอบ เลือกตัดผ่านพื้นที่ที่มีความสูงและความลาดชันไม่มาก

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแสดงด้านบน

4. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า นอกจากการวางแผนการสร้างถนน ยังสามารถนำข้อมูลของแผนที่ภูมิประเทศไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้อีกบ้าง

แนวคำตอบ การจัดการแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ เช่น ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้ การวางผังเมือง การสร้างเขื่อน การสร้างทางรถไฟ การวางแผนเพื่อลดหรือเฝ้าระวังผลกระทบจากภัยธรรมชาติ

5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เพื่อเชื่อมโยงการใช้ประโยชน์ข้อมูลทางธรณีวิทยากับการวางแผนการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ตามที่ได้ร่วมกันอภิปรายในข้อ 4 โดยใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

- นอกจากต้องคำนึงถึงข้อมูลลักษณะภูมิประเทศแล้ว จำเป็นต้องคำนึงถึงข้อมูลทางธรณีวิทยาหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ จำเป็น เพราะการก่อสร้างสิ่งต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้วัสดุหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรณี เช่น หิน ดังนั้นถ้าทราบแหล่งหินที่อยู่ใกล้เคียงที่จะต้องนำมาใช้ในการก่อสร้างเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และยังต้องสำรวจโครงสร้างทางธรณีในพื้นที่ด้วย เช่น รอยเลื่อน หรือลักษณะชั้นหินเพื่อป้องกันความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้าง

- ถ้าต้องการทราบข้อมูลหินในท้องถิ่นของตนเอง สามารถศึกษาข้อมูลได้จากแผนที่ใด

แนวคำตอบ แผนที่ธรณีวิทยา

6. แบ่งกลุ่มนักเรียน แล้วให้ปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 6.5 ตามหนังสือเรียนหน้า 93 เพื่อศึกษาตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



กิจกรรมที่ 6.5 ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยากับการใช้ประโยชน์

จุดประสงค์กิจกรรม

1. อ่าน และแปลความหมายแผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดตนเอง
2. ระบุทรัพยากรหิน และ/หรือโครงสร้างทางธรณีที่พบในท้องถิ่น
3. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ระบุไว้ในแผนที่ไปใช้ประโยชน์

วัสดุ-อุปกรณ์

แผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดตนเอง จำนวน 1 ระวัง

การเตรียมตัวล่วงหน้าสำหรับครู

ให้นักเรียนดาวน์โหลดแผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดตนเอง กรมทรัพยากรธรณี <http://www.dmr.go.th> และปฏิบัติตามกิจกรรมข้อ 1-3 มาล่วงหน้า

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

แบ่งรายการข้อมูลหินที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมข้อ 3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำไปสืบค้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ และนำมาเสนอต่อชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดเห็นกับสมาชิกกลุ่มอื่น

วิธีการทำกิจกรรม

1. สืบหาสัญลักษณ์และคำอธิบายในแผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดตนเอง
2. อ่าน และแปลความหมายสัญลักษณ์บนแผนที่ธรณีวิทยา
3. รวบรวมข้อมูลทางธรณีวิทยาที่พบในท้องถิ่นของตนเอง
4. จากข้อ 3 ให้สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากข้อมูลทางธรณีวิทยาที่พบ
5. จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลในข้อ 4
6. นำเสนอข้อมูลทางธรณีวิทยาที่พบในท้องถิ่น และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ข้อมูลทางธรณีวิทยา	การนำไปใช้ประโยชน์
หินปูน	ทำปูนซีเมนต์ ทำปูนกินหมาก ทำวัสดุทนไฟ ทำปุ๋ย
หินไรโอไลต์	เป็นหินก่อสร้าง ทำถนน ทางรถไฟ ทำครก ประดับสวน
รอยเลื่อน	วางแผนการรับมือกับธรณีพิบัติภัย วางแผนการสร้างเขื่อน อาคาร

สรุปผลการทำกิจกรรม

แผนที่ธรณีวิทยา ช่วยให้ทราบข้อมูลทางธรณีวิทยาของแต่ละพื้นที่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งทรัพยากรหิน ซึ่งในจังหวัด.....พบทรัพยากรหินที่สำคัญหลายชนิดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่นนอกจากข้อมูลหินแล้ว ยังพบข้อมูลโครงสร้างทางธรณี ได้แก่เป็นข้อมูลที่ช่วยในการวางแผนรับมือเกี่ยวกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้ เช่น ธรณีพิบัติภัย วางแผนการสร้างอาคาร

คำถามท้ายกิจกรรม (ตอบตามข้อมูลจริงที่พบ)

1. ในอำเภอของนักเรียน พบหินชนิดใดบ้าง
2. หินตะกอนที่มีอายุเก่าแก่ที่สุดในจังหวัด เป็นหินตะกอนในยุคใด
3. ในจังหวัดของนักเรียน พบธรณีโครงสร้างใดบ้าง
4. ในจังหวัดของนักเรียน มีโอกาสเกิดธรณีพิบัติภัยหรือไม่ เพราะเหตุใด
5. หินที่พบในจังหวัดนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้บ้าง และพบบริเวณใด

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวทางการอภิปรายและแนวทางการตอบคำถาม ดังแสดงด้านบน
8. ครูนำอภิปรายต่อว่า จากการที่นักเรียนได้ศึกษาความรู้เรื่องแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา และความรู้เบื้องต้นทางด้านธรณีวิทยา ตั้งแต่เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ซึ่งส่งผลให้เกิดโครงสร้างทางธรณีและธรณีพิบัติภัยต่าง ๆ ตลอดจนเรื่องลำดับชั้นหิน และทรัพยากรธรณี ซึ่งข้อมูลดังกล่าวล้วนมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ทั้งหมดมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 6.6 ในหนังสือเรียนหน้าที่ 95 เพื่อร่วมกันระดมความคิดในการออกแบบและวางแผนการนำข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา ไปใช้ประโยชน์



กิจกรรมที่ 6.6 การประยุกต์ใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา

จุดประสงค์กิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศจากแผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลทางธรณีวิทยาจากแผนที่ธรณีวิทยา
2. ออกแบบและวางแผนการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

วัสดุ-อุปกรณ์

1. แผนที่ภูมิประเทศที่กำหนด ของกรมแผนที่ทหาร จำนวน 1 ระวัง
2. แผนที่ธรณีวิทยาที่กำหนด ของกรมทรัพยากรธรณี จำนวน 1 ระวัง

สื่อการเรียนรู้

โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น google earth

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. กิจกรรมนี้สามารถนำไปเป็นผลงานชิ้นหนึ่งในการประเมินผลสรุป (summative assessment) เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านธรณีวิทยาที่ได้เรียนมาตั้งแต่เล่ม 1 และ เล่ม 2 ร่วมกับความรู้พื้นฐานของแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา ในการออกแบบแนวคิดตามสถานการณ์ที่กำหนด ดังนั้นครูควรใช้เวลาในการออกแบบแนวคิดกับนักเรียนตามความเหมาะสม เช่น 1 สัปดาห์

2. เนื่องจากกิจกรรมนี้ เน้นการใช้เหตุผล และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนแนวคิด ฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีกระบวนการทำงาน สอดคล้องกับหลักการทำงานจริงในอนาคต ดังนั้น คุณครูควรเน้นให้นักเรียนตระหนัก ถึงความสำคัญในการปฏิบัติกิจกรรมนี้ ถึงแม้แนวคิดนั้นอาจจะมีโอกาสเป็นจริง หรือไม่ก็ตาม
3. ครูแนะนำนักเรียนให้เลือกระวางแผนที่ภูมิประเทศที่สอดคล้องกับพื้นที่ได้ โดยสืบค้น ด้วยคำสำคัญ เช่น index map Thailand สืบค้นแผนที่แนวเขตตำบลและตารางกริด ค้นหาที่ดินจากเลขระวาง ซึ่งมีทั้งระบบฐานข้อมูลออนไลน์ และนำหมายเลขระวาง ดำเนินการขอซื้อหรือขออนุญาตจากกรมแผนที่ทหาร

วิธีการทำกิจกรรม

สถานการณ์

"สมมติให้นักเรียนเป็นผู้นำชุมชน เมื่อได้ศึกษาข้อมูลทางธรณีวิทยาและข้อมูล ภูมิประเทศของพื้นที่ตนเอง ดังรูป 1 จึงมีความคิดว่าจะใช้ข้อมูลดังกล่าวมาวางแผนพัฒนา ชุมชนให้มีอาชีพและ/หรือดำรงชีวิตอย่างปลอดภัยจากธรณีพิบัติภัยต่าง ๆ แล้วออกแบบและ เขียนโครงการนำเสนอต่อผู้บริหารระดับจังหวัด เพื่อขออนุมัติโครงการดังกล่าว"จาก สถานการณ์ที่กำหนด ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลทางธรณีวิทยาและข้อมูลภูมิประเทศจากแผนที่ธรณีวิทยาและ แผนที่ภูมิประเทศหรือโปรแกรม google earth
2. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและวางแผนการใช้ประโยชน์จากข้อมูลธรณีวิทยาที่พบใน พื้นที่ เช่น ทำเหมือง แหล่งท่องเที่ยว อุตสาหกรรม SME (Small-to-Medium Enterprise) ที่เกี่ยวข้อง โดยมีการนำเสนอข้อมูลและเหตุผลสนับสนุน
3. เขียนโครงการเพื่อนำเสนอต่อผู้บริหาร โดยในโครงการควรระบุข้อมูลสำคัญ ดังนี้
 - 3.1 ชื่อโครงการ
 - 3.2 หลักการและเหตุผล (ควรแสดงถึงที่มา ความสำคัญของการดำเนินโครงการ เหตุผลทางวิชาการและข้อมูลสนับสนุน)
 - 3.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ
 - 3.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ (ระบุกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น เลือกพื้นที่ดำเนิน โครงการ กระบวนการนำทรัพยากรธรณีมาใช้ประโยชน์การเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ หรือการตลาด)
 - 3.5 ผลผลิตของโครงการ (output) ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ

- 3.6 ผลลัพธ์ของโครงการ (outcome) (เมื่อดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะนำผลผลิตที่ได้ไปใช้อย่างไร)
- 3.7 ปัจจัยสู่ความสำเร็จของโครงการ (key success factors) สิ่งที่จะต้องทำหรือสิ่งที่จะทำให้โครงการสำเร็จและบรรลุเป้าหมาย
4. นำเสนอโครงการและร่วมอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับครูและสมาชิกในชั้นเรียน

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

4.1 ชื่อโครงการ หินประดับจากหินทัวร์มาลีนแกรนิต

4.2 หลักการและเหตุผล

จากข้อมูลในแผนที่ธรณีวิทยาพบว่าพื้นที่ พิกัดประมาณ 727000 m. E 270000 m. N พบหน่วยหินแกรนิตที่มีอายุอยู่ในยุคไทรแอสซิก ซึ่งพบหินทัวร์มาลีนแกรนิต มีสโคไวต์ทัวร์มาลีนแกรนิต ไปโอไทต์ทัวร์มาลีนแกรนิต ซึ่งทัวร์มาลีนนั้น เป็นแร่รัตนชาติที่มีรูปผลึกระบบสามแกนราบ ผลึกมีลักษณะเป็นแบบเนื้อสมานแน่น เป็นแท่งยาว ๆ ขอบผลึกด้านข้างมักจะโค้งเป็น 3 โค้ง พบผลึกทั้งขนาดใหญ่ และเล็กซึ่งอาจจะขนานกันไป หรือแผ่ออกเป็นรูปรังสี ความแข็ง 7 - 7.5 ค่าความถ่วงจำเพาะ 3.0 - 3.25 ความวาวแบบแก้ว หรือแบบยางสน สีมักได้หลายสีขึ้นกับธาตุที่ประกอบอยู่ พบมากในหินแกรนิตเพกมาไทต์ โดยเฉพาะในหินเพกมาไทต์ ส่วนใหญ่จะพบแร่ทัวร์มาลีนชนิดที่มีสีดำ แต่ชนิดที่มีสีอื่น ๆ ก็อาจพบได้เช่นกัน เกิดร่วมกับแร่อื่นๆ เช่น ไมโครไคลน์ แอลไบต์ ควอตซ์ มีสโคไวต์ เลพิโดไลต์ เบริล อะพาไทต์ และฟลูออไรต์

จากข้อมูลข้างต้น หากบริเวณดังกล่าวมีหินแกรนิตที่มีแร่ทัวร์มาลีนเป็นองค์ประกอบ จะทำให้หินเหล่านั้นมีสีสัน และลวดลายที่โดดเด่น สามารถนำมาดัดแปลงเป็นหินประดับ หรือเครื่องประดับในรูปแบบต่าง ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับความนิยมในปัจจุบันที่นิยมเครื่องประดับที่มีส่วนประกอบจากธรรมชาติ เช่น หิน ที่มีลักษณะหรือสีสันสวยงาม ดังนั้นถ้าสามารถนำหินที่มีแร่ทัวร์มาลีนซึ่งวัตถุดิบที่มีอยู่ท้องถิ่นมาเป็นวัสดุสำหรับทำเครื่องประดับต่าง ๆ ร่วมกับการออกแบบที่ทันสมัย จะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ รวมทั้งสามารถสร้างอาชีพให้กับคนในชุมชนได้

4.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. สำรวจลักษณะและปริมาณทัวร์มาลีนแกรนิตที่พบในพื้นที่ เพื่อวางแผนการนำไปใช้ประโยชน์
2. ออกแบบผลิตภัณฑ์จากทัวร์มาลีนแกรนิตที่พบในพื้นที่

4.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

4.4.1 การสำรวจพื้นที่

- 1) สำรวจลักษณะภูมิประเทศของแหล่งทัวร์มาลีนแกรนิตในพื้นที่ที่กำหนด โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ ระวัง 5138 I 5138 II 5138 III 5138 IV ร่วมกับโปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวางแผนและประเมินพื้นที่ เช่น การกำหนดเส้นทางสำรวจ วิธีการเข้าพื้นที่สำรวจ
- 2) สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น บริเวณที่พบทัวร์มาลีนแกรนิต ชนิดและลักษณะ ปริมาณ
- 3) เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

4.4.2 การออกแบบผลิตภัณฑ์

- 1) กำหนดกลุ่มเป้าหมาย
- 2) สำรวจความต้องการหรือความนิยมของกลุ่มเป้าหมาย เช่น รูปแบบผลิตภัณฑ์ ราคา
- 3) ออกแบบผลิตภัณฑ์

4.4.3 การเผยแพร่และการตลาด

- 1) สำรวจความคิดเห็นต่อแบบของผลิตภัณฑ์และราคาที่กำหนดเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 2) สำรวจแหล่งลูกค้าและทำการประชาสัมพันธ์

4.5 ผลผลิตของโครงการ (output) เครื่องประดับจากทัวร์มาลีนแกรนิตที่มีความทันสมัย มีคุณภาพ มีรูปแบบที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และราคายุติธรรม

4.6 ผลลัพธ์ของโครงการ (outcome)

1. คนในท้องถิ่นมีรายได้เสริม ลดปัญหาการว่างงาน
2. เปิดโอกาสทางอาชีพและพัฒนาฝีมือแรงงานให้กับคนในท้องถิ่น

4.7 ปัจจัยสู่ความสำเร็จของโครงการ (key success factors) สิ่งที่จะต้องมียหรือสิ่งที่จะทำให้โครงการสำเร็จและบรรลุเป้าหมาย

1. ความร่วมมือของทุกภาคส่วน
2. การพัฒนาความรู้ความสามารถเพื่อพัฒนาคุณภาพงาน เช่น การออกแบบการตลาด
3. งบประมาณสนับสนุน

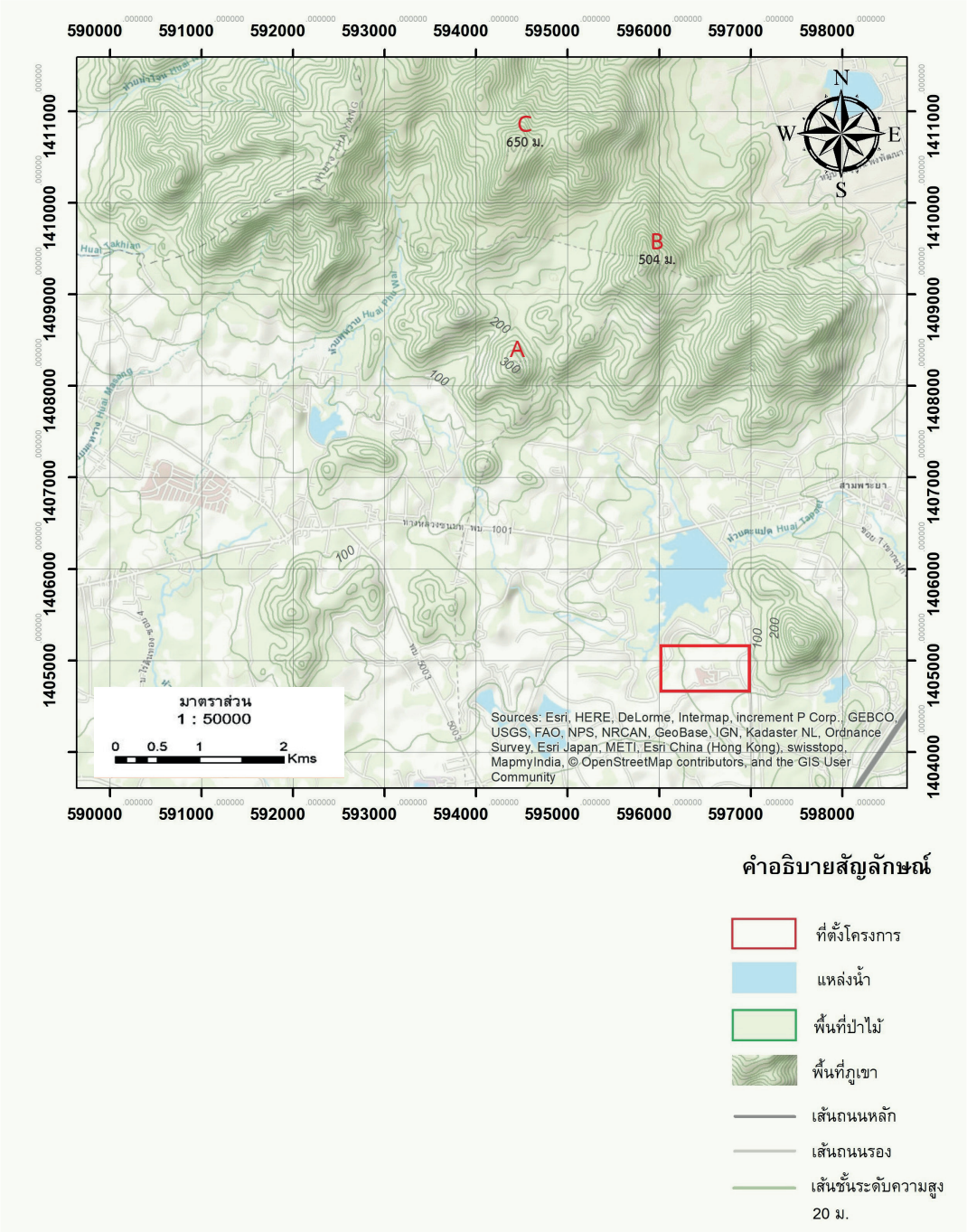
แนวทางการวัดและประเมินผล

KPA	การวัดและประเมินผล
K : 1. การแปลความสัญลักษณ์ข้อมูลหินและโครงสร้างทางธรณีในแผนที่ธรณีวิทยา 2. การใช้ประโยชน์จากข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา	ประเมินจากผลการทำกิจกรรมและการตอบคำถามระหว่างการนำเสนอผลงาน การร่วมอภิปรายเพื่อสรุปและการตอบคำถามในแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ
P: 1. การตีความหมายและลงข้อสรุป 2. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 3. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	1. ประเมินจากการแปลความหมายข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา 2. ประเมินจากการออกแบบโครงการในกิจกรรม 6.6 3. ประเมินจากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอผลงาน 4. ประเมินจากการคิดวิเคราะห์และประเมินข้อมูลหรือข้อคิดเห็นที่หลากหลายและสะท้อนความคิดอย่างมีเหตุผลในการปฏิบัติกิจกรรม 6.6
A: 1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์	ประเมินจาก การค้นหาแนวคิดจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ แล้วพยายามวิเคราะห์และให้เหตุผลแต่ละข้อมูลก่อนประเมินและตัดสินใจในการออกแบบและวางแผนกิจกรรม 6.6 การร่วมอภิปรายและการตอบคำถาม



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

1. พิจารณาแผนที่ที่กำหนด



จากแผนที่ที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 จากภาพเป็นแผนที่ประเภทใด และมีมาตราส่วนเท่าใด

คำตอบ แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000
- 1.2 ภูเขา A กับ ภูเขา B มีความสูงต่างกันหรือไม่ อย่างไร

คำตอบ ต่างกัน โดยภูเขา A 300 เมตร ส่วนภูเขา B สูง 504 เมตร
- 1.3 ยอดเขา C มีความสูงเท่าใด และอยู่ที่พิกัดยูทีเอ็มใด

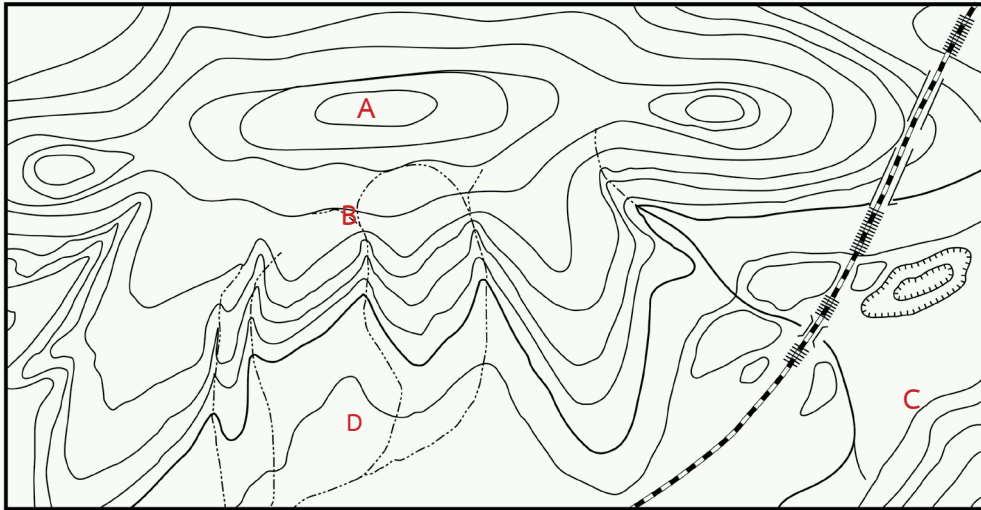
คำตอบ ยอดเขา C สูง 650 เมตร อยู่ที่พิกัดประมาณ 5945000 m. E
1410700 m. N
- 1.4 ยอดเขา A ตั้งอยู่ทางทิศใดของที่ตั้งโครงการ

คำตอบ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
- 1.5 พื้นที่โครงการมีขนาดประมาณกี่ตารางกิโลเมตร

คำตอบ ประมาณ 0.5 ตารางกิโลเมตร (คิดจาก 1 กิโลเมตร x 0.5 กิโลเมตร)
2. จงเติมเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และใส่เครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ผิด

เครื่องหมาย	ข้อความ
✓	2.1 ตำแหน่งบนเส้นชั้นความสูงเดียวกัน แสดงว่ามีความสูงเท่ากัน
✕	2.2 บริเวณที่มีเส้นชั้นความสูงเรียงชิดกันมากแสดงว่าเป็นบริเวณพื้นที่ราบ (เป็นหน้าผา หรือมีความลาดชันมาก)
✓	2.3 บริเวณที่เป็นยอดเขา แสดงด้วยเส้นชั้นความสูงที่บรรจบกันเป็นวง
✓	2.4 เส้นชั้นความสูงที่ผ่านทางน้ำบนภูเขาจะมีลักษณะเป็นตัว U หรือ ตัว V และส่วนฐานของเส้นชั้นความสูงบริเวณที่มีรูปร่างคล้ายตัว U และ V จะหัน ไปทางต้นน้ำ
✕	2.5 พื้นที่เดียวกัน ไม่ว่าจะสร้างภาคตัดขวางภูมิประเทศแนวใดจะได้ แผนภาพแสดงลักษณะภูมิประเทศเหมือนกัน (ได้ลักษณะภูมิประเทศไม่เหมือนกัน)

3. พิจารณาภาพข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศที่กำหนด



จงตอบคำถามต่อไปนี้

- 3.1 บริเวณ A อยู่ทางทิศใดของบริเวณ D

คำตอบ ทิศเหนือ

- 3.2 บริเวณใดมีพื้นที่ลาดชันมากที่สุด

คำตอบ B

- 3.3 บริเวณใดในพื้นที่นี้ มีสภาพภูมิประเทศเป็นยอดเขา ทราบได้อย่างไร

คำตอบ A ทราบเพราะเส้นชั้นความสูงบรรจบกันเป็นวง

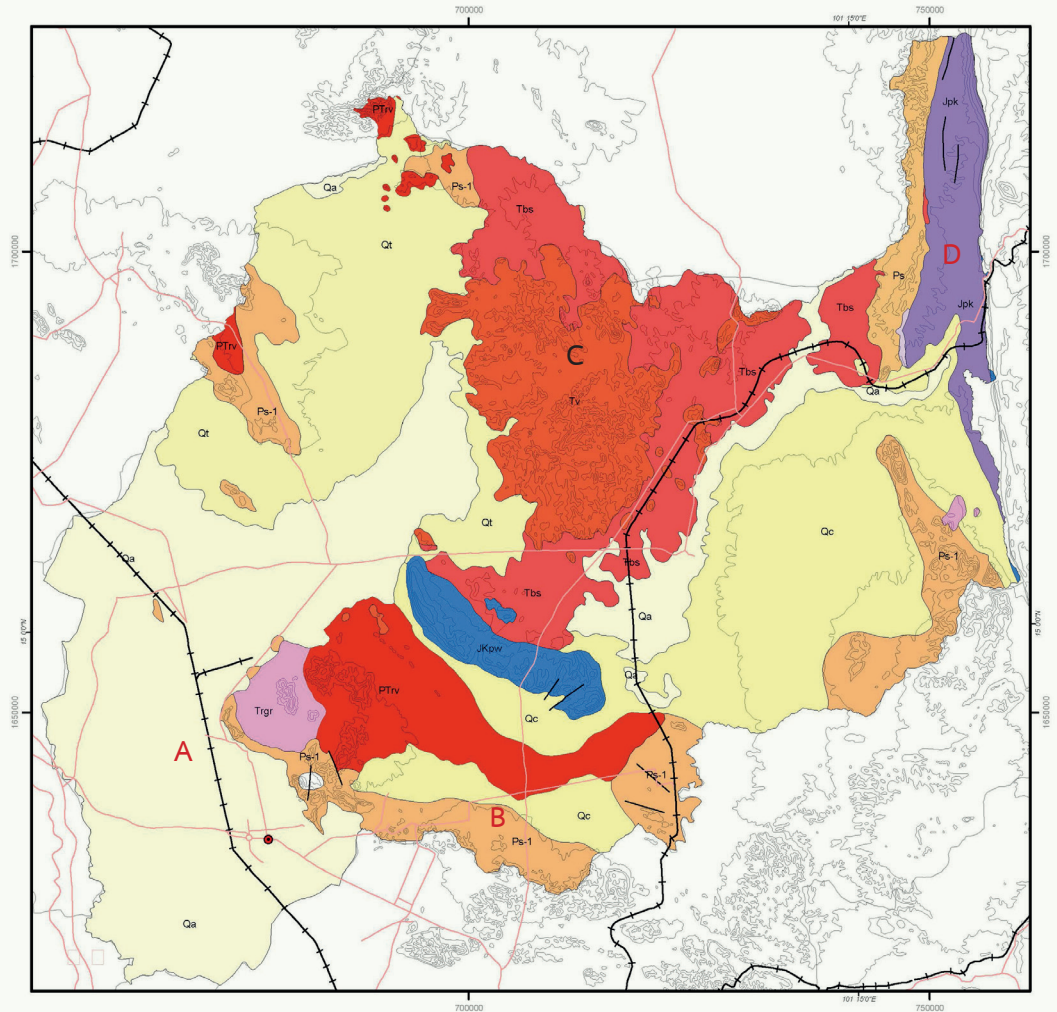
- 3.4 ถ้าหากมีฝนตกหนักในพื้นที่นี้ น้ำจะไหลจากบริเวณใดไปยังบริเวณใด ทราบได้อย่างไร

คำตอบ B ไปยัง D ทราบจากลักษณะเส้นชั้นความสูงเป็นรูปตัว V ซึ่งน้ำจะไหลจากพื้นที่ทางส่วนฐานของตัว V ไปทางส่วนปลายแหลมของตัว V

- 3.5 ถ้าต้องการสร้างบ้านในพื้นที่นี้ ควรสร้างบ้านที่บริเวณใด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

คำตอบ A เป็นที่ราบบนยอดเขา หรือ C เป็นพื้นที่ราบ ซึ่งพื้นที่ทั้งสองมีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากน้อย

4. พิจารณาข้อมูลทางธรณีวิทยาจากแผนที่ธรณีวิทยาที่กำหนด



หินตะกอนและหินแปร (sedimentary and metamorphic rocks)

Qa	ตะกอนธารน้ำพา กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวสะสมตัวตามร่องน้ำ ค้นดินแม่น้ำ และแอ่งน้ำท่วมถึง
Qc	ตะกอนเศษหินเชิงเขาและตะกอนผุอยู่กับที่ กรวด ทราย ทรายแป้ง ศิลาแลงและเศษหิน
Qt	ตะกอนตะกั่วลำนํ้า กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียวและศิลาแลง
JKpw	หินทรายเนื้อควอตซ์สีขาว ชมพูและเทา แสดงการวางชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ ชั้นหนา แทรกสลับด้วยหินทรายปนกรวด บ้างแสดงลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ ของหินทรายแป้งสีแดง หินเคลย์
Jpk	หินทรายแป้ง สีม่วงและสีม่วงแดง เนื้อปูนผสมและเนื้อไมกา หินทรายสีเทาเขียว น้ำตาลเหลืองและหินกรวดมนมี calcrete ตามแนวราบ (แนวขวาง)
Trhl	หินกรวดมน และหินกรวดมนภูเขาไฟ หินดินดาน หินโคลน หินทรายแป้ง สีเทาน้ำตาล น้ำตาลเหลือง หินทรายเกรย์แกว หินปูนเนื้อดิน และดินมาร์ลมีซากใบไม้
Trl	หินกรวดมนสีแดง เนื้อปูนผสม หินดินดานสีเทา แทรกสลับด้วยหินทรายแป้ง และหินทราย
Ps-1	หินปูน หินเชิร์ต หินดินดาน หินทราย หินทรายเนื้อภูเขาไฟและหินภูเขาไฟ
Ps	หินปูนฟอสซิลลีเฟอรัส หินเชิร์ต หินบะซอลต์รูปหมอน หินอัลตราเบสิก และหินเซอร์เพนไทน์

หินอัคนี (igneous rocks)

Tbs	หินบะซอลต์สีเทาเข้มถึงดำ มีรูพรุนและโดยทั่วไปมักมีแร่โอปอแทนที่ในรูพรุนนั้น
Tv	หินไรโอไลต์ หินไรโอลิติกทัฟฟ์ และหินแอนดิซิติกทัฟฟ์
Trgr	หินไบโอไทต์แกรนิต ทัวร์มาลีนแกรนิต แกรโนไดออไรต์ ไบโอไทต์มัสโคไวต์แกรนิต
PTrv	มัสโคไวต์ทัวร์มาลีนแกรนิต ไบโอไทต์ทัวร์มาลีนแกรนิต หินไรโอไลต์ แอนดิไซด์ หินทัฟฟ์แสดงการไหล หินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ หินไรโอลิติกทัฟฟ์ และหินแอนดิซิติกทัฟฟ์

หมายเหตุ สามารถดาวโหลดรูป แผนที่ธรณีวิทยาของแบบฝึกหัดข้อ 4 ได้จาก QR code ที่หน้าแรกของบทที่ 6

จากรูป ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

4.1 ในพื้นที่นี้ หินที่เก่าแก่ที่สุดอยู่ในยุคใด

คำตอบ ยุคเพอร์เมียน

4.2 กลุ่มหินในหน่วยหิน Ps มีสภาพแวดล้อมการสะสมตัวบนพื้นทวีปหรือพื้นสมุทร
ทราบได้จากข้อมูลใด

คำตอบ พื้นสมุทร เนื่องจากพบข้อมูลหินบะซอลต์รูปหมอน ซึ่งเป็นหินที่เกิดจาก
ลาวาที่เย็นตัวใต้ทะเล

4.3 ถ้าต้องการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ทะเล สามารถศึกษาในบริเวณที่พบหิน
Ps-1 ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ ได้ เพราะมีหินตะกอน ซึ่งเป็นหินที่มีโอกาสพบซากดึกดำบรรพ์สัตว์ทะเลได้

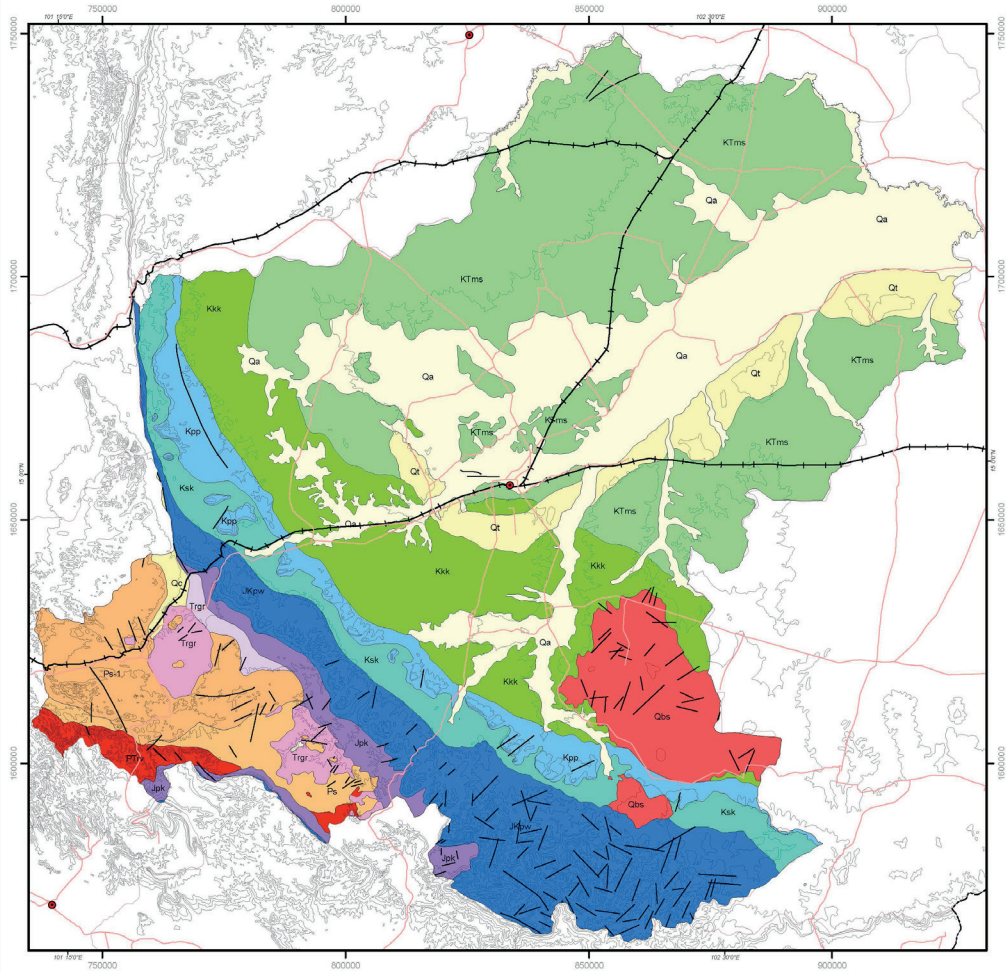
4.4 ในพื้นที่นี้ สามารถทำอุตสาหกรรมหินแกรนิตได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ ได้ เพราะมีภูเขาหินแกรนิตในพื้นที่

4.5 ในพื้นที่นี้ สามารถทำอุตสาหกรรมหินลัมบิตได้หรือไม่ และควรเลือกตั้งอยู่ในบริเวณใด

คำตอบ ได้ เนื่องจากมีหินตะกอน ควรตั้งอยู่ในบริเวณที่พบหิน JKpw

5. พิจารณาข้อมูลทางธรณีวิทยาจากแผนที่ธรณีวิทยาที่กำหนด



หินตะกอนและหินแปร (sedimentary and metamorphic rocks)

Qa	ตะกอนธารน้ำพา กรวด หทราย หทรายแป้ง และดินเหนียวสะสมตัวตามร่องน้ำ ค้นดินแม่น้ำ และแอ่งน้ำท่วมถึง
Qc	ตะกอนเศษหินเชิงเขาและตะกอนผุอยู่กับที่ กรวด หทราย หทรายแป้ง ศิลาแลงและเศษหิน
Qt	ตะกอนตะกัปลำน้ำ กรวด หทราย หทรายแป้ง ดินเหนียวและศิลาแลง
KTms	หินทรายแป้ง สีนํ้าตาลแดง หินเคลย์ และหินทรายมักพบเกลือหิน โพแทช ยิปซัม และแอนไฮไดรต์แทรก
Kkk	หินทรายแป้ง และหินทรายสีน้ำตาลแดง ม่วงแดง และแดง มี calcrete มาก silcrete ข้างในแนวราบ (แนวขวาง)
Kpp	หินทรายสีเทา เทาเขียว น้ำตาล มักพบเม็ดกรวด และการวางชั้นเฉียงระดับชั้นหน้า หินทรายแป้งและหินทรายมีกรวดปน ประกอบด้วยกรวดของควอตซ์ เชิร์ต แจสเปอร์และหินอัคนี
Ksk	หินทรายเนื้อควอตซ์สีขาว ชมพู และเทา แสดงการวางชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ ชั้นหนา แทรกสลับด้วยหินทรายปนกรวดบ้างแสดงลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ ของหินทรายแป้งสีแดง หินเคลย์
Jpk	หินทรายแป้ง สีม่วงและสีม่วงแดง เนื้อปูนผสมและเนื้อไมกา หินทรายสีเทาเขียว น้ำตาลเหลืองและหินกรวดมนมี calcrete ตามแนวราบ (แนวขวาง)
Trhl	หินกรวดมน และหินกรวดมนภูเขาไฟ หินดินดาน หินโคลน หินทรายแป้ง สีเทา น้ำตาล น้ำตาลเหลือง หินทรายเกรย์แกว หินปูนเนื้อดิน และดินมาร์ลมีซากใบไม้
Ps-1	หินปูน หินเชิร์ต หินดินดาน หินทราย หินทรายเนื้อภูเขาไฟและหินภูเขาไฟ
Ps	หินปูนฟอสซิลลิเฟอรัส หินเชิร์ต หินบะซอลต์รูปหมอน หินอัลตราเบสิก และหินเซอร์เพนไทน์

หินอัคนี (igneous rocks)

Obs	หินแอลคาไลน์ โอลีวินบะซอลต์ที่ให้แร่พลอย ฮาวายไอดีมูเอไรต์ หินเนฟลีนไนต์ ที่ให้พลอย หินบาชานด์ และหินเนฟลีนฮาวายไอด์
Trgr	หินไบโอไทต์แกรนิต ทัวร์มาลีนแกรนิต แกรโนไดออไรต์ ไบโอไทต์มัสโคไวต์แกรนิต มัสโคไวต์ทัวร์มาลีนแกรนิต ไบโอไทต์ทัวร์มาลีนแกรนิต
PTrv	หินไรโอไลต์ แอนดิไซต์ หินทัฟฟ์แสดงการไหล หินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ หินไรโอลิติกทัฟฟ์และหินแอนดิซิติกทัฟฟ์

หมายเหตุ สามารถดาวน์โหลดรูป แผนที่ธรณีวิทยาของแบบฝึกหัดข้อ 5 ได้จาก QR code ที่หน้าแรกของบทที่ 6

จากรูป ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 หินตะกอนที่มีอายุมากที่สุดอยู่ในยุคใด

คำตอบ ยุคเพอร์เมียน

5.2 หินอัคนีที่มีอายุมากที่สุดอยู่ในยุคใด

คำตอบ ยุคเพอร์เมียน

5.3 ถ้าต้องการหาแหล่งวัสดุที่นำมาผลิตปูนซีเมนต์ ในจังหวัดที่กำหนดมีแหล่งวัสดุดังกล่าวหรือไม่ และอยู่บริเวณใด

คำตอบ มี อยู่ทีบริเวณพบหิน Ps และ Ps-1

5.4 ในพื้นที่นี้ สามารถทำอุตสาหกรรมหินประดับได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ ได้ เพราะมีหินแกรนิต หินทราย ซึ่งเป็นหินที่นิยมนำมาทำหินประดับ

5.5 มีข้อมูลว่า ในพื้นที่ที่กำหนดให้ เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวน้อยและไม่รุนแรง นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อข้อมูลดังกล่าว เพราะเหตุใด

คำตอบ จากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา พบโครงสร้างของรอยเลื่อนจำนวนมาก แต่ต้องตรวจสอบก่อนว่าเป็นรอยเลื่อนมีพลังหรือไม่ ถ้าหารอยเลื่อนดังกล่าวเป็นรอยเลื่อนมีพลัง จะมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้บ่อยครั้ง แต่ถ้าเป็นรอยเลื่อนที่มีอายุมากแล้ว ก็จะมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวน้อย

ภาคผนวก

ตัวอย่างเครื่องมือวัดและประเมินผล

แบบทดสอบ

การประเมินผลด้วยแบบทดสอบเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน โดยเฉพาะด้านความรู้และความสามารถทางสติปัญญา ครูควรมีความเข้าใจในลักษณะของแบบทดสอบ รวมทั้งข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการสร้างหรือเลือกใช้แบบทดสอบให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด โดยลักษณะของแบบทดสอบ รวมทั้งข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ เป็นดังนี้

1) แบบทดสอบแบบที่มีตัวเลือก

แบบทดสอบแบบที่มีตัวเลือก ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด และแบบทดสอบแบบจับคู่ รายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละแบบเป็นดังนี้

1.1) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

เป็นแบบทดสอบที่มีการกำหนดตัวเลือกให้หลายตัวเลือก โดยมีตัวเลือกที่ถูกเพียงหนึ่งตัวเลือก องค์ประกอบหลักของแบบทดสอบแบบเลือกตอบมี 2 ส่วน คือ คำถามและตัวเลือก แต่บางกรณีอาจมีส่วนของสถานการณ์เพิ่มขึ้นมาด้วย แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีหลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบคำถามเดียว แบบทดสอบแบบเลือกตอบคำถามชุด แบบทดสอบแบบเลือกตอบคำถาม 2 ชั้น โครงสร้างดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเดียวที่ไม่มีสถานการณ์

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเดียวที่มีสถานการณ์

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเป็นชุด

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

คำถามที่ 2

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

คำถามที่ 2 (ถามเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1)

.....

.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อดีคือ สามารถใช้วัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์ สามารถตรวจให้คะแนนและแปลผลคะแนนได้ตรงกัน แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างอิสระจึงไม่สามารถวัดความคิดระดับสูง เช่น ความคิดสร้างสรรค์ได้ นอกจากนี้นักเรียนที่ไม่มีความรู้สามารถเดาคำตอบได้

1.2) แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด

เป็นแบบทดสอบที่มีตัวเลือก ถูกและผิด เท่านั้น มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ คำสั่งและข้อความให้นักเรียนพิจารณาว่าถูกหรือผิด ดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด

คำสั่ง ให้พิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ หรือ ✗ หน้าข้อความ

- 1. ข้อความ.....
- 2. ข้อความ.....
- 3. ข้อความ.....
- 4. ข้อความ.....
- 5. ข้อความ.....

แบบทดสอบรูปแบบนี้สามารถสร้างได้ง่าย รวดเร็ว และครอบคลุมเนื้อหา สามารถตรวจได้รวดเร็วและให้คะแนนได้ตรงกัน แต่นักเรียนมีโอกาสเดาได้มาก และการสร้างข้อความให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จโดยสมบูรณ์ในบางเนื้อทำได้ยาก

1.3) แบบทดสอบแบบจับคู่

ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำสั่ง และข้อความ 2 ชุด ที่ให้จับคู่กัน โดยข้อความชุดที่ 1 อาจเป็นคำถาม และข้อความชุดที่ 2 อาจเป็นคำตอบหรือตัวเลือก โดยจำนวนข้อความในชุดที่ 2 อาจมีมากกว่าในชุดที่ 1 ดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบจับคู่

คำสั่ง ให้นำตัวอักษรหน้าข้อความในชุดคำตอบมาเติมในช่องว่างหน้าข้อความในชุดคำถาม

ชุดคำถาม	ชุดคำตอบ
..... 1.	ก.
..... 2.	ข.
..... 3.	ค.
	ง.

แบบทดสอบรูปแบบนี้สร้างได้ง่ายตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน และเดาคำตอบได้ยากเหมาะสำหรับวัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างคำหรือข้อความ 2 ชุด แต่ในกรณีที่นักเรียนจับคู่ผิดไปแล้วจะทำให้มีการจับคู่ผิดในคู่อื่น ๆ ด้วย

2) แบบทดสอบแบบเขียนตอบ

เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนคิดคำตอบเอง จึงมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความคิดออกมาโดยการเขียนให้ผู้อ่านเข้าใจ โดยทั่วไปการเขียนตอบมี 2 แบบ คือ การเขียนตอบแบบเติมคำหรือการเขียนตอบอย่างสั้น และการเขียนตอบแบบอธิบาย รายละเอียดของแบบทดสอบที่มีการตอบแต่ละแบบเป็นดังนี้

2.1) แบบทดสอบเขียนตอบแบบเติมคำหรือตอบอย่างสั้น

ประกอบด้วยคำสั่ง และข้อความที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งจะมีส่วนที่เว้นไว้เพื่อให้เติมคำตอบหรือข้อความสั้น ๆ ที่ทำให้ข้อความข้างต้นถูกต้องหรือสมบูรณ์ นอกจากนี้แบบทดสอบยังอาจประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่ให้นักเรียนตอบโดยการเขียนอย่างอิสระ แต่สถานการณ์และคำถามจะเป็นสิ่งที่กำหนดคำตอบให้มีความถูกต้องและเหมาะสม

แบบทดสอบรูปแบบนี้สร้างได้ง่าย มีโอกาสเดาได้ยาก และสามารถวินิจฉัยคำตอบที่นักเรียนตอบผิดเพื่อให้ทราบถึงข้อบกพร่องทางการเรียนรู้หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ แต่การจำกัดคำตอบให้นักเรียนตอบเป็นคำ วลี หรือประโยคได้ยาก ตรวจให้คะแนนได้ยากเนื่องจากบางครั้งมีคำตอบถูกต้องหรือยอมรับได้หลายคำตอบ

2.2) แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบาย

เป็นแบบทดสอบที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำตอบอย่างอิสระ ประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่สอดคล้องกัน โดยคำถามเป็นคำถามแบบปลายเปิด

แบบทดสอบรูปแบบนี้ให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบจึงสามารถใช้วัดความคิดระดับสูงได้ แต่เนื่องจากนักเรียนต้องใช้เวลาในการคิดและเขียนคำตอบมาก ทำให้ถามได้น้อยข้อ จึงอาจทำให้วัดได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด รวมทั้งตรวจให้คะแนนยาก และการตรวจให้คะแนนอาจไม่ตรงกัน

แบบประเมินทักษะ

เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงจะมีหลักฐานร่องรอยที่แสดงไว้ทั้งวิธีการปฏิบัติและผลการปฏิบัติ ซึ่งหลักฐานร่องรอยเหล่านั้นสามารถใช้ในการประเมินความสามารถ ทักษะการคิด และทักษะปฏิบัติได้เป็นอย่างดี

การปฏิบัติการทดลองเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปจะประเมิน 2 ส่วน คือ ประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองและการเขียนรายงานการทดลอง โดยเครื่องมือที่ใช้ประเมินดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบสำรวจรายการทักษะปฏิบัติการทดลอง

รายการที่ต้องสำรวจ	ผลการสำรวจ	
	มี (ระบุจำนวนครั้ง)	ไม่มี
การวางแผนการทดลอง		
การทดลองตามขั้นตอน		
การสังเกตการทดลอง		
การบันทึกผล		
การอภิปรายผลการทดลองก่อนลงข้อสรุป		

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย

ทักษะปฏิบัติการทดลอง	คะแนน		
	3	2	1
การเลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่เหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง
การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง
การทดลองตามแผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตรฐานค่า

ทักษะที่ประเมิน	ผลการประเมิน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. วางแผนการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน 2. ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง เหมาะสม และจัดวางอุปกรณ์เป็นระเบียบ สะดวกต่อการใช้งาน 3. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง และครบถ้วนสมบูรณ์	ระดับ 3 หมายถึง ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ข้อ	ระดับ 2 หมายถึง ปฏิบัติได้ทั้ง 2 ข้อ	ระดับ 1 หมายถึง ปฏิบัติได้ทั้ง 1 ข้อ

ตัวอย่างแนวทางการให้คะแนนการเขียนรายงานการทดลอง

คะแนน		
3	2	1
เขียนรายงานตามลำดับขั้นตอน ผลการทดลองตรงตามสภาพจริงและสื่อความหมาย	เขียนรายงานการทดลองตามลำดับ แต่ไม่สื่อความหมาย	เขียนรายงานโดยลำดับขั้นตอนไม่สอดคล้องกัน และไม่สื่อความหมาย

แบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์

การประเมินจิตวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำได้โดยตรง โดยทั่วไปทำโดยการตรวจสอบพฤติกรรมภายนอกที่ปรากฏให้เห็นในลักษณะของคำพูด การแสดงความคิดเห็น การปฏิบัติหรือพฤติกรรมบ่งชี้ที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ และแปลผลไปถึงจิตวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมดังกล่าว เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนแสดงออก โดยจำแนก ระดับพฤติกรรมการแสดงออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- มาก
- หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นอย่างสม่ำเสมอ
- ปานกลาง
- หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นเป็นครั้งคราว
- น้อย
- หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นน้อยครั้ง
- ไม่มีการแสดงออก
- หมายถึง นักเรียนไม่แสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นเลย

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
ด้านความอยากรู้อยากเห็น 1. นักเรียนสอบถามจากผู้รู้หรือไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องราววิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนชอบไปงานนิทรรศการวิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนนำการทดลองที่สนใจไปทดลองต่อบ้าน				
ด้านความซื่อสัตย์ 1. นักเรียนรายงานผลการทดลองตามที่ทดลองได้จริง 2. เมื่อทำการทดลองผิดพลาด นักเรียนจะบอกผลการทดลองของเพื่อส่งครู 3. เมื่อครูมอบหมายให้ทำชิ้นงาน ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ นักเรียนจะประดิษฐ์ตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ				

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
ด้านความใจกว้าง 1. แม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยกับการสรุปผลการทดลองในกลุ่ม แต่ก็ยอมรับผลสรุปของสมาชิกส่วนใหญ่ 2. ถ้าเพื่อนแย้งวิธีการทดลองของนักเรียน และมีเหตุผลที่ดีกว่า นักเรียนพร้อมที่จะนำข้อเสนอแนะของเพื่อนไปปรับปรุงงานของตน 3. เมื่องานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเททำ ถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะหมดกำลังใจ				
ด้านความรอบคอบ 1. นักเรียนสรุปผลการทดลองทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง 2. นักเรียนทำการทดลองซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลการทดลอง 3. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการทดลอง				
ด้านความมุ่งมั่นอดทน 1. ถึงแม้ว่างานค้นคว้าที่ทำอยู่มีโอกาสำเร็จได้ยาก นักเรียนจะยังค้นคว้าต่อไป 2. นักเรียนล้มเลิกการทดลองทันที เมื่อผลการทดลองที่ได้ขัดจากที่เคยได้เรียนมา 3. เมื่อทราบว่าชุดการทดลองที่นักเรียนสนใจต้องใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน นักเรียนก็เปลี่ยนไปศึกษาชุดการทดลองที่ใช้เวลาน้อยกว่า				

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ 2. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนสนใจติดตามข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์				

วิธีการตรวจให้คะแนน

ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยกำหนดน้ำหนักของตัวเลือกในช่องต่าง ๆ เป็น 4 3 2 1 ข้อความที่มีความหมายเป็นทางบวก กำหนดให้คะแนนแต่ละข้อความดังนี้

ระดับพฤติกรรมการแสดงออก	คะแนน
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
ไม่มีการแสดงออก	1

การประเมินการนำเสนอผลงาน

การประเมินผลและให้คะแนนการนำเสนอผลงานใช้แนวทางการประเมินเช่นเดียวกับการประเมินภาระงานอื่น คือ การใช้คะแนนแบบภาพรวม และการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การให้คะแนนในภาพรวม เป็นการให้คะแนนที่ต้องการสรุปภาพรวมจึงประเมินเฉพาะประเด็น

หลักที่สำคัญ ๆ เช่น การประเมินความถูกต้องของเนื้อหา ความรู้และการประเมินสมรรถภาพด้านการเขียนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินความถูกต้องของเนื้อหาความรู้ (แบบภาพรวม)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
เนื้อหาไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ต้องปรับปรุง
เนื้อหาถูกต้องแต่ให้สาระสำคัญน้อยมาก และไม่ระบุแหล่งที่มาของความรู้	พอใช้
เนื้อหาถูกต้อง มีสาระสำคัญ แต่ยังไม่ครบถ้วน มีการระบุแหล่งที่มาของความรู้	ดี
เนื้อหาถูกต้อง มีสาระสำคัญครบถ้วน และระบุแหล่งที่มาของความรู้ชัดเจน	ดีมาก

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินสมรรถภาพด้านการเขียน (แบบภาพรวม)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
เขียนสับสน ไม่เป็นระบบ ไม่บอกปัญหาและจุดประสงค์ ขาดการเชื่อมโยง เนื้อหาบางส่วนไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ ใช้ภาษาไม่เหมาะสมและสะกดคำ ไม่ถูกต้อง ไม่อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ต้องปรับปรุง
เขียนเป็นระบบแต่ไม่ชัดเจน บอกจุดประสงค์ไม่ชัดเจน เนื้อหาถูกต้องแต่มีรายละเอียดไม่เพียงพอ เนื้อหาบางตอนไม่สัมพันธ์กัน การเรียบเรียงเนื้อหา ไม่ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	พอใช้
เขียนเป็นระบบ แสดงให้เห็นโครงสร้างของเรื่อง บอกความสำคัญและที่มาของ ปัญหา จุดประสงค์ แนวคิดหลักไม่ครอบคลุมประเด็นสำคัญทั้งหมด เนื้อหา บางตอนเรียบเรียงไม่ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง มีการยกตัวอย่าง รูปภาพ แผนภาพประกอบ อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ดี
เขียนเป็นระบบ แสดงให้เห็นโครงสร้างของเรื่อง บอกความสำคัญและที่มาของ ปัญหา จุดประสงค์ แนวคิดหลักได้ครอบคลุมประเด็นสำคัญทั้งหมด เรียบเรียงเนื้อหาได้ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจนเข้าใจง่าย มีการ ยกตัวอย่าง รูปภาพ แผนภาพประกอบ อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ดีมาก

2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย เป็นการประเมินเพื่อต้องการนำผลการประเมินไปใช้ พัฒนางานให้มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ และพัฒนาคุณภาพให้สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เกณฑ์ ย่อย ๆ ในการประเมินเพื่อให้รู้ทั้งจุดเด่นที่ควรส่งเสริมและจุดด้อยที่ควรแก้ไขปรับปรุงการทำงาน ในส่วนนั้น ๆ เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย มีตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินสมรรถภาพ (แบบแยกองค์ประกอบย่อย)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ด้านการวางแผน	
ไม่สามารถออกแบบได้ หรือออกแบบได้แต่ไม่ตรงกับประเด็นปัญหาที่ต้องการเรียนรู้	ต้องปรับปรุง
ออกแบบการได้ตามประเด็นสำคัญของปัญหาเป็นบางส่วน	พอใช้
ออกแบบครอบคลุมประเด็นสำคัญของปัญหาเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังไม่ชัดเจน	ดี
ออกแบบได้ครอบคลุมทุกประเด็นสำคัญของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน และตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ	ดีมาก
ด้านการดำเนินการ	
ดำเนินการไม่เป็นไปตามแผน ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบถูกต้องแต่ไม่คล่องแคล่ว	ต้องปรับปรุง
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบถูกต้องแต่ไม่คล่องแคล่ว	พอใช้
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการสาธิตได้อย่างคล่องแคล่วและเสร็จทันเวลา ผลงานในบางขั้นตอนไม่เป็นไปตามจุดประสงค์	ดี
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว และเสร็จทันเวลา ผลงานทุกขั้นตอนเป็นไปตามจุดประสงค์	ดีมาก
ด้านการอธิบาย	
อธิบายไม่ถูกต้อง ขัดแย้งกับแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์	ต้องปรับปรุง
อธิบายโดยอาศัยแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ แต่การอธิบายเป็นแบบพรรณนาทั่วไปซึ่งไม่คำนึงถึงการเชื่อมโยงกับปัญหาทำให้เข้าใจยาก	พอใช้
อธิบายโดยอาศัยแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามประเด็นของปัญหาแต่ข้ามไปในบางขั้นตอน ใช้ภาษาได้ถูกต้อง	ดี
อธิบายตามแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามประเด็นของปัญหาและจุดประสงค์ ใช้ภาษาได้ถูกต้องเข้าใจง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจน	ดีมาก

บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรธรณี. (2544). ธรณีวิทยาประเทศไทย เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542. กรุงเทพฯ.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2558). พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา A-M. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2558). พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา N-Z. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ดวงดาวและโลกของเรา (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ดวงดาวและโลกของเรา (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.
- Allison, M., DeGaetano, A., Pasachoff, J., (2006), Earth Science: Teacher Edition, Holt, Rinehart and Winston A Harcourt Education company.
- Dolgoft, A., (1996), Physical Geology, New York, D.C. Health and Company
- McConnell, D., Steer, D., (2015), The Good Earth: Introduction to Earth Science (3rd ed.) New York, McGraw-Hill Company.
- Turk, J., (1991), Modern Physical Geology, Saunder College Publishing
- Williams, L., (2012), Earth Sciences Demystified, The United State of America: The McGraw-Hill Company.
- www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/news/gallery/20110927-Travis-Novitsky.html
สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2559
- <http://pubs.usgs.gov/gip/interior/> สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2559

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0009254194001404>

สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2559

กรมทรัพยากรธรณี. การสำรวจและทำแผนที่ธรณีวิทยา. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2560. จาก

http://www.dmr.go.th/main.php?filename=explo_geo

กรมทรัพยากรธรณี. แผนที่ธรณีวิทยารายจังหวัด. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2560

http://www.dmr.go.th/more_news.php?cid=296&filename=index

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. แผนที่ธรณีวิทยา. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2560.

จาก it.geol.science.cmu.ac.th/gs/courseware/205275n/mswordfile/lab7.doc

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. แผนที่ภูมิประเทศ. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2560.

จาก <http://it.geol.science.cmu.ac.th/gs/courseware/205275n/Lab6.pdf>

คณะกรรมการจัดทำคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม 1
ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

คณะที่ปรึกษา

ดร.พรพรรณ ไวยทางกูร	ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้จัดทำคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

นายสุพจน์ วุฒิโสภณ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางฤทัย เพลงวัฒนา	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาววิชุดาตรี กลับแสง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ว่าที่ ร.ต.ภูริวัจน์ จิราตันตีพัฒน์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวกัญญจิต จันเสนา	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางพรณทิพา ธนากรโยธิน	ข้าราชการบำนาญ
นางดาริกา วีรวินนทกุล	ข้าราชการบำนาญ
นายมนตรี ประเสริฐฤทธิ์	โรงเรียนบางกะปิ

คณะผู้ร่วมพิจารณาคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

รองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ วงศ์พรชัย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุพงศ์ กาญจนพยนต์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย จูทะโกสิทธิ์กานนท์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานบ ธิติมากร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ วันอินทร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ	ข้าราชการบำนาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย

ดร.ตฤณ อินทรประสงค์

นายทินกร สุณีย์

นางพรรณทิพา ธนากรโยธิน

นางดาริกา วีรวินนทกุล

นางสาวนิยม นิลผึ้ง

นายมนตรี ประเสริฐฤทธิ

นายณรงค์ ธาราसानิต

นางพรทิพย์ จูฑะธรรมมานนท์

นางกุลนาถ โชติสุดแสนห์

นายสุพจน์ วุฒิโสภณ

นางเป็ญจวรรณ ศรีเจริญ

นางฤทัย เพลงวัฒนา

นางสาววิษุราตรี กลับแสง

ว่าที่ ร.ต.ภูริวัจน์ จิราตันติพัฒน์

นางสาวกัญญจิต จันเสนา

นางสาวไศภิตา จันทร์ศรี

นางสาวรัมภา ศรีบางพลี

นายดนุภัทร บัวแก้ว

โรงเรียนสาธิต

มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร (ฝ่ายประถมศึกษา)

กรมเชื้อเพลิงพลังงาน

กระทรวงพลังงาน

กรมเชื้อเพลิงพลังงาน

กระทรวงพลังงาน

ข้าราชการบำนาญ

ข้าราชการบำนาญ

ข้าราชการบำนาญ

โรงเรียนบางกะปิ

โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม

โรงเรียนเส้าไห่ "วิมลวิทยานุกูล"

นวมินทราชินูทิศ สตริวิทยา ๒

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

คณะบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ วงศ์พรชัย

รองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุพงศ์ กาญจนพยนต์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย จูทะโกสิทธิ์กานนท์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ วันอินทร์

นายสุพจน์ วุฒิโสภณ

นางสาววิชุดาตรี กลับแสง

ว่าที่ ร.ต.ภูริวัจน์ จิราตันดิพัฒน์

นางสาวกัญญจิต จันเสนา

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ