



หลักสูตรสถานศึกษา (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช ๒๕๕๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(พื้นฐาน)
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย(ม.๔-๖)

โรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์ วัดศรีโสดา พระอารามหลวง
๑๗ หมู่ ๒ ถนนศรีวิชัย ตำบลสุเทพ อำเภอ จังหวัดเชียงใหม่
สังกัด กองพุทธศาสนศึกษา
สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ

คำนำ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น ๔ สาระ ได้แก่ สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ สาระที่ ๔ ชีววิทยา สาระที่ ๕ เคมี สาระที่ ๖ ฟิสิกส์ สาระที่ ๗ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และสาระที่ ๘ เทคโนโลยี ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต หรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาทั้ง ๔ สาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้

คณะผู้จัดทำ

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๑

สารบัญ

หน้า

คำนำ
สารบัญ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
คุณภาพผู้เรียน
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา
คำอธิบายรายวิชา
การวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้
โครงสร้างรายวิชา
การออกแบบหน่วยการเรียนรู้
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ภาคผนวก

- คำสั่งโรงเรียน
- อื่นๆ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๑.๑ – ว ๑.๓ สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖ ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์
สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่ แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ เสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๒.๑ – ว ๒.๓ สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖ ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์
สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และ บนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๓.๑ – ว ๓.๒ สำหรับผู้เรียนทุกคนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖ ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ ๔ ชีววิทยา

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ด-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และ อนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๔.๓ เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนอง ของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๔.๔ เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และ การตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๔.๕ เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสาร ในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๔.๑ – ว ๔.๕ สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖ ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ ๕ เคมี

มาตรฐาน ว ๕.๑ เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของ สาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๕.๒ เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๕.๓ เข้าใจหลักการทำปฏิกิริยาเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณ ปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๕.๑ – ว ๕.๓ สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖ ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ ๖ ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว ๖.๑ เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรง และ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๖.๒ เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๖.๓ เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ กฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทน

เป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๖.๔ เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิว และแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของ แก๊ส อุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๖.๑ – ว ๖.๔ สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖ ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ ๗ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๗.๑ เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๗.๒ เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

มาตรฐาน ว ๗.๓ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๗.๑ – ว ๗.๓ สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖ ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ ๘ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๘.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว ๘.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว ๘.๑ สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

๑. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
๒. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิชา

วิทยาศาสตร์

๓. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

๔. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

๕. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต ๖. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

๗. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้ กับ กระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และ แก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญดังนี้

 **วิทยาศาสตร์ชีวภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของ มนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

 **วิทยาศาสตร์กายภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

 **วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ** เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกในเอกภพ ระบบโลก และมนุษย์กับ การเปลี่ยนแปลงของโลก

 **ชีววิทยา** เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารเคมีในสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและ การถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบ และการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

 **เคมี** เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะ และการแก้ปัญหาทางเคมี

 **ฟิสิกส์** เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน

 **โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ** เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะ ลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

 **เทคโนโลยี**

1. **การออกแบบและเทคโนโลยี** เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี เพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2. **วิทยาการคำนวณ** เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะการคิด เชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี สารสนเทศสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ (สำหรับผู้เรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์)

❖ เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์กลไกการรักษาคุณภาพของ มนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกาย ของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสาร ต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการ ที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

❖ เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลง แทนที่ในระบบ นิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

❖ เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติ บางประการของธาตุ การ จัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติ ต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรง

ยึดเหนี่ยว พันธะเคมีโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

- ❖ เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

- ❖ เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สื่อกับการมองเห็นสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- ❖ เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟ ระเบิด สึนามิผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

- ❖ เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส ที่มี ต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

- ❖ เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของ เอกภพ หลักฐานที่สนับสนุน ทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซีโครงสร้างและองค์ประกอบของ กาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลง สมบัติบางประการของ ดาวฤกษ์กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบิรารของดวงอาทิตย์ลักษณะของดาวเคราะห์ ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

- ❖ ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

- ❖ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทาง วิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้า ได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำ ไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัด อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

- ❖ วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิง หรือมีทฤษฎีรองรับ

- ❖ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะ หาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

❖ แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

❖ เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

❖ ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจาก ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือ สร้างชิ้นงานตามความสนใจ

❖ แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

❖ วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบ สร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่องาน โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และ เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

❖ ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและ การสื่อสาร เพื่อรวบรวม ข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอด พลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ	• บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิดความหลากหลายของไบโอม
	๒. สืบค้นข้อมูล อธิบายสาเหตุและยกตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	• การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ • การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้
	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพ และทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	• การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร
	๔. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอ	• มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจาก วัชระมัดระวังและมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อม	• ปัญหาที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่งผลกระทบต่อระดับท้องถิ่น บางปัญหาก็ส่งผลกระทบต่อระดับประเทศ และบางปัญหาส่งผลกระทบต่อระดับโลก • การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดี เป็นตัวอย่างของแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	–	–
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	–	–

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	๑. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ	• เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างเป็นเยื่อหุ้มสองชั้นที่มีลิพิดเป็นองค์ประกอบ และมีโปรตีนแทรกอยู่ • สารที่ละลายได้ในลิพิดและสารที่มีขนาดเล็กสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง ส่วนสารขนาดเล็กที่มีประจุต้องลำเลียงผ่านโปรตีนที่แทรกอยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งมี ๒ แบบ คือ การแพร่แบบ ฟาสซิเลเทด และแอกทีฟทรานสปอร์ต ในกรณีสาร ขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน จะลำเลียงเข้าโดย กระบวนการเอนโดไซโทซิส หรือลำเลียงออกโดย กระบวนการเอกโซไซโทซิส

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๒. อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารใน เลือดโดยการ ทำงานของไต	การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในเลือด เกิด จากการทำงานของไต ซึ่งเป็นอวัยวะ ในระบบขับถ่าย ที่มีความสำคัญในการกำจัดของ เสียที่มีไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำและ สารที่มีปริมาณเกิน ความต้องการของร่างกาย
	๓. อธิบายการควบคุมคุณภาพของ กรด-เบสของ เลือดโดยการ ทำงานของไตและปอด	การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดเกิดจาก การทำงานของไตที่ทำหน้าที่ขับหรือดูดกลับ ไฮโดรเจนไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน และ แอมโมเนียมไอออน และการทำงานของปอด ที่ทำ หน้าที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์
	๔. อธิบายการควบคุมคุณภาพของ อุณหภูมิภายใน ร่างกายโดย ระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และ กล้ามเนื้อโครงร่าง	การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย เกิดจากการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดที่ ควบคุมปริมาณเลือดไปที่ผิวหนัง การทำงานของ ต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งส่งผลถึง ปริมาณความร้อนที่ถูกเก็บหรือระบายออกจาก ร่างกาย
	๕. อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับ การตอบสนอง ของร่างกายแบบ ไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อ สิ่งแปลกปลอมของร่างกาย	- เมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นเข้าสู่เนื้อเยื่อ ใน ร่างกาย ร่างกายจะมีกลไกในการต่อต้านหรือ ทำลายสิ่งแปลกปลอมทั้งแบบไม่จำเพาะและ แบบ จำเพาะ - เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์จะมีกลไกในการ ต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ - กลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบบจำเพาะเป็นการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาว ลิมโฟไซต์ชนิดบีและชนิดทีซึ่งเซลล์เม็ดเลือดขาว ทั้ง สองชนิดจะมีตัวรับแอนติเจน ทำให้เซลล์ ทั้งสอง สามารถตอบสนองแบบจำเพาะต่อแอนติเจน นั้น ๆ ได้ - เซลล์บีทำหน้าที่สร้างแอนติบอดีซึ่งช่วยในการ จับ กับสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เพื่อทำลายต่อไป โดย ระบบภูมิคุ้มกัน เซลล์ที่ทำหน้าที่หลากหลาย เช่น กระตุ้นการทำงานของเซลล์บีและเซลล์ที ชนิดอื่น ทำลายเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัสและเซลล์ ที่ผิดปกติอื่น ๆ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างโรคหรือ อาการที่เกิด จากความผิดปกติของระบบ ภูมิคุ้มกัน	• บางกรณีร่างกายอาจเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจน บางชนิดอย่างรุนแรงมากเกินไป หรือร่างกาย มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อแอนติเจนของตนเอง อาจทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติได้
	๗. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง ที่มีสาเหตุ มาจากการติดเชื้อ HIV	• บุคคลที่ได้รับเลือดหรือสารคัดหลั่งที่มีเชื้อ HIV ซึ่งสามารถทำลายเซลล์ที่ทำให้ภูมิคุ้มกันบกพร่อง และติดเชื้อต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น
	๘. ทดสอบ และบอกชนิดของ สารอาหาร ที่พืชสังเคราะห์ได้ ๙. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับ การใช้ ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืช บางชนิด สร้างขึ้น	• กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นจุดเริ่มต้น ของการสร้างน้ำตาลในพืช พืชเปลี่ยนน้ำตาลไป เป็นสารอาหารและสารอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช และสัตว์ • มนุษย์สามารถนำสารต่างๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น ไปใช้ประโยชน์เช่น ใช้เป็นยาหรือสมุนไพร ในการรักษาโรคบางชนิด ใช้ในการไล่แมลง กำจัด ศัตรูพืช และสัตว์ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโต ของแบคทีเรีย และใช้เป็นวัตถุดับในอุตสาหกรรม
	๑๐. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัย ภายนอกที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของพืช ๑๑. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสาร ควบคุมการ เจริญเติบโตของพืชที่ มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่าง การนำมาประยุกต์ใช้ทางด้าน การเกษตรของพืช	• ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหารคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ปัจจัยภายใน เช่น ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชมีการสังเคราะห์ขึ้น เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในช่วงชีวิตต่าง ๆ • มนุษย์มีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืช เพื่อนำมาใช้ควบคุมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๑๒. สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อ สิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต	• การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชแบ่งตามความสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าได้ได้แก่แบบที่มี ทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น ดอกทานตะวันหันเข้าหาแสง ปลายรากเจริญ เข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลก และแบบที่ไม่มีทิศทาง สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น การหุบ และบานของดอก หรือการหุบและกางของใบพืช บางชนิด • การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชบางอย่างส่งผล ต่อการเจริญเติบโต เช่น การเจริญในทิศทางเข้าหา หรือตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก การเจริญ ในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแสง และการ ตอบสนองต่อการสัมผัสสิ่งเร้า
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	–	–
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	–	–

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์ โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม	• ดีเอ็นเอ มีโครงสร้างประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ มาเรียงต่อกัน โดยยีนเป็นช่วงของสายดีเอ็นเอที่มี ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่กำหนดลักษณะของโปรตีน ที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ
	๒. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุม ด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล	• ลักษณะบางลักษณะมีโอกาสพบในเพศชาย และเพศหญิงไม่เท่ากัน เช่น ตาบอดสีและฮีโมฟีเลีย ซึ่งควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมเพศ บางลักษณะ มีการควบคุมโดยยีนแบบมัลติเปิลแอลลีล เช่น หมู่เลือด

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ระบบ ABO ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมดังกล่าวจัดเป็นส่วนขยายของ พันธุศาสตร์เมนเดล
	๓. อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับ นิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของ สิ่งมีชีวิต ๔. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวเทชัน ไปใช้ประโยชน์	• มิวเทชันที่เปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือจำนวนโครโมโซม อาจส่งผลทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลง ไปจากเดิม ซึ่งอาจมีผลดีหรือผลเสีย • มนุษย์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่างจากเดิม โดยการใช้รังสีและสารเคมีต่าง ๆ
	๕. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	• มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์และเภสัชกรรม เช่น การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อผลิต ยา และวัคซีน ด้านการเกษตร เช่น พืชดัดแปรพันธุกรรมที่ต้านทานโรคหรือแมลง สัตว์ดัดแปรพันธุกรรมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และด้าน นิติวิทยาศาสตร์เช่น การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด หรือเพื่อหา ผู้กระทำผิด • การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่างๆ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบทางด้านสังคม
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็น ผลมาจากวิวัฒนาการ	• สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะที่ปรากฏให้เห็นแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลาย ของลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเกิดจากมิวเทชัน ร่วมกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ • ผลจากกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมในการดำรงชีวิตสามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ • กระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นหลักการ ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	-	-
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	-	-

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	-	-
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	๑. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ใน รูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี	• สารเคมีทุกชนิดสามารถระบุได้ว่าเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปของอะตอม โมเลกุล หรือไอออนได้โดยพิจารณาจากสูตรเคมี
	๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง ของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	• แบบจำลองอะตอมใช้อธิบายตำแหน่งของโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนในอะตอม โดยโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกันในนิวเคลียสส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ซึ่งในแบบจำลองอะตอมของโบร์อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวง โดยแต่ละวง มีระยะห่างจากนิวเคลียสและมีพลังงานต่างกัน และอิเล็กตรอนวงนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน • แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก แสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในลักษณะ กลุ่มหมอก เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กและ เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึงไม่สามารถ ระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้
	๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน ของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว	• อะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน การระบุชนิด ของธาตุพิจารณาจากจำนวนโปรตอน • เมื่ออะตอมของธาตุมีการให้หรือรับอิเล็กตรอน ทำให้ จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน เกิดเป็นไอออน โดยไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอน น้อยกว่าจำนวนโปรตอน เรียกว่า ไอออนบวก ส่วนไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่า โปรตอน เรียกว่า ไอออนลบ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๔. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการ เป็นไอโซโทป	สัญลักษณ์นิวเคลียร์ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมและเลขมวล โดยเลขอะตอมเป็น ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในอะตอม เลขมวล เป็นตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับ นิวตรอน ในอะตอม ธาตุชนิดเดียวกันแต่มี เลขมวลต่างกัน เรียกว่าไอโซโทป
	๕. ระบุหมู่และคาบของธาตุและระบุว่าธาตุเป็น โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ หรือ กลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ	ธาตุจัดเป็นหมวดหมู่ได้อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยตารางธาตุซึ่งในปัจจุบันจัดเรียงตามเลขอะตอม และความคล้ายคลึงของสมบัติแบ่งออกเป็นหมู่ ซึ่งเป็นแถวในแนวตั้งและคาบซึ่งเป็นแถวในแนวนอน ทำให้ธาตุที่มีสมบัติเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ อยู่เป็นกลุ่มบริเวณใกล้เคียง กัน และแบ่งธาตุออก เป็นกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน
	๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับ อิเล็กตรอน ระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับ อโลหะ	ธาตุในกลุ่มโลหะ จะนำไฟฟ้าได้ดีและมีแนวโน้ม ให้อิเล็กตรอน ส่วนธาตุในกลุ่มอโลหะ จะไม่นำ ไฟฟ้า และมีแนวโน้มรับอิเล็กตรอน โดยธาตุ เรฟรีเซนเททีฟในหมู่ IA – IIA และธาตุแทรนซิชันทุกธาตุ จัดเป็นธาตุในกลุ่มโลหะ ส่วนธาตุเรฟรีเซนเททีฟ ในหมู่ IIIA – VIIA มีทั้งธาตุในกลุ่มโลหะและอโลหะ ส่วนธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่VIIIA จัดเป็นธาตุ อโลหะทั้งหมด
	๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอ ตัวอย่างประโยชน์และ อันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟและ ธาตุแทรนซิชัน	ธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หลากหลาย ซึ่งธาตุบางชนิดมีสมบัติที่เป็นอันตราย จึงต้อง คำนึงถึงการป้องกันอันตรายเพื่อความปลอดภัย ในการใช้ประโยชน์
	๘. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอน ระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง	พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่าง อะตอม ด้วยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน เกิด เป็นโมเลกุล โดยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๑ คู่ เรียกว่า พันธะเดี่ยว เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ ๑ เส้น ในโครงสร้างโมเลกุล ส่วนการใช้ เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๒ คู่และ ๓ คู่ เรียกว่า พันธะคู่และพันธะสาม เขียนแทนด้วยเส้น พันธะ ๒ เส้น และ ๓ เส้น ตามลำดับ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๙. ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม ๑๐. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตร โครงสร้าง ๑๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสาร โคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน	• สารที่มีพันธะภายในโมเลกุลเป็นพันธะโคเวเลนต์ทั้งหมดเรียกว่า สารโคเวเลนต์โดยสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน เป็นสารไม่มีขั้ว ส่วนสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน เป็นสาร มีขั้ว สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยอะตอม มากกว่า ๒ อะตอม อาจเป็นสารมีขั้วหรือไม่มีขั้ว ขึ้นอยู่กับรูปร่างของโมเลกุล ซึ่งสภาพขั้วของ สารโคเวเลนต์ส่งผลต่อแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล ที่ทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสาร โคเวเลนต์แตกต่างกัน นอกจากนี้ สารบางชนิด มีจุดเดือดสูงกว่าปกติเนื่องจากมีแรงดึงดูด ระหว่างโมเลกุลสูงที่เรียกว่า พันธะไฮโดรเจน ซึ่งสารเหล่านี้มีพันธะ N-H O-H หรือ F-H ภายในโครงสร้างโมเลกุล
	๑๒. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบ ไอออนิก	• สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกัน ของไอออนบวกของธาตุโลหะและไอออนลบของธาตุอโลหะ ในบางกรณีไอออนอาจประกอบด้วยกลุ่มของอะตอม โดยเมื่อไอออนรวมตัวกันเกิด เป็นสารประกอบไอออนิกจะมีสัดส่วนการรวมตัว เพื่อทำให้ประจุของสารประกอบเป็นกลางทาง ไฟฟ้า โดยไอออนบวกและไอออนลบจะจัดเรียงตัว สลับต่อเนื่องกันไป ใน ๓ มิติเกิดเป็นผลึกของสาร ซึ่งสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกตามด้วย สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขที่ แสดงจำนวนไอออนแต่ละชนิดเป็นอัตราส่วน อย่างต่ำ
	๑๓. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่า สารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์	• สารจะละลายน้ำได้เมื่อองค์ประกอบของสารสามารถเกิดแรงดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ โดยการละลายของสารในน้ำเกิดได้ ๒ ลักษณะ คือ การละลายแบบแตกตัว และการละลายแบบ ไม่แตกตัว การละลายแบบแตกตัวเกิดขึ้นกับสาร ประกอบไอออนิก และสารโคเวเลนต์บางชนิด ที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยเมื่อสารเกิด การละลายแบบแตกตัวจะ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ได้อิออนที่สามารถ เคลื่อนที่ได้ทำให้ได้สารละลายที่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์การละลาย แบบไม่แตกตัวเกิดขึ้นกับสารโคเวเลนต์ที่มีขั้วสูง สามารถดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ดีโดยเมื่อเกิดการละลายโมเลกุลของสารจะไม่แตกตัวเป็น ไอออน และสารละลายที่ได้จะไม่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์
	๑๔. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอน ว่าอิมัลด์หรือไม่อิมัลด์จากสูตรโครงสร้าง	• สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจาก ธาตุคาร์บอน สามารถเกิดพันธะกับคาร์บอน ด้วยกันเอง และธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้พันธะระหว่าง คาร์บอนยังมีหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม • สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิมัลด์มีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยว ทุกพันธะในโครงสร้าง ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิมัลด์มีพันธะระหว่างคาร์บอน เป็นพันธะคู่หรือพันธะสามอย่างน้อย ๑ พันธะ ในโครงสร้าง
	๑๕. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติ ทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น	• สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีทำให้สมบัติทาง กายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลว การละลาย
	๑๖. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	• สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-COOH$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นกรดส่วนสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-NH_2$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นเบส
	๑๗. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิด ต่าง ๆ ของสาร	• การละลายของสารพิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารสามารถ ละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน โดยสารมีขั้วละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว ส่วนสารไม่มีขั้วละลาย

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว และสารมีขั้วไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว
	๑๘. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์และการนำ พอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	• โครงสร้างของพอลิเมอร์อาจเป็นแบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห โดยพอลิเมอร์แบบเส้นและ แบบกิ่ง มีสมบัติเทอร์มอพลาสติก ส่วนพอลิเมอร์ แบบร่างแห มีสมบัติเทอร์มอเซต จึงมีการใช้ ประโยชน์ได้แตกต่างกัน
	๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข	• การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการลดปริมาณการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่
	๒๐. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์และ แปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมี ของปฏิกิริยาเคมี	• ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงานความร้อน พลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถนำไป ใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ • ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมีซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และ สูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวาโดยจำนวนอะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวา เท่ากัน นอกจากนี้สมการเคมียังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยา เคมีที่ใช้
	๒๑. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม	• อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้น อุณหภูมิพื้นที่ผิว หรือตัวเร่งปฏิกิริยา • ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
	๒๓. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์	• ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกิริยาเคมีซึ่งเรียกว่า

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ปฏิกิริยารีดอกซ์
	๒๔. อธิบายสมบัติของสาร กัมมันตรังสีและคำนวณ ครึ่งชีวิต และปริมาณของสารกัมมันตรังสี	ณ ครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี • สารที่สามารถแผ่รังสีได้เรียกว่า สารกัมมันตรังสี ซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลา ที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยสาร กัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน
	๒๕. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอ ตัวอย่างประโยชน์ ของสาร กัมมันตรังสีและการป้องกัน อันตราย ที่เกิดจาก กัมมันตภาพรังสี	• รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิด มาใช้ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	–	–

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	–	–
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	๑.วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลความเร็ว กับเวลาของการ เคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบาย ความเร่งของวัตถุ	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		• การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนความเร็ว เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ความเร่งเป็น อัตราส่วนของความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลาและ เป็นปริมาณเวกเตอร์ในกรณีที่วัตถุที่อยู่นิ่งหรือ เคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัววัตถุนั้น มีความเร่งเป็นศูนย์ • วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ถ้าความเร็วและความเร่ง มีทิศเดียวกัน และมีความเร็วลดลง ถ้าความเร็ว และความเร่งมีทิศตรงกันข้าม
	๒. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจาก แรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์	• เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง โดยแรง ทุกแรงอยู่ในระนาบเดียวกันสามารถหาแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุนั้นได้โดยรวมแบบเวกเตอร์
	๓. สังเกต วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	• เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์โดยขนาดของความเร่งขึ้นกับขนาดของ แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ
	๔. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	• แรงกระทำระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เป็นแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน เกิดขึ้นพร้อมกัน กระทำกับวัตถุคนละก้อน แต่มีทิศทางตรงข้าม
	๕. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการ เคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุได้แก่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	• วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวหรือความเร่ง ไม่คงตัว อาจเป็นการเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แนวโค้ง หรือการเคลื่อนที่แบบสั่น การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้ อธิบายการตกแบบเสรีการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วย ความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่ง มีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา นำไปใช้ อธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่ กลับไปกลับมาด้วยความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดที่ แรงลัพธ์เป็นศูนย์เรียกจุดนี้ว่าตำแหน่งสมดุล ซึ่งนำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบสั่น
ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง

	๖. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	• ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง เมื่อมีวัตถุที่มีมวล จะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกกระทำ ต่อวัตถุ แรงนี้นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของ วัตถุต่างๆเช่น ดาวเทียม และดวงจันทร์รอบโลก
	๓๗. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็ก เนื่องจากกระแสไฟฟ้า	• กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในบริเวณรอบแนวการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า หากทิศทางของสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้าได้จาก กฎมือขวา
	๔๘. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้ง อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์	• ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เมื่อมีอนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่โดยไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก หรือมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ โดยกระแสไฟฟ้าไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนาม แม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำ ซึ่งเป็นพื้นฐาน ในการสร้างมอเตอร์
	๔๙. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้ง ยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	• เมื่อมีสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำทำให้เกิดอีเอ็มเอฟ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
	๑๐. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน	• ภายในนิวเคลียสมีแรงเข้มที่เป็นแรงยึดเหนี่ยว ของอนุภาคในนิวเคลียส และเป็นแรงหลักที่ใช้ อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส นอกจากนี้ ยังมีแรงอ่อน ซึ่งเป็นแรงที่ใช้อธิบายการสลาย ให้อนุภาคบีตาของธาตุกัมมันตรังสี
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	-	-

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	-	-
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงาน นิวเคลียร์ พิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวล กับ พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจาก พิชชัน และฟิวชัน	พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากพิชชัน หรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์โดยพิชชันเป็นปฏิกิริยา ที่ นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มี มวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียส ที่มี มวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวล มากขึ้น พลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกมาจาก พิชชัน และฟิวชัน มีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ ระหว่าง มวลกับพลังงาน
	๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการ เปลี่ยนพลังงาน ทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและ ความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย	- การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การ เปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า ใน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ - เทคโนโลยีต่างๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้าง อุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้ พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
	๓. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการ รวมคลื่น	เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง จะเกิด การ สะท้อน เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่าง ตัวกลางที่ต่างกัน จะเกิดการหักเห เมื่อคลื่น เคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางจะเกิดการเลี้ยวเบน เมื่อคลื่นสองขบวนมาพบกันจะเกิดการรวมคลื่น เกิด รูปร่างของคลื่นรวม หลังจากคลื่นทั้งสอง เคลื่อนที่ ผ่านพ้นกันแล้วจะแยกกัน โดยแต่ละคลื่น ยังคงมี

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		รูปร่างและทิศทางเดิม
	๔. สังเกต และอธิบายความถี่ ธรรมชาติการสั่นพ้อง และผลที่ เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง	เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นแล้วหยุดกระตุ้น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่ที่เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติถ้ามีแรงกระตุ้นวัตถุที่กำลังสั่นด้วยความถี่ของการ ออกแรง ตรงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น จะทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดมากขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง เช่น การสั่นพ้องของอาคารสูง การสั่นพ้องของสะพาน การสั่นพ้องของเสียง ในเครื่องดนตรีประเภทเป่า
	๕. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการ รวมคลื่นของคลื่นเสียง	เสียงมีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและ การรวมคลื่นเช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ
	๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้ม เสียงกับระดับเสียงและผลของ ความถี่ กับระดับเสียงที่มีต่อการ ได้ยินเสียง	ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกเสียงสูง เสียงต่ำ โดยความถี่ที่คนได้ยินมีค่าอยู่ระหว่าง ๒๐-๒๐,๐๐๐ เฮิรตซ์ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้ บอก ความดังของเสียงซึ่งขึ้นกับความเข้มเสียง โดยความเข้มเสียงเป็นพลังงานเสียงที่ตกตังฉาก บนพื้นที่หนึ่ง หน่วยในหนึ่งหน่วยเวลา เสียงที่มี ความดังมากเกินไปเป็นอันตรายต่อหู
	๗. สังเกต และอธิบายการเกิดเสียง สะท้อนกลับ ปิด ดอปเพลอร์และ การสั่นพ้องของเสียง	- เมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเดินทางไปถึงกระทบวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมายังผู้ฟัง ถ้าผู้ฟังได้ยินเสียง ที่ออก จากแหล่งกำเนิดและเสียงที่สะท้อนกลับมา แยกจาก กัน เสียงที่ได้ยินนี้เป็นเสียงสะท้อนกลับ - เมื่อคลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่ใกล้เคียงกัน มา รวมกันจะเกิดปิด - เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ผู้ฟังเคลื่อนที่ หรือ ทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่ผู้ฟังจะได้ยิน เสียงที่ มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์ - ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่ เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิด การสั่นพ้องของเสียง
	๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการ นำความรู้ เกี่ยวกับเสียงไปใช้	ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวนด์ใช้ใน ทาง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	การแพทย์ ปัดของเสียงในการปรับเทียบ เสียงของ เครื่องดนตรีการสั่นพ้องของเสียงใช้ ในการออกแบบ เครื่องดนตรีและอธิบายการ เปล่งเสียงของมนุษย์
	๙. สังเกต และอธิบายการมองเห็นสี ของวัตถุ และความผิดปกติใน การมองเห็นสี	เมื่อแสงตกกระทบวัตถุวัตถุจะดูดกลืนแสงสีบางส่วน โดยขึ้นกับสารสีบนผิววัตถุและสะท้อนแสงสี ที่เหลือ ออกมา ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นกับแสงสีที่ สะท้อนออกมา ความผิดปกติ ในการมองเห็นสีหรือ การบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย บนจอตา
	๑๐. สังเกต และอธิบายการทำงาน ของแผ่นกรอง แสงสีการผสม แสงสีการผสมสารสีและ การ นำไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน	- แผ่นกรองแสงสียอมให้แสงสีบางส่วนออกไปได้ และกั้นบางแสงสี - การผสมแสงสีทำได้แสงสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วน ที่ เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว - การผสมสารสีทำได้สารสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำสารสีปฐมภูมิในปริมาณ ที่ เท่ากันมาผสมกันจะได้สารสีผสมเป็นสีดำ - การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการ แสดง
	๑๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า และหลัก การ ทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่ อาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยสนาม ทั้งสองมีทิศทางตั้งฉากกัน และตั้งฉาก กับทิศ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น - อุปกรณ์บางชนิดทำงาน โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องควบคุม ระยะไกล เครื่องถ่ายภาพ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์และ เครื่องถ่ายภาพ การสั่นพ้องแม่เหล็ก
	๑๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการ สื่อสาร โดยอาศัย คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่าน สารสนเทศ และเปรียบเทียบการ สื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อก กับสัญญาณดิจิทัล	- ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อ ส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สารสนเทศ จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ สำหรับส่งไปยัง ปลายทางซึ่งจะมีการแปลง สัญญาณกลับมาเป็น สารสนเทศที่เหมือนเดิม - สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิด คือ แอนะล็อก

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		อกและดิจิทัล การส่งผ่านสารสนเทศ ด้วยสัญญาณดิจิทัลสามารถส่งผ่านได้โดยมี ความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	-	-

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	-	-
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิด บิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการ ของเอกภพ	ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีบิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบง ที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมาก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาและวิวัฒนาการของ เอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบง เอกภพเกิดการ ขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิลดลง มีสสารคงอยู่ ในรูปอนุภาค และปฏิยานุภาคหลายชนิด และมี วิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะเป็นสมาชิก บางส่วนของเอกภพ
	๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟ พื้นหลังจากอวกาศ	หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและ ระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่างออกจากโลก และหลักฐานอีกประการคือ การค้นพบไมโครเวฟ พื้นหลัง ที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทาง และสอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗/๓

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		เคลวิน
	๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็น ทางช้างเผือกของคนบนโลก	- กาแล็กซีประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวนมากหลายแสนล้านดวง ซึ่งอยู่กันเป็นระบบของดาวฤกษ์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเทห์ฟ้าอื่น เช่น เนบิวลา และสสารระหว่างดาว โดยองค์ประกอบ ต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซีอยู่รวมกันด้วย แรงโน้มถ่วง - กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกัน โดยระบบสุริยะ อยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหัน แบบมีคาน มีโครงสร้าง คือ นิวเคลียส จาน และ ฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียส และจาน โดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง ของกาแล็กซีทางช้างเผือก ประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสง ซึ่งทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็น บริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมอง ของคนบนโลก แถบฟ้าสีขาวจาง ๆ ของ ทางช้างเผือกคือดาวฤกษ์ที่อยู่อย่างหนาแน่น ในกาแล็กซีทางช้างเผือก
	๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดง การเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์	ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์ คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไป ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ เกิดจาก การยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้ แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลามีขนาดเล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เกิดเป็นดาวฤกษ์ ก่อนเกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นจนเกิดปฏิกิริยา เทอร์มोनิวเคลียร์ดาวฤกษ์ก่อนเกิดจะกลายเป็น ดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ในสภาพสมดุลระหว่าง แรงดันกับแรงโน้มถ่วงซึ่งเรียกว่า สมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีเสถียรภาพและปลดปล่อย พลังงานเป็นเวลานานตลอดช่วงชีวิตของ ดาวฤกษ์
		ปฏิกิริยาเทอร์มोनิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาหลักของกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ที่แก่น ของดาวฤกษ์ทำให้เกิดการหลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็นนิวเคลียสฮีเลียมแล้วก่อให้เกิด พลังงานอย่างต่อเนื่อง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๕. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์	• ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจาก ดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาทีต่อ หน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจาก ตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึงกำหนดค่าการ เปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ด้วยค่า โชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดงระดับความส่องสว่าง ของดาวฤกษ์ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต
	๖. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของ ดาวฤกษ์	• สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้สเปกตรัมในการจำแนกชนิดของดาวฤกษ์
	๗. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของดาวฤกษ์	• มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ ก่อนเกิด ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้ พลังงานมาก จึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย • ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกัน การวิวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับ มวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ส่วนใหญ่เทียบกับจำนวน เท่าของมวลดวงอาทิตย์
	๘. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ และการแบ่ง เขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต	• ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่น และแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊สประมาณร้อยละ ๙๙.๘ ของมวล ได้รวมตัวเป็น ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อน หรือ พลาสมา สสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และ บริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ดังนั้นจึงแบ่งเขต บริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิด และองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อยดาวเคราะห์ชั้นนอกและดงดาวหาง
		• โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิต เพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสม อยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต มีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคงสถานะเป็นของเหลวได้ปัจจุบันมีการค้นพบดาวเคราะห์ ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมากและมีดาวเคราะห์ บาง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ดวงที่อยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต คล้ายโลก
	๙. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิด ลมสุริยะ พายุสุริยะ และ สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ นำเสนอ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้ง ประเทศไทย	- ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็นแก่น เขต การแผ่รังสีและเขตการพาความร้อน และมี ชั้น บรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อน ซึ่งแบ่ง เป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ชั้นโครโมสเฟียร์ และคอโรนา ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ มีปรากฏการณ์ สำคัญ เช่น จุดมืดดวงอาทิตย์ การลุกจ้า ที่ทำให้เกิด ลมสุริยะ และพายุสุริยะ ซึ่งส่งผลต่อโลก - ลมสุริยะ เกิดจากการแพร่กระจายของอนุภาค จากชั้นคอโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาค ที่ หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุ ลมสุริยะ ส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรียงแสง และชี้ไป ทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ และเกิด ปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ - พายุสุริยะ เกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุ พลังงานสูงจำนวนมาก มักเกิดบ่อยครั้ง ในช่วงที่ มีการลุกจ้า และในช่วงที่มีจุดมืด ดวงอาทิตย์จำนวน มาก และในบางครั้งมีการ พ่นก้อนมวลคอโรนา พายุ สุริยะอาจส่งผลต่อ สนามแม่เหล็กโลก จึงอาจ รบกวนระบบการ ส่งกระแสไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผล ต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของ ดาวเทียม นอกจากนี้ มักทำให้เกิดปรากฏการณ์ แสงเหนือ แสงใต้ ที่สังเกตได้ชัดเจน
	๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจ อวกาศ โดยใช้ กล้องโทรทรรศน์ ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศสถานี อวกาศและนำเสนองาน แนวคิดการ นำความรู้ทางด้านเทคโนโลยี อวกาศมาประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน หรือในอนาคต	- มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษา เพื่อขยาย ขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และในขณะ เดียวกันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์อาหาร การแพทย์ - นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์เพื่อศึกษา แหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศในช่วง ความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่คลื่นวิทยุไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลต และรังสีเอ็กซ์ - ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรือ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		อุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อสำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานี อวกาศคือห้องปฏิบัติการลอยฟ้า ที่โคจรรอบโลก ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก ดาวเทียม คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆเช่น การสื่อสาร โทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติอุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียม มีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	–	–
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	–	–
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน ที่เคลื่อนที่ผ่านโลก จึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้างโลกได้ ๒ แบบ คือโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมีแบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตาม สมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน
	๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่	แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาค

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	สนับสนุน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	การเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณิดังกล่าว อธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมี รากฐานมาจาก ทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎี การแผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่ม หินและแนวเทือกเขา ซากดึกดำบรรพ์ร่องรอยการเคลื่อนที่ของ ตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลก บรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้งการ ค้นพบ สันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร
	๓. ระบุสาเหตุและอธิบายรูปแบบ แนวรอยต่อ ของแผ่นธรณีที่ สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของ แผ่นธรณีพร้อมยกตัวอย่างหลักฐาน ทางธรณีวิทยาที่พบ	การพาความร้อนของแมกมาภายในโลก ทำให้ เกิด การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีตามทฤษฎีธรณี แปร สัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบ หลักฐาน ทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐาน และธรณี โครงสร้าง ที่บริเวณแนวรอยต่อของ แผ่นธรณีเช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟ รูปโค้ง แนวภูเขา ไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่ บริเวณแนวรอยต่อ ของแผ่นธรณีเช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับ รูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีนักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบ ได้แก่แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณี เคลื่อนที่ เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ
	๔. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด ภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้น ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและ นำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและ การปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย	ภูเขาไฟระเบิด เกิดจากการแทรกดันของแมกมา ขึ้นมาตามส่วนเปราะบาง หรือรอยแตกบนเปลือก โลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณี ทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย ผลจาก การ ระเบิดของภูเขาไฟมีทั้งประโยชน์และโทษ จึงต้อง ศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และ การปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย
	๕. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด ขนาดและ ความรุนแรง และผล	แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่ สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	จากแผ่นดินไหว รวมทั้ง สืบค้น ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและ นำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและ การปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย	แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน มัก เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของแผ่นธรณีและพื้นที่ ภายใต้อิทธิพลของการเคลื่อนของแผ่นธรณี ทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหาย เกิดอันตราย ต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทาง ในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
	๖. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้น ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการ ปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	• สึนามิคือ คลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำ ในปริมาณมหาศาล ส่วนมากจะเกิดในทะเลหรือมหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อย และอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อคลื่น เคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น จึงทำให้พื้นที่บริเวณ ชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิ ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้าง ในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทาง ในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
	๗. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อ การได้รับพลังงาน จากดวง อาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละ บริเวณ ของโลก	• พื้นผิวโลกแต่ละบริเวณได้รับพลังงานจาก ดวงอาทิตย์ในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจาก ปัจจัยสำคัญหลายประการ เช่น ละติจูดและ การเอียงของแกนโลก ลักษณะของพื้นผิว ละอองลอย และเมฆ ทำให้แต่ละบริเวณบนโลก มีอุณหภูมิไม่เท่ากัน ส่งผลให้มีความกดอากาศ แตกต่างกัน และเกิดการถ่ายโอนพลังงานระหว่างกัน
	๘. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศ ที่เป็น ผลมาจากความแตกต่าง ของความกดอากาศ	• การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจากความ กดอากาศที่แตกต่างกันระหว่างสองบริเวณ โดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกด อากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจน ใน การเคลื่อนที่ของอากาศ ในแนวราบ และเมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของ อากาศในแนวตั้งจะพบว่าอากาศเหนือบริเวณ ความกดอากาศต่ำจะมีการยกตัวขึ้นขณะที่ อากาศเหนือบริเวณความกดอากาศสูง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		จะจมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวราบและ แนวตั้งนี้ทำให้เกิดเป็นการหมุนเวียนของอากาศ
	๙. อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เป็น ผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดแรงคอริอลิส ส่งผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศเบนไปโดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณซีกโลกเหนือ จะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณ ซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจากทิศทางเดิม
	๑๐. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขต ละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	- โลกมีความกดอากาศแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ รวมทั้งอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการหมุนเวียน ของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบ โดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่ การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศแบบ หนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลาง มีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียน แถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น - นอกจากนี้บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละแถบละติจูด จะมีลักษณะลมฟ้า อากาศที่แตกต่างกัน เช่น บริเวณใกล้ศูนย์สูตร มีปริมาณหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐ องศา มีอากาศแห้งแล้ง ส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศา อากาศมีความ แปรปรวนสูง
	๑๑. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ ผิวหน้าในมหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียน ของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร	การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร ได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศ ในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลักทำให้บริเวณ ซีกโลกเหนือมีการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาใน ซีกโลกใต้ซึ่งกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร มีทั้งกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น
	๑๒. อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศ และน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะ	การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทร ส่งผลต่อภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม ที่ทำให้บางประเทศใน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม	ทวีปยุโรปไม่หนาวเย็น เกินไป และเมื่อการหมุนเวียน อากาศและน้ำ ในมหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิดผล กระทบต่อ สภาพลมฟ้าอากาศ เช่น ปรากฏการณ์ เอลนีโญ และลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวน ของลมค้าและส่งผลต่อประเทศที่อยู่บริเวณ มหาสมุทรแปซิฟิก
	๑๓. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติ เพื่อ ลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อ การ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	• โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยปริมาณ พลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ย ที่โลก ปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุล พลังงาน ของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในแต่ละปี ค่อนข้างคงที่และมีลักษณะภูมิอากาศ ที่ไม่ เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิด การ เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของ โลกและ ภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากปัจจัย หลายประการทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้น ตามธรรมชาติและ การกระทำของมนุษย์เช่น แก๊สเรือนกระจก ลักษณะ ผิวโลก และละอองลอย • มนุษย์มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกได้โดยการลดกิจกรรมที่ทำให้เกิด การ เปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงาน เช่น ลดการ ปลดปล่อย แก๊สเรือนกระจกและละอองลอย
	๑๔. แปลความหมายสัญลักษณ์ลม ฟ้าอากาศ ที่สำคัญจากแผนที่ อากาศ และนำข้อมูล สารสนเทศ ต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิต ให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้า อากาศ	• แผนที่อากาศผิวพื้นแสดงข้อมูลการตรวจอากาศ ในรูปแบบสัญลักษณ์หรือตัวเลข เช่น บริเวณ ความ กดอากาศสูง หย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขต ร้อน ร่องความกดอากาศต่ำ การแปลความหมาย สัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ ทำให้ทราบลักษณะลมฟ้า อากาศ ณ บริเวณหนึ่ง • การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่ อากาศ ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม สามารถ นำมาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับ สภาพ ลมฟ้าอากาศ เช่น การเลือกช่วงเวลา ในการ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		เพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาล การเตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	๑. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ กับ ศาสตร์อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์หรือ คณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่ จะ เกิดขึ้นต่อมนุษย์สังคม เศรษฐกิจ และ สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็น แนวทางในการพัฒนา เทคโนโลยี	- ระบบทางเทคโนโลยีเป็นกลุ่มของส่วนต่างๆตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกันและทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และ ผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กันนอกจากนี้ ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตาม วัตถุประสงค์โดยระบบทางเทคโนโลยีอาจมี ระบบย่อยหลายระบบ (sub-systems) ที่ทำงาน สัมพันธ์กันอยู่และหากระบบย่อยใดทำงาน ผิดพลาดจะส่งผลต่อการทำงานของระบบอื่นด้วย - เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัย มาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม
	๒. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิด ที่ เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดย	- ปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม เช่น ปัญหาด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง สุขภาพและการแพทย์การบริการ ซึ่งแต่ละด้านอาจมีได้หลากหลายปัญหา - การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	คำนึงถึงความถูกต้องด้าน ทรัพย์สินทาง ปัญญา	เงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้น ดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จาก ศาสตร์ ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบ แนว ทางการแก้ปัญหา
	๓. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดย วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และ ตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มี อยู่ นำเสนอ แนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วย เทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ ช่วยในการ ออกแบบ วางแผนขั้นตอนการ ทำงาน และดำเนินการแก้ปัญหา	- การวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูล ที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา เงื่อนไข และทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและ สารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม - การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้ หลากหลายวิธีเช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน - ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอ มี หลากหลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน - การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงาน ก่อนดำเนินการแก้ปัญหาก็จะช่วยให้การทำงาน สำเร็จ ได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของ การทำงาน ที่อาจเกิดขึ้น
	๔. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์ และให้เหตุผล ของปัญหาหรือ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้ กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการ ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผล การแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอ แนวทางการพัฒนาต่อยอด	- การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบ ชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตาม วัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหา ข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจ ทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหได้อย่างมี ประสิทธิภาพ - การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน และ ชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ซึ่งสามารถทำได้ หลายวิธีเช่น การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัด นิทรรศการ การ นำเสนอผ่านสื่อออนไลน์หรือ การนำเสนอต่อภาค ธุรกิจ เพื่อการพัฒนาต่อยอด ส่งงานอาชีพ
	๕. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ และ	วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ สังเคราะห์โลหะ จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติ เพื่อ เลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	เทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	• การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์เช่น LDR sensor เฟือง รอก คาน วงจรสำเร็จรูป • อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน หรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้ง รู้จักเก็บรักษา
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	๑. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน	• การทำโครงการ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากร ในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อ แก้ปัญหาหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน • การทำโครงการการออกแบบและเทคโนโลยีสามารถดำเนินการได้โดยเริ่มจาก การสำรวจสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ เพื่อกำหนดหัวข้อโครงการ แล้วรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	-	-

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๔	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	๑. ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนา โครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่น อย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง	• การพัฒนาโครงการ • การนำแนวคิดเชิงคำนวณไปพัฒนาโครงการ ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน เช่น การจัดการพลังงาน อาหาร การเกษตร การตลาด การค้าขาย การทำธุรกรรม สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม • ตัวอย่างโครงการ เช่น ระบบดูแลสุขภาพ ระบบ อัตโนมัติ ควบคุมการปลูกพืช ระบบจัดเส้นทาง การขนส่ง ผลผลิตระบบแนะนำการใช้งานห้องสมุด ที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล
ม.๕	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	–
	๑. รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่า ให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริง อย่างสร้างสรรค์	• การนำความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้แก้ปัญหา กับชีวิตจริง • การเพิ่มมูลค่าให้บริการหรือผลิตภัณฑ์ • การเก็บข้อมูลและการจัดเตรียมข้อมูลให้พร้อม กับการประมวลผล • การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ • การประมวลผลข้อมูล และเครื่องมือ • การทำข้อมูลให้เป็นภาพ (data visualization) เช่น bar chart, scatter, histogram • การเลือกใช้แหล่งข้อมูล เช่น data.go.th, wolfram alpha, OECD.org, ตลาดหลักทรัพย์, world economic forum • คุณค่าของข้อมูลและกรณีศึกษา • กรณีศึกษาและวิธีการแก้ปัญหา • ตัวอย่างปัญหา เช่น – รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดความสนใจ และตรงตามความต้องการผู้ใช้ในแต่ละประเภท

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		- การกำหนดตำแหน่งป้ายรถเมล์เพื่อลดเวลาเดินทางและปัญหาการจราจร - สำรวจความต้องการรับประทานอาหาร ในชุมชน และเลือกขายอาหารที่จะได้กำไรสูงสุด - ออกแบบรายการอาหาร ๓/ วัน สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน
ม.๖	ไม่เน้นวิทยาศาสตร์	-
	๑. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ และ แบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และ วัฒนธรรม	• การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูล เช่น การเขียนบล็อก อัปโหลดวิดีโอ ภาพอินโฟกราฟิก • การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย เช่น ระวังผลกระทบที่ตามมา เมื่อมีการ แบ่งปันข้อมูลหรือเผยแพร่ข้อมูล ไม่สร้าง ความเดือดร้อนต่อตนเองและผู้อื่น • จริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ • เทคโนโลยีเกิดใหม่แนวโน้มในอนาคต การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี • นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน • อาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ • ผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศต่อการ ดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม จัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมีฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหา ที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง สรุปได้ดังนี้

๑. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

๒. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น

- เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา และเคมี ได้พิจารณาแล้วจัด ให้เรียนในสาระชีววิทยา
- เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระ เคมี และโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ
- เรื่องกฎของบอยล์กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสีได้พิจารณาแล้วจัดให้ เรียนในสาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ ทับซ้อนกันในสาระเคมี และฟิสิกส์
- เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งในสาระ เคมีและฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี

๓. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น

- เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน
- เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุ และมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน

๔. ลดทอนเนื้อหาที่ยากเพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

๕. มีการเพิ่มเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิต ในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมใน สาระชีววิทยา เรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมีนวัตกรรมและการแก้ปัญหา ที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสาร ด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับสังคมและเศรษฐกิจดิจิทัลใน

ปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับ การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ถึงแม้ว่าสถานศึกษาสามารถจัดให้ผู้เรียนได้เรียนตามความเหมาะสมและตามจุดเน้นของสถานศึกษา แต่ในแนวทางปฏิบัติสถานศึกษาควรจัดให้ผู้เรียน ได้เรียนทุกสาระเพื่อให้มีความรู้เพียงพอในการนำไปใช้เพื่อการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหา ของสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ที่สถานศึกษามักมองข้ามความสำคัญของการเรียนสาระนี้ ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมีและชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาช่วยในการอธิบายและเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติทั้งการเปลี่ยนแปลง บนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลก และการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งกระบวนการ เปลี่ยนแปลงทั้งหมดดังกล่าวล้วนส่งผลซึ่งกันและกัน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วย และที่สำคัญคือ ความรู้ ในสื่อนี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลาย ๆ ด้าน เช่น อาชีพที่เกี่ยวข้อง วัสดุศาสตร์การเดินเรือ การบิน การเกษตร การศึกษาประวัติศาสตร์ วิศวกร อุตสาหกรรมน้ำมัน เหมือง นักธรณีวิทยา นักอุตุนิยมวิทยา นักดาราศาสตร์นักบินอวกาศ ดังนั้นพื้นฐานความรู้สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ จะช่วยเปิดโอกาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับผู้เรียน เพราะ ในอนาคตข้างหน้า นอกจากมนุษย์จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่ตัวเองอาศัยอยู่แล้ว ยังต้องพัฒนา ตนเองเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลกเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

✧ **ชีววิทยา** เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของ สิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

✧ **เคมี** เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลง ของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

✧ **ฟิสิกส์** เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน

✧ **โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ** เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลง ทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์ กับมนุษย์

สารวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สารชีววิทยา

๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สาร ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิด เกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์

๓. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียง ของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนอง ของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต สหสัมพันธ์กับการรักษาสุขภาพ และพฤติกรรม ของสัตว์รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียน สารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทฤษฎาการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและ ผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สารเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมี ไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๓. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมีการวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระพินิจ

๑. เข้าใจธรรมชาติทางพินิจ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน กล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและ การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๓. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่น ของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืด ของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลีกฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะ ของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ พินิจ อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๑. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณีแผนที่และการนำไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง การพยากรณ์อากาศ

๓. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่ง ดาวบนทรงกลมฟ้าและ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ ในการดำรงชีวิต

คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

❖ เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สารที่เป็น องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

❖ เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีน บนอโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชันในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต กลุ่มแบคทีเรีย โปรทิสต์ ฟังไจ และสัตว์การจำแนกสิ่งมีชีวิต ออกเป็นหมวดหมู่และวิธีการเขียน ชื่อวิทยาศาสตร์

❖ เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและการประยุกต์ใช้และการตอบสนองของพืช

❖ เข้าใจกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการ ต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์การทำงาน ของระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ระบบสืบพันธุ์การปฏิสนธิการเจริญเติบโต ฮอร์โมน และพฤติกรรมของสัตว์

❖ เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลง จำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไข ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

❖ เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์การจัดเรียงอิเล็กตรอน ในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมีสมบัติของสารที่มี ความสัมพันธ์กับพันธะเคมีกฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของ สารประกอบอินทรีย์และประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

❖ เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีการคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุล ในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมีทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า

❖ เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการ ใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตร โมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และ ทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

❖ เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพท์กฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัมและการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

❖ เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

❖ เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุตัวต้านทาน และกฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้าน พลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก ไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

❖ เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพยาง ของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี กัมมันตภาพ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน แรงภายในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

❖ เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐาน ทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการ เกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนกชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและ การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

❖ เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงานจากดวงอาทิตย์ กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริอลิส แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียน ของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียน ของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพ อากาศและการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ ลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้น จากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

❖ เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอนุภาคของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซีโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก

กระบวนการเกิดดาวฤกษ์และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อ ความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการ ดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาว ในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลา สุริยคติและการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีอวกาศ

- ❖ ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

- ❖ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทาง วิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้ อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

- ❖ วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำ ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจ ตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐาน อ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

- ❖ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะ หาความรู้โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

- ❖ แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

- ❖ เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

- ❖ ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบ

อาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจาก ภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

❖ แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิต ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้	• สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงาน มีการเจริญเติบโต มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์ มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงาน ร่วมกันขององค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ สิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต • การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็ก ไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบ อวัยวะ และสิ่งมีชีวิต ตามลำดับ
	๒. อธิบาย และบอกความสำคัญของการระบุ ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้ง ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	• วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถาม ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล • การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความรู้จากแขนงวิชา ต่าง ๆ ของชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง และควรคำนึงถึงจริยธรรมและจรรยาบรรณ การใช้สัตว์ทดลอง
	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และยกตัวอย่างธาตุ	• สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบ มากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน และออกซิเจน มีสมบัติในการเป็นตัวทำละลาย ที่ดีเก็บความร้อนได้ดี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ ต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	และมีความจุความร้อนสูง ซึ่งช่วยรักษาอุณหภูมิของเซลล์ได้ • ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออน ในมนุษย์และสัตว์ธาตุจะช่วยให้การทำงานของ ระบบต่าง ๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุ เป็นองค์ประกอบด้วย
	๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	• คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งตามขนาดโมเลกุลออกได้เป็น ๓ กลุ่ม คือ มอโนแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์และพอลิแซ็กคาไรด์
	๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	• โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน บางชนิดอาจมีธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	• ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดี ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ลิพิดกลุ่มสำคัญ ที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์
	๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก และระบุ ชนิดของกรดนิวคลีอิก และความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	• กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ • กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรม ทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม มี๒ ชนิด คือ DNA และ RNA
	๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ในสิ่งมีชีวิต ๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยา เคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการ	• เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีประกอบด้วย ปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ทำงาน ของเอนไซม์	• เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีน ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมีในขณะที่เกิดปฏิกิริยา เคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่ง ถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้ สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ • คุณสมบัติสภาพความเป็นกรด-เบส และ ตัวยับยั้งเอนไซม์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
	๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏ ภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้และการดูแลรักษา กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง	• กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์ • กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และ กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอออคัลเลนส์ ในการทำให้เกิดภาพขยาย • กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยายโดยออคัลเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่าน และชนิดส่องกราด • ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้แสงต้องมีวิธีการเตรียมที่ถูกต้องและเหมาะสม กับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ในการศึกษา • กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียด ซับซ้อน และราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้อย่าง ถูกวิธีมีการเก็บและดูแลรักษาที่ถูกต้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้นาน
	๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้ม เซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ ของออร์แกเนลล์ ๑๓. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส	• เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วย ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส • ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือ เยื่อหุ้มเซลล์แต่ในแบคทีเรียสาหร่าย ฟังไจและพืช จะมีผนังเซลล์เป็นส่วนห่อหุ้มเซลล์เพิ่มเติมขึ้นมาอีก ชั้นหนึ่ง • โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุล

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ของพอสโพลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีน แทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของพอสโพลิพิด • ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์ • นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายใน มี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด
	๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ของโมเลกุล การแพร่แบบฟาซิลิเทตและแอกทีฟทรานสปอร์ต ๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพ การลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียง สารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการ เอนโดไซโทซิส	• สารต่าง ๆ มีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การแพร่ของโมเลกุล การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต กระบวนการเอกโซไซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส • แก๊สต่าง ๆ เข้าหรือออกจากเซลล์โดยการแพร่ ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยออสโมซิส • ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้จำเป็นต้องอาศัย โปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้น เข้าและออกจากเซลล์เรียกว่า การแพร่แบบ ฟาซิลิเทต • แอกทีฟทรานสปอร์ต เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง • สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือลำเลียงผ่านโปรตีนที่เป็นตัวพาได้จะถูก ลำเลียงออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการ เอกโซไซโทซิส • สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิสซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบ ได้แก่ พิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ
	๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและ แบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบ	• การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ประกอบด้วยอินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	การแบ่ง นิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส	การแบ่งไซโทพลาซึม • การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วย ระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วย ระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I เทโลเฟส I ระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II แอนาเฟส II และเทโลเฟส II • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้เซลล์ร่างกายเพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และซ่อมแซม ส่วนที่สึกหรอหรือถูกทำลายไปได้ส่วนการแบ่ง นิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ • การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้า เข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์
	๑๗. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุป ขั้นตอน การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน เพียงพอ และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ	• การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหาร ที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับ อิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์และกระบวนการ ถ่ายทอดอิเล็กตรอน • การหายใจระดับเซลล์พลังงานส่วนใหญ่ได้จาก ขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้ จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP • ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจของเซลล์ไม่สมบูรณ์จึงเกิดได้เฉพาะไกลโคลิซิส ผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้ กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และพืชอาจได้ กรดแลกติก หรือ เอทิลแอลกอฮอล์
ม.๕	-	-
ม.๖	-	-

สาระชีววิทยา

๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผล การทดลอง ของเมนเดล ๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และ กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของ เมนเดลนี้ไป อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมและใช้ในการคำนวณ โอกาสในการ เกิดฟีโนไทป์และจี โนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F1 และ F2	• เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จนสรุปเป็นกฎแห่ง การแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ • กฎแห่ง การแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่เป็นคู่ จะแยกออกจากกันในการสร้างเซลล์ สืบพันธุ์โดยเซลล์ สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะมีเพียง แอลลีลใดแอลลีลหนึ่ง • กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมีใจความว่า หลังจากคู่ของแอลลีลแยกออกจากกัน แต่ละ แอล ลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอลลีลอื่น ๆ ที่แยกออก จากคู่เช่นกันในการเข้าไปอยู่ในเซลล์ สืบพันธุ์
	๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ การถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็น ส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมน เดล ๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และ เปรียบเทียบลักษณะ ทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ ต่อเนื่อง และลักษณะทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผัน ต่อเนื่อง	• การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะ ให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผลการศึกษาของ เมน เดล เรียกลักษณะเหล่านี้ว่า ลักษณะ ทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์ เมนเดล เช่น การข้าม ไม่สมบูรณ์การข้ามร่วมกัน มัลติเปิลแอลลีลยีนบน โครโมโซมเพศและพอลิยีน • ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกัน ชัดเจน เช่น การมีติ่งหูหรือไม่มีติ่งหูซึ่งเป็น ลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง • ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะมีความ แตกต่างกันเล็กน้อยและลดหลั่นกันไป เช่น ความสูง และสีผิวของมนุษย์ถูกควบคุมโดยยีน หลายคู่ซึ่งเป็น ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการ แปรผันต่อเนื่องและ สิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการ แสดงลักษณะนั้น
	๕. อธิบายการถ่ายทอดยีนบน โครโมโซม และ ยกตัวอย่าง ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูก	• โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซม และโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรม ส่วนใหญ่ ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม บางลักษณะถูก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ควบคุม ด้วยยีนบนออโตโซมและ ยีนบนโครโมโซมเพศ	ควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศ ซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิสอาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยก จากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้ แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของ สารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบ ทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA ๓๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีน และหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์ โปรตีน ๔๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับ ความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล	- DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์แต่ละ นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และ G - โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สายเรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวา โดยการ เข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของ เบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G - ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโน ของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เอนไซม์ และอื่น ๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏ ลักษณะต่าง ๆ ได้ - DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบ และสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ซึ่งจะมีโครงสร้าง และลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม - DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA ๓ ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน - RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยว แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟตและไนโตรจีนัสเบสคือ A U C และ G
	๔๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชัน ระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิด มิวเท	มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของ โปรตีน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ชั้น รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการ ที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิด ในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยัง รุ่นต่อ ๆ ไปได้และทำให้เกิดความแปรผันทาง พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุ มาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น รังสี และสารเคมี • การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเทชันระดับยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์เป็นผลมาจาก การแทนที่คู่เบส • การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไปหรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม เช่น การลดลงหรือเพิ่มขึ้น ของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งหมด เป็นสาเหตุ ของการเกิดมิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่ม อาการครีดูชาต์และกลุ่มอาการดาวน์กลุ่มอาการ เทอร์เนอร์และกลุ่มอาการไคลน์เฟลเตอร์
	๑๐. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการนำ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้าน สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	• การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์สามารถนำไปใช้ในการสร้าง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการ มาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติ ตามต้องการ • เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยการ ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม
	๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐาน ที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	• หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์กายวิภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์การศึกษาทางชีวภูมิศาสตร์และ ด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล • มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ ของ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		บรรพบุรุษมนุษย์ที่ค้นพบ และจากการ เปรียบเทียบ ลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์ กับไพรเมตอื่นๆ
	๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบ แนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิตของมอง ลามาร์ก และ ทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต ของชาลส์ดาร์วิน	• มอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า สิ่งมีชีวิตมีการ เปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อม โดย อาศัยกฎการใช้และไม่ใช้และกฎแห่งการ ถ่ายทอด ลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ • ชาลส์ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการ ของ สิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ โดย สิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มี ลักษณะ แตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียง จำนวนหนึ่งที่ เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถมีชีวิตรอด และ ถ่ายทอดลักษณะ ที่เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้
	๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบาย เงื่อนไขของภาวะ สมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ในประชากร พร้อมทั้ง คำนวณหาความถี่ ของแอลลีล และจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้ หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	• เมื่อประชากรอยู่ในภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก โดยประชากรมีขนาดใหญ่ ไม่มีการถ่ายเทยีน ระหว่างประชากร ไม่เกิดมิวเทชัน สมาชิกทุกตัว มี โอกาสผสมพันธุ์ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือก โดยธรรมชาติจะทำให้ความถี่ของแอลลีลของ ลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่รุ่น ก็ตาม เป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ • การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีล ใน ประชากร เกิดจากปัจจัยหลายประการ นำไปสู่ การ เกิดวิวัฒนาการ
	๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ อธิบาย กระบวนการเกิดสปีชีส์ ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	• สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเท เคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีก ประชากรหนึ่ง ในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้ประชากร ทั้ง สอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน และ วิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ • ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้๒ แนวทาง คือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทาง ภูมิศาสตร์และการเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์ เดียวกัน
ม.๕	-	-

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๖	๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์และความหลากหลายของระบบนิเวศ	- ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วย ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์และความหลากหลายของระบบนิเวศ - การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มี ความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้ มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้นและสืบทอดลูกหลาน ต่อไปได้ - สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ หรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนาน หลายชั่วรุ่นซึ่งอาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ส่งผลให้ เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ - แหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละแหล่งที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้นจะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกัน ทำให้เกิด ความหลากหลายของระบบนิเวศ
	๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์โดยเซลล์รูปแบบแรก ที่เกิดขึ้นคือ เซลล์โพรคาริโอต และมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอต และจากสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียว เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้าง แบบง่าย ๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ
	๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิต กลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิต กลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิต กลุ่มสัตว์	- แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต พืชเซลล์มีเพทิดิโกลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญ แบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ดำรงชีวิต แบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต แต่แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไชยาโนแบคทีเรีย สร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสง - โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ อาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวุกยูคาริโอต มีผนังเซลล์ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ และมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จาก กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง • ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวุกยูคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ผนังเซลล์มีไคตินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้และดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต • สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวุกยูคาริโอต ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหาร จากสิ่งมีชีวิตอื่น ส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหาร บางชนิดอาจเป็นปรสิต สัตว์มีระยะเอ็มบริโอ ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ • สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณาลักษณะต่าง ๆ คือ เนื้อเยื่อสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของ بلاสโทพอร์การเจริญในระยะตัวอ่อน ทำให้ อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อย เช่น กลุ่มฟองน้ำ กลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอยและ หมึก กลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลม กลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้อง กลุ่มดาวทะเลและ ปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด
	๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิต จากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการ เขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์ ๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือ ตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่	• การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับชั้นต่าง ๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็นหมวดหมู่ย่อย มีดังนี้คิงดอม ไฟลัม คลาสออร์เดอร์แฟมิลีจีนัส และสปีชีส์ • ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้น สปีชีส์ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินามเพื่อใช้ในการระบุถึงสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกันประกอบด้วย ๒ ส่วน โดยส่วนแรกเป็น ชื่อสกุล ส่วนหลังเป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิต ชนิดนั้นหรือเป็นคำที่มีความหมายเฉพาะ โดยทั้ง ๒ ส่วนนี้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ต้องเป็นภาษาละติน • ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อระบุหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นต่างๆโดยมีหลักเกณฑ์ในการนำลักษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิต มาพิจารณาเป็นคู่ • วิทเทเกอร์เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวก ยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวก โปรคาริโอต และจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอม ประกอบด้วย มอนเนรา โปรติสตา พืช ฟังไจ และสัตว์ • ไวส์และคณะ จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมน ประกอบด้วย แบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคาริโอตา โดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมน เป็นกลุ่มย่อยจะใช้หลักที่ว่าสิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกัน มีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน

สาระชีววิทยา

๓. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	-	-
ม.๕	๑. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	• เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร • เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง • เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น และระบบเนื้อเยื่อ ท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน
	๒. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืช ใบเลี้ยงคู่ จากการตัดตามขวาง	• ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืช เจริญเติบโตอยู่กับที่ได้และยังมีหน้าที่สำคัญใน การดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วน ต่าง ๆ ของพืช • โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาว ประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่างๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์ มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญ เติบโตเต็มที่ • โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบ มัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันใน พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ • โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์ม ซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรง เพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัด ท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อ ลำเลียงเพิ่มขึ้น
	๓. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้าง ภายในของลำต้นพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	• ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญ อยู่เหนือระดับผิวดินเกิดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่ สร้าง ใบและช่ใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และ อาหารที่พืช สร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ • โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัด ท่อลำเลียงที่มี ลักษณะแตกต่างกันในพืช ใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ • ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิจะมีเส้นรอบวง เพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดอร์ม และเนื้อเยื่อ ท่อลำเลียง ทุติยภูมิเพิ่มขึ้น
	๔. สังเกต และอธิบายโครงสร้าง ภายในของใบพืช จากการตัดตาม ขว้าง	• ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจ ไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ • โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง ประกอบด้วย เนื้อเยื่อ ๓ กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
	๕. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบาย การแลกเปลี่ยน แก๊สและการคาย น้ำของพืช	• พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทาง ปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและ ลำต้น อ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ภายนอกต่ำกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืช ระเหยเป็นไอออกมาทาง รูปากใบ เรียกว่า การคาย น้ำ • ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิสภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ของพืช
	๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำ และธาตุอาหารของพืช ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของพืช	- พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่ เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีลซึ่งเป็นการดูดน้ำจากดิน สู่อเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และลำเลียง ไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวตั้ง - ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอด ของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับ แรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน - ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก จนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่ เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่า แรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กัตเตชัน - พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของ ธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้ เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุ
	๘. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไก การลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำ ไปยังแหล่งรับ
	๙. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการ ทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสง มาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิต ที่ได้คือ น้ำตาลออกซิเจน
	๑๐. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3	- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี๒ ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ - ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีโดยแสงออกซิไดส์โมเลกุลสารสี ที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ทำให้เกิดการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ NADPH+ H⁺ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์ • การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วย คาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงปรีดิวซ์ สารประกอบ คาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาล ที่มีคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่ง จะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักร โดยพืช C3 จะมีการตรึง คาร์บอนไดออกไซด์ด้วย วัฏจักรคัลวินเพียงอย่าง เดียว
	๑๑. เปรียบเทียบกลไกการตรึง คาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C3 พืช C4 และ พืช CAM	• พืช C4 ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรก เกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์โดย PEP และเอนไซม์ เพบ คาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลง ทางเคมี ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ กรดมา ลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์ บันเดิลชีทและ ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ ในวัฏจักรคัลวินต่อไป • พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ คล้ายพืช C4 แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึง คาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืน และปล่อยออกมา ในเวลากลางวันเพื่อใช้ใน วัฏจักรคัลวินต่อไป
	๑๒. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ สรุปปัจจัยความเข้ม ของแสง ความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ และ อุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ ด้วยแสง ของพืช	• ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความ เข้มของแสง ความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ
	๑๓. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ของพืชดอก	• พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วย ระยะ ที่สร้างสปอร์เรียก ระยะสปอโรไฟต์(2n) และระยะที่ สร้างเซลล์สืบพันธุ์เรียก ระยะแกมีโทไฟต์(n) •

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผล ชนิดต่าง ๆ
	๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบ กระบวนการสร้าง เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	• พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน • การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดย ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิสได้ไมโครสปอร์โดยไมโครสปอร์นี้ แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้๒ เซลล์คือ ทิวบ์เซลล์ และเจเนอเรทิฟเซลล์เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบน ยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจเนอเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้๒ เซลล์ • การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวุลในรังไข่ โดยเซลล์ที่เรียกว่า เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ แบ่งไมโอซิสได้เมกะสปอร์ซึ่งในพืชส่วนใหญ่ จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง ๑ เซลล์ที่เหลืออีก ๓ เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส ๓ ครั้ง ได้๘ นิวเคลียส ที่ประกอบด้วย ๗ เซลล์โดยมี ๑ เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เรียก เซลล์ไข่ส่วนอีก ๑ เซลล์มี ๒ นิวเคลียส เรียก โพลาร์นิวคลีไอ • การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ โดย คู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่ง กับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนา ไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกัน ของสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอ ได้เป็นเอนโดสเปิร์ม นิวเคลียสซึ่งจะเจริญและพัฒนา ต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม
	๑๕. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆของเมล็ด และผล	• ภายหลังการปฏิสนธิออวุลจะมีการเจริญ และพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญ และพัฒนาไปเป็นผล • โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วน ของ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		โครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อ สิ่งมีชีวิตอื่น
	๑๖. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มี ผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัว ของเมล็ด	• เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิและแสง เมล็ดบางชนิด สามารถงอกได้ทันทีแต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถ งอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว • เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัย บางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด ซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธี ตามปัจจัยที่ ยับยั้ง
	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาท และหน้าที่ของ ออกซิน ไซโทไค นิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และ กรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับ การนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ๑๘. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และ อภิปรายเกี่ยวกับ สิ่งเร้าภายนอก ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืช	• พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิด ที่ ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผล ต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก • แสงสว่าง แรงแม่เหล็กของโลก สารเคมีและน้ำ เป็น สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืช • ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายใน และ สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุม การเจริญเติบโต ของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุ ผลผลิตได้
ม.๖	—	—

สาระชีววิทยา

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับ การรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	-	-
ม.๕	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มี ทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหาร แบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหาร แบบสมบูรณ์ ๒. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลาเนเรีย	• รา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร นอกเซลล์ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อย อาหารภายในพุดแควโอลโดยเอนไซม์ใน ไลโซโซม • ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษ ทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์ โดยเอนไซม์ในไลโซโซม • ไฮดราและพลาเนเรีย มีทางเดินอาหาร แบบไม่สมบูรณ์จะกินอาหารและขับกากอาหาร ออกทางเดียวกัน • ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหาร แบบสมบูรณ์
	๓. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และ กระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึม สารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	• การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และ การย่อยทางเคมีโดยอวัยวะเอนไซม์ในทางเดิน อาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็ก จนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ • การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก • สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และ ธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอย แล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหาร ประเภท ลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมัน จะถูกดูดซึมเข้าสู่ หลอดน้ำเหลืองฝอย • อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ ที่เหลือเป็นกากอาหาร จะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก
	๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก ๕. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยนม	• ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น • แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลม ซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอย • ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลาย อยู่ในน้ำผ่านเหงือก • สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและผิวหนัง ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส • สัตว์เลี้ยงลูก นม สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูก ด้วยนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยน แก๊สของมนุษย์ ๗. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัด ปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์	• ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย ช่องจมูก โปรงจมูก คอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลม และถุงลมในปอด • ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่าง ถุงลมกับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของ เนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการ แพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยเช่นกัน • การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิดจาก การเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศภายในปอด โดยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลม และกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง และควบคุม โดยสมองส่วนพอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา
	๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบ หมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบ หมุนเวียน เลือดแบบปิด ๙. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือด และการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือด กับ	• สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม • สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด • ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ความเร็วในการไหลของเลือด	• ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวก หอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดินและสัตว์มีกระดูกสันหลัง
	๑๐. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดในมนุษย์ ๑๑. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือด ผ่านหัวใจของมนุษย์และเขียนแผนผังสรุป การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของ เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา ๑๓. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือด ในระบบ ABO และระบบ Rh	• ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งเลือดไหลเวียน อยู่เฉพาะในหลอดเลือด • หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และเวนทริเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ โดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนทริเคิล และ ระหว่างเวนทริเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือด ออกจากหัวใจ • เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออตาอาร์ อาร์เตอเรียอาร์เตอริโอล หลอดเลือดฝอย เวนูลู เวน และเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ • ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิด ความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงาน ของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์เป็นปัจจัย ที่มีผลต่อความดันเลือดและชีพจร • เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ เพลตเลต และพลาสมา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็นเลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิด ของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น เลือดหมู่Rh+ และ Rh- การให้และรับเลือดมีหลักว่า แอนติเจน ของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และ การให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุดคือ ผู้ให้ และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน
	๑๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและ หน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง	• ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมา อยู่ระหว่างเซลล์เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่ หล่อเลี้ยงเซลล์และสามารถแพร่เข้าสู่ หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่งต่อมากลอดน้ำเหลืองฝอย จะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นและเปิดเข้าสู่ระบบ หมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวนใกล้หัวใจ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่ นำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด ต่อมน้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาว ทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมากับ น้ำเหลือง
	๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไก การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ ๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ การสร้างภูมิคุ้มกัน ก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา ๑๗. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย เกี่ยวกับความผิดปกติ ของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	• กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม มีอยู่ ๒ แบบ คือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ • ต่อมน้ำไขมัน ต่อมน้ำเหลือง ที่ผิวหนังช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อ เชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เซลล์ เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิลและโมโนไซต์ จะมีการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอม โดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิล เกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต แบคทีเรียเกี่ยวข้อง กับปฏิกิริยาการแพ้ซึ่งเป็นการต่อต้านหรือ ทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ • การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ชนิดเซลล์บีและเซลล์ที • อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนอง ของลิมโฟไซต์ประกอบด้วย ต่อมน้ำเหลือง ทอนซิล ม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก • การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกาย มี ๒ แบบ คือ ภูมิคุ้มกันก่อกเองและภูมิคุ้มกันรับมา • การได้รับวัคซีนหรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของภูมิคุ้มกันก่อกเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกาย สร้างภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจน เข้าสู่ร่างกาย ส่วนภูมิคุ้มกันรับมาเป็นการรับ แอนติบอดีโดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับ น้ำนมแม่ • เอดส์ภูมิแพ้และการสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง เป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ
	๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและ	• อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ที่มีคอนแทรกไทล์แวคิวโอลทำหน้าที่ในการกำจัด และ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	หน้าที่ในการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	รักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์ • ฟองน้ำและไฮดรามีเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกับน้ำโดยตรง ของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่สภาพแวดล้อม • พลาเนเรียใช้เฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้างตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย • ไส้เดือนดินใช้เนฟริเดียม แมลงใช้มัลปิเกียนทิวบูล และสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่าย ของเสีย
	๑๙. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และ โครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย ๒๐. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการ กำจัดของเสีย ออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายโดยหน่วยไต ๒๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับ ความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ	• ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่าย และรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย • ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอก ที่เรียกว่า คอรเท็กซ์และบริเวณส่วนใน ที่เรียกว่า เมดัลลา และบริเวณส่วนปลายของเมดัลลาจะยื่นเข้าไป จรดกับส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่า กรวยไต โดยกรวยไตจะต่อกับท่อไตซึ่งทำหน้าที่ลำเลียง ปัสสาวะไปเก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะเพื่อขับถ่าย ออกนอกร่างกาย • ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไต ลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วย เรียกว่า โปว์แมนส์แคปซูล ล้อมรอบกลุ่ม หลอดเลือดฝอย ที่เรียกว่า โกลเมอรูลัส • กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย ประกอบด้วยกรอง การดูดกลับ และการ หลั่งสารที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย • โรคนี้่วและโรคไตวายเป็นตัวอย่างของโรคที่เกิดจาก ความผิดปกติของไต ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรักษา คุณภาพของสารในร่างกาย
		• นอกจากไตที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำแร่ธาตุและกรด-เบส ผิวหนัง และระบบหายใจ ยังมีส่วนช่วยในการรักษาคุณภาพเหล่านี้ด้วย
ม.๖	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง และ หน้าที่ของระบบประสาทของ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง	• สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาททำให้สามารถรับรู้ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้เช่น ไฮดรา มีร่างแหประสาท พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย และ แมลง มีปมประสาทและเส้นประสาท ส่วนสัตว์ มีกระดูกสัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง ๒. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของ เซลล์ประสาท ๓. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของ เซลล์ประสาท และกลไก การถ่ายทอดกระแสประสาท	หลัง มีสมอง ไขสันหลัง ปมประสาท และเส้นประสาท • หน่วยงานของระบบประสาท คือ เซลล์ ประสาท ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์และ เส้นใยประสาทที่ทำหน้าที่รับและส่งกระแสประสาท เรียกว่า เดนไดรต์ และแอกซอน ตามลำดับ • เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ ได้เป็น เซลล์ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และ เซลล์ประสาทประสานงาน • เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้เป็นเซลล์ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม เซลล์ประสาทสองขั้ว และเซลล์ประสาทหลายขั้ว • กระแสประสาทเกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเดนไดรต์และแอกซอน ทำให้มีการถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาท ไปยังเซลล์ประสาท หรือเซลล์อื่น ๆ ผ่านทาง ไซแนปส์ • ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งได้เป็น ๒ ระบบ ตามตำแหน่งและโครงสร้าง คือ ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่สมองและไขสันหลัง และระบบประสาทรอบนอก ได้แก่ เส้นประสาทสมอง และเส้นประสาทไขสันหลัง
	๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบ ประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก ๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ ส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง ๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายเปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาท ไซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ	• สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือ สมองส่วนหน้า สมองส่วนกลางและสมองส่วนหลังสมองแต่ละส่วนจะควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน โดยมีเส้นประสาทที่แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะต่างๆซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่สมอง หรือนำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วย ปฏิบัติงานหรือทำหน้าที่ทั้งสองอย่าง ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ภายใน กระดูกสันหลัง และมีเส้นประสาทแยกออกจาก ไขสันหลัง เป็นคู่ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลการ ตอบสนองโดยไขสันหลัง เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ ชนิดต่าง ๆ และการถ่ายทอดกระแสประสาท ระหว่างไขสันหลังกับสมอง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่งออกจาก ไขสันหลัง • ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างและระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่าง ๆ • ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษาดุลยภาพของกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย
	๓/. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ ตา หูจมูกลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ยกตัวอย่าง โรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการ ดูแลป้องกัน และรักษา ๔. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอด โฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง	• ตา หูจมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่รับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญ ที่ควรดูแล ป้องกัน และรักษาให้สามารถทำงาน ได้เป็นปกติ • ตาประกอบด้วย ชั้นสเคลอรา โครอยด์และเรตินา เลนส์ตาเป็นเลนส์นูนอยู่ถัดจากกระจกตา ทำหน้าที่รวมแสงจากวัตถุไปที่เรตินา ซึ่ง ประกอบด้วย เซลล์รับแสง และเซลล์ประสาท ที่นำกระแสประสาทสู่สมอง • หูประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ หูส่วนนอก หูส่วนกลาง และหูส่วนใน ภายในหูส่วนในมีคอเคลีย ซึ่ง ทำหน้าที่รับและเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นกระแสประสาท นอกจากนี้ยังมีเซมิเซอร์คิวลาร์แคนเนล ทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย • จมูกมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นอยู่ในเยื่อบุจมูก ที่เป็นตัวรับสารเคมีบางชนิดแล้วเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง • ลิ้นทำหน้าที่รับรส โดยมีตุ่มรับรสกระจาย อยู่ทั่วผิวลิ้นด้านบน ตุ่มรับรสมีเซลล์รับรส อยู่ภายใน เมื่อเซลล์รับรสถูกกระตุ้นด้วยสารเคมี จะกระตุ้นเดน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ไตรต์ของเซลล์ประสาทเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง • ผิวหนัง มีหน่วยรับสิ่งเร้าหลายชนิด เช่น หน่วย รับสัมผัส หน่วยรับแรงกด หน่วยรับความเจ็บปวด หน่วยรับอุณหภูมิ
	๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก	• สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการ ไหลของไซโทพลาซึม บางชนิดใช้แฟลเจลลัม หรือซิเลียในการเคลื่อนที่ • สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมงกะพรุน เคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณ ขอบกระดิ่ง และแรงดันน้ำ • หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัว ทำให้น้ำภายในลำตัวพุ่งออกมา ทางไซฟอน ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการ เคลื่อนที่ • ไส้เดือนดินมีการเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัว และคลายตัวของกล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อ ตามยาวซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม • แมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขา ซึ่งมีกล้ามเนื้อภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม • สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา เคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับกระดูกสันหลังทั้ง ๒ ข้าง ทำงานในสภาวะ ตรงกันข้าม และมีครีบที่อยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ช่วยโบกพัดในการเคลื่อนที่ส่วนนกเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ กดปีกกับกล้ามเนื้อยกปีกซึ่งทำงานในสภาวะ ตรงกันข้าม
	๑๐. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ ๑๑. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิด ต่าง ๆ และการ	• มนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูก • บริเวณที่กระดูกตั้งแต่ ๒ ชิ้นมาต่อกัน เรียกว่า ข้อต่อ และยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อ • กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้ค้ำจุนและทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย แบ่งตามตำแหน่งได้เป็นกระดูกแกนและกระดูกยางค์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง ที่เกี่ยวข้องกับเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ ของมนุษย์	• กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อทั้ง ๓ ชนิด พบในตำแหน่งที่ต่างกัน และมีหน้าที่แตกต่างกัน • กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงานร่วมกันเป็นคู่ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม
	๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศในสัตว์	• การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่ไม่มีการรวมของเซลล์สืบพันธุ์เช่น การแตกหน่อและการงอกใหม่ • การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและการปฏิสนธิ ภายใน สัตว์บางชนิดมี๒ เพศในตัวเดียวกัน แต่การผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะผสมข้ามตัว
	๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ อวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง ๑๔. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการ สร้างเซลล์ไข่และการปฏิสนธิในมนุษย์	• การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการสร้างสเปิร์มจากเซลล์สเปิร์มาโทโกเนียมภายในอัณฑะ และกระบวนการสร้างเซลล์ไข่จากเซลล์โอโอโกเนียมภายในรังไข่ • อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วย อัณฑะ ทำหน้าที่สร้างสเปิร์มและฮอร์โมนเพศชาย และ มีโครงสร้างอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสเปิร์ม สร้างน้ำเลี้ยงสเปิร์ม และสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะ • อัณฑะประกอบด้วยหลอดสร้างสเปิร์ม ซึ่งภายในมีเซลล์สเปิร์มาโทโกเนียมที่เป็นเซลล์ตั้งต้น ของกระบวนการสร้างสเปิร์ม • อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิง ประกอบด้วย รังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด รังไข่ทำหน้าที่ สร้างเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง • กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปิร์มาโทโกเนียมแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้สเปิร์มาโทโกเนียมจำนวนมาก ซึ่งต่อมาบางเซลล์พัฒนา เป็นสเปิร์มาโทไซด์ระยะแรกโดยสเปิร์มาโทไซด์ ระยะแรกจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ได้สเปิร์มาโทไซด์ ระยะที่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		สองซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส II ได้สเปิร์มาติดตามลำดับ จากนั้นพัฒนาเป็น สเปิร์ม - กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเนียม แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้โอโอโกเนียม ซึ่งจะพัฒนาเป็นโอโอไซต์ระยะแรกแล้วแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้โอโอไซต์ระยะที่สองซึ่งจะเกิดการตกไข่ต่อไป เมื่อได้รับการกระตุ้นจากสเปิร์ม โอโอไซต์ระยะที่สองจะแบ่งแบบไมโอซิส II แล้วพัฒนาเป็น เซลล์ไข่ - การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ได้ไซโกต ซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝังตัวที่ผนังมดลูก จนกระทั่งครบกำหนดคลอด
	๑๕. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอ และระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่และมนุษย์	- การเจริญเติบโตของสัตว์เช่น กบ ไก่และสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จะเริ่มต้นด้วยการแบ่งเซลล์ ของไซโกต การเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ ๓ ชั้น คือ เอกโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม การเกิด อวัยวะ โดยมี การเพิ่มจำนวน ขยายขนาด และ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อทำหน้าที่ เฉพาะอย่าง ซึ่ง พัฒนาการของอวัยวะต่าง ๆ จะทำให้มีการเกิดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด - การเจริญเติบโตของมนุษย์จะมีขั้นตอนคล้ายกับการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอื่น ๆ โดยเอ็มบริโอจะฝังตัวที่ผนังมดลูก และมีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับลูกผ่านทางรก
	๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุป หน้าที่ของฮอร์โมน จากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อ ที่สร้างฮอร์โมน	- ฮอร์โมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่างๆของร่างกาย โดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อโดยต่อมไร้ท่อนี้ จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วร่างกาย - ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลั่งฮอร์โมน ไม่มีท่อในการลำเลียงฮอร์โมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียง โดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมาย ที่จำเพาะเจาะจง - ต่อมไพเนียสสร้างเมลาโทนินซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสง ในรอบวัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอร์โมน โพรแลกติน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอร์โมนซึ่งสร้างจาก ไฮโปทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินซึ่งควบคุมอัตรา เมแทบอลิซึมของร่างกาย และสร้างแคลซิโทนิน ซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ • ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราไทรอยด์ฮอร์โมนซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ • ตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคาγον ซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ • ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างกลูโคคอร์ติคอยด์ มีเนราโลคอร์ติคอยด์และฮอร์โมนเพศซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้าง เอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน ซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน • อัณฑะมีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเตอโรน ส่วนรังไข่มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโตรเจน และโพรเจสเตอโรน ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน • เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไหม้ส กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้างฮอร์โมนได้หลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน • การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้ง และการควบคุมแบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาดุลยภาพ ของร่างกาย • ฟีโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ ซึ่งส่งผลต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน
	๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่าง พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด และพฤติกรรมที่เกิดจากการ	• พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดง พฤติกรรม • พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดแบ่งออกได้เป็น หลายชนิด เช่น โอเรียนเตชัน (แทกซิสและ ไดโนซิส)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เรียนรู้ของสัตว์ ๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท ๑๙. สืบค้นข้อมูลอธิบายและยกตัวอย่างการสื่อสาร ระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม	รีเฟล็กซ์และฟิกแอกชันแพทเทิร์น • พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้แบ่งได้เป็น แสบปิซูเอชัน การพึงใจ การเชื่อมโยง (การลองผิดลองถูก และการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล • ระดับการแสดงพฤติกรรมที่สัตว์แต่ละชนิดแสดงออกจะแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการของระบบประสาทที่แตกต่างกัน • การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่ง ซึ่งมีหลายวิธีเช่น การสื่อสารด้วยท่าทาง การสื่อสารด้วยเสียง การสื่อสารด้วยสารเคมี และการสื่อสารด้วยการสัมผัส

สาระชีววิทยา

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและ การหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทฤษฎาการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	-	-
ม.๕	-	-
ม.๖	๑. วิเคราะห์อธิบาย และยกตัวอย่าง กระบวนการ ถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ๒. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิด ไบโอแมกนิฟิเคชัน ๓. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพเพื่ออธิบาย วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส	- ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีกระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้น กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพที่เรียกว่า โซ่อาหาร สายใยอาหาร และพีระมิตทางนิเวศวิทยา - พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละลำดับขั้นการกินอาหารมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่ จะสูญเสียไปในรูปความร้อนระหว่างการถ่ายทอด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง - การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้ง อาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วย เรียกว่า การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน ซึ่งอาจมีระดับ ความเข้มข้นของสารพิษมากขึ้นตามลำดับขั้นของ การกินจนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต - สารต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นผ่านทั้งในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตกลับคืนสู่ระบบอย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
	๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะ ของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลก	ไบโอมคือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละ ไบโอมจะมีลักษณะเฉพาะของปัจจัยทางกายภาพ ชนิดของพืช และชนิดของสัตว์
	๕. สืบค้นข้อมูลยกตัวอย่างอธิบาย	ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้การเปลี่ยนแปลง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	และเปรียบเทียบ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ	ที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้ระบบนิเวศสามารถ ปรับสมดุลได้แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อย่างรวดเร็ว อาจส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบ ทางชีวภาพในระบบนิเวศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น • การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา มีทั้ง การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุป เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของ สิ่งมีชีวิตบางชนิด ๗. สืบค้นข้อมูลอธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง การเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก ๘. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโต ของประชากร	• ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะ หลายประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาด ของประชากร ความหนาแน่นของประชากร การกระจายตัวของสมาชิกในประชากร โครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่าง เพศอัตราการเกิดและอัตราการตายการอพยพเข้า การอพยพออกของประชากร และการรอดชีวิต ของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน • ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อ การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็น กระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ • การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการ เพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ • การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง • การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น ปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่น ของประชากร และปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่น ของประชากร • ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็วแบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติ ทางอุตสาหกรรมเป็นต้นมา
	๙. วิเคราะห์อภิปราย และสรุป ปัญหา การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และ	• ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้รับการบำบัดลงสู่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา	แหล่งน้ำ ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ • การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ • การจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรมีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างถูกต้อง
	๑๐. วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	• การปนเปื้อนของสารเคมีฝุ่นละออง และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิดได้ทั้ง จากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ • การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุการเกิดไฟฟ้าและการเกิดแก๊สพิษ จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ • การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่าง ๆ • การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย การกำหนดนโยบาย และวางแผนงานเพื่อป้องกันและแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแล รักษาคุณภาพอากาศ
	๑๑. วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น ทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	• มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดินส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ • การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิดมลพิษและความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการ ปลูกจิตสำนึกในการใช้ดินอย่างถูกต้อง
	๑๒. วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบ ที่เกิดจากการทำลายป่าไม้รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และ การอนุรักษ์ป่า	• พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดิน การเผาป่า การทำเหมืองแร่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ไม้	- พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพ แห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลง หรือสูญพันธุ์ได้ - การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ส่งเสริมการปลูกป่า ป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปลูกจิตสำนึกเรื่อง การอนุรักษ์ป่าไม้
	๑๓. วิเคราะห์ภัยพิบัติ และสรุปปัญหา ผลกระทบ ที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทาง ในการอนุรักษ์สัตว์ป่า	- การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่คือ การทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า - การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการให้มีพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอ รวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่า ลดจำนวนลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกัน อนุรักษ์

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของ สารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือ ผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	- นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอม และเสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จาก การศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และ ผลการทดลอง - แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากคอลลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้ต่อมา ทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาค ที่มีประจุลบ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาค ประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวก ที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลาง อะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่ รอบนิวเคลียส โปร์เสนอว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็น วงรอบนิวเคลียส โดยแต่ละวงมีระดับพลังงาน เฉพาะตัว ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่า อิเล็กตรอนมีการ เคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถ ระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้จึงเสนอ แบบจำลอง อะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาส การพบ อิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส
	๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุ จำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของ อะตอมจาก สัญลักษณ์นิวเคลียร์รวมทั้งบอก ความหมายของไอโซโทป	สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วย สัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมซึ่งแสดงจำนวน โปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวน โปรตอนกับ นิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีจำนวน โปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอน ต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป
	๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียง อิเล็กตรอน ในระดับพลังงานหลัก และระดับพลังงานย่อย เมื่อทราบ เลขอะตอมของธาตุ	การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊ส ทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และ แต่ละ ระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับ พลังงานย่อยซึ่ง มีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้ แตกต่างกัน และอิเล็กตรอน จะจัดเรียงในออร์บิทัล ให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุด สำหรับอะตอมในสถานะ พื้น
	๔. ระบุหมู่คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ ของธาตุเรฟรี เซนเททีฟและธาตุ แทรนซิชันใน ตารางธาตุ	ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอม และสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบ โดยอาจ แบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจแบ่งเป็น กลุ่มธาตุเรฟรี เซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน
	๕. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติ ของธาตุ เรฟรีเซนเททีฟตามหมู่ และตามคาบ	ธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์- อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน มี เวเลนซ์อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักเดียวกัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ธาตุเรพรีเซนเททีฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกันตามหมู่และมีแนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไป ตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโตรเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน
	๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะทรานซิชัน และ เปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรพรีเซนเททีฟ	ธาตุทรานซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบ ส่วนใหญ่จะมีสี
	๓๗. อธิบายสมบัติและคำวนครั้งชีวิตของไอโซโทป กัมมันตรังสี	ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุมีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้เนื่องจากนิวเคลียส ไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสีสำหรับ ธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถ แผ่รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี เป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัว จนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็น
	๔. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุ มาใช้ประโยชน์รวมทั้งผลกระทบต่องสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้อง ตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่องสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมี การจัดการอย่างเหมาะสม
	๔๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะ ไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์ แบบจุดของลิวอิส	- สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส โดยการเกิด พันธะเคมีส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต - พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่าง ประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบ ส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอน และไอออนลบเกิดจากอโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบที่เกิดจาก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		พันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิก ไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็น โครงผลึกที่ประกอบ ด้วยไอออนบวกและไอออนลบ จัดเรียงตัวต่อเนื่อง กันไปทั้งสามมิติ
	๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อ สารประกอบไอออนิก	• สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้ สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตาม ด้วย สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลข แสดง อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็น องค์ประกอบ • การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดย เรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบ สำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มี เลข ออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลข ออกซิเดชันของ โลหะด้วย
	๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับ ปฏิกิริยา การเกิดสารประกอบไอ ออนิกจากวัฏจักร บอร์น-ฮาเบอร์	• ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุ เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้ง ที่เป็น ปฏิกิริยาดูดพลังงานและคายพลังงาน ซึ่งแสดงได้ ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์และ พลังงานของ ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบ ไอออนิกเป็นผลรวม ของพลังงานทุกขั้นตอน
	๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบ ไอออนิก	• สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น ผลึก ของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์เมื่อเป็นของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลาย ในน้ำจะนำไฟฟ้า • สารละลายของสารประกอบไอออนิกแสดงสมบัติ ความเป็นกรด-เบส ต่างกัน สารละลายของ สารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และ สารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติ เป็น เบส
	๑๓. เขียนสมการไอออนิกและสมการ ไอออนิกสุทธิ ของปฏิกิริยาของ สารประกอบไอออนิก	• ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก สามารถเขียน แสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิก สุทธิ โดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้นและ ผลิตภัณฑ์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออน ส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ ทำปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น
	๑๔. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส	พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ของธาตุซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไป จะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วย พันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สารโคเวเลนต์พันธะ โคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่และ พันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วย โครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ของแต่ละอะตอมด้วยจุด
	๑๕. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	- สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์โดยทั่วไป เขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับ ตามค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีจากน้อยไปมาก โดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุ ที่มีมากกว่า ๑ อะตอมในโมเลกุล - การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำได้โดยเรียกชื่อ ธาตุที่อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยมีคำนำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็น องค์ประกอบ
	๑๖. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความยาวพันธะ และพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์รวมทั้ง คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของ สารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ	- ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสาร โคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะ และชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงาน พันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้โมเลกุลโคเวเลนต์ บางชนิดมีค่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะ แตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิส ที่เหมาะสมได้มากกว่า ๑ โครงสร้าง ที่เรียกว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ - พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงาน ของปฏิกิริยา ซึ่งได้จากผลต่างของพลังงาน พันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์
	๑๗. คาคคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเว	รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์อาจพิจารณาโดยใช้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เลนส์โดยใช้ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง โมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นผลรวม ปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้วของแต่ละพันธะตาม รูปร่างโมเลกุล
	๑๘. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์	- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็น แรงแผ่กระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้ สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดต่ำกว่า สารประกอบไอออนิก เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก - สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดต่ำ และไม่ละลายในน้ำ สำหรับสาร โคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตกตัว เป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสารที่ไม่แตกตัว เป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้จากสาร ที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายของ สารประกอบคลอไรด์และออกไซด์จะมีสมบัติเป็นกรด
	๑๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของ สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ	สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุล ขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่อง เป็นโครงสร้างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายที่มี ธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอัญรูปต่างกัน จะมีสมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์
	๒๐. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ	- พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของ ทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่ว ทั้งโลหะและเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอน ในนิวเคลียสทุกทิศทาง - โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถ ตี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เป็นแผ่นหรือดิ่งเป็นเส้นได้นำความร้อนและ น้ำไฟฟ้า ได้ดีมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
	๒๑. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบ ไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของ สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และ โลหะ ได้อย่างเหมาะสม	• สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ มีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำ ไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม
ม.๕	๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณ ปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์กฎของชาร์ล กฎของ เกย์-ลูสแซก ๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรือ อุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส	• พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบาย ได้ด้วยกฎของบอยล์กฎของชาร์ล กฎของ เกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ ในการคำนวณ ปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้
	๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิจำนวนโมล หรือมวลของ แก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาวอกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ	• ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วย กฎของอาวอกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิและจำนวนโมล ของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติซึ่งสามารถ นำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการ เปลี่ยนแปลงที่ เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊ส ที่ภาวะต่าง ๆ ได้
	๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวน โมลของแก๊ส ในแก๊สผสม โดยใช้ กฎความดันย่อยของดอลตัน	• ในธรรมชาติแก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดัน ของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วน โมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎ ความดันย่อยของดอลตัน
	๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ ทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส คำนวณและ เปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของ แก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของ เกรแฮม	• แก๊สสามารถแพร่ได้การแพร่ของแก๊สอธิบาย ได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุล ของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วน ผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส สัมพันธ์กับกฎการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		แพร่ผ่านของเกรแฮม
	๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	• สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
ม.๖	๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบ อินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน	• สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจาก ธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม นอกจากนี้ยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่น ๆ ได้อีกด้วย และมีการนำสารประกอบ อินทรีย์ไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย
	๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบ อินทรีย์	• โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แสดงได้ด้วยสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ หรือสูตรโครงสร้างแบบเส้น
	๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภท ของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน	• สารประกอบอินทรีย์มีหลายประเภท การพิจารณาประเภทของสารประกอบอินทรีย์อาจใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ได้เป็นแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์เอไมด์
	๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ตามระบบ IUPAC	• การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์แอลกอฮอล์อีเทอร์เอมีน แอลดีไฮด์คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ และเอไมด์จะเรียกตามระบบ IUPAC หรือ อาจเรียกโดยใช้ชื่อสามัญ
	๕. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ	• ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติแตกต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ซิม และเรียกสารแต่ละชนิดว่า ไอโซเมอร์ไอโซเมอร์ที่มี สูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เรียกว่า ไอโซเมอร์โครงสร้าง
	๖. วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือด และ การละลายในน้ำของ สารประกอบอินทรีย์ที่มี หมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้าง ต่างกัน	• สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างของสารต่างกันจะมีจุดเดือดและ การละลายในน้ำต่างกัน สำหรับการละลายของ สาร พิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลาย และตัวทำ ละลาย โดยสารสามารถละลายได้ ในตัวทำละลายที่ มีขั้วใกล้เคียงกัน
	๗. ระบุประเภทของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน และเขียน ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือ ปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมเปอร์แมงกานेट	• สารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็น สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยา การเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีนและปฏิกิริยากับ โพแทสเซียม เปอร์แมงกานेट จะให้ผลของ ปฏิกิริยาต่างกัน จึง สามารถใช้เป็นเกณฑ์ ในการจำแนกประเภทของ สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนได้
	๘. เขียนสมการเคมีและอธิบายการ เกิดปฏิกิริยา เอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสและปฏิกิริยา สะปอนนิฟิเคชัน ๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยา สะปอนนิฟิเคชัน	• กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้ เป็นเอสเทอร์เรียกว่า ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน กรด คาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเอมีนเกิดเป็น เอไมด์เอส เทอร์และเอไมด์สามารถเกิดปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์ ในเบสแอลคาไล เรียกว่า ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
	๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างการนำ สารประกอบ อินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิต ประจำวันและอุตสาหกรรม	• สารประกอบอินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ได้ มากมายในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำไปใช้เป็น สารตั้ง ต้นและตัวทำละลายในอุตสาหกรรม ด้านต่างๆเช่น อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและพลังงาน อุตสาหกรรม อาหารและยา อุตสาหกรรมเกษตร
	๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการ เกิดพอลิเมอร์ จากโครงสร้างของ มอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์	• พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่ง ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า มอนอเมอร์ เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์โดยมีทั้ง พอลิเม อร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการ เกิดพอลิเมอร์อาจเป็นปฏิกิริยาแบบ ควบแน่นหรือ ปฏิกิริยาแบบเติม ขึ้นอยู่กับ หมู่ฟังก์ชันและ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		โครงสร้างของมอนอเมอร์
	๑๒. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้าง และสมบัติของพอลิเมอร์รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์	พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกันอาจเป็นโครงสร้างแบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิด ของมอนอเมอร์และภาวะของปฏิกิริยาการเกิด พอลิเมอร์ ซึ่งโครงสร้างของพอลิเมอร์ส่งผลต่อ จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่น จึงสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย
	๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของ พลาสติก และผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์	พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วสามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่ง ส่วนพอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว จึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอเซต มีโครงสร้างแบบร่างแห พลาสติกมีทั้งที่เป็นพอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก และพอลิเมอร์เทอร์มอเซต ผลิตภัณฑ์ยางเป็น พอลิเมอร์เทอร์มอเซต ซึ่งทำให้มีสมบัติและ การนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน
	๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยน โครงสร้าง และ การสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของ พอลิเมอร์	การปรับเปลี่ยนโครงสร้างหรือการสังเคราะห์ พอลิเมอร์เช่น วัลคาไนเซชัน การสังเคราะห์ โคพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้า เป็นการปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์เพื่อให้ได้ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น
	๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างผลกระทบ จากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข	การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไข

สาระเคมี

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยา รีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี บางชนิด	- ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง - ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและ ผลิตภัณฑ์ - ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิด ปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว - นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์ แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี - การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์ หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เพื่อให้อะตอม ของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน
	๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย ๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสาร ในปฏิกิริยาสามารถนำมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้น ของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้
	๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี หลายขั้นตอน	ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จาก เลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม
	๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณ สารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่น ที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๓/. คำนวณผลได้ร้อยละของ ผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยา เคมี	ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎี เป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ
ม.๕	๑. ทดลอง และเขียนกราฟการ เพิ่มขึ้นหรือลดลง ของสารที่ทำ การวัดในปฏิกิริยา ๒. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมีและเขียนกราฟ การลดลง หรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัด ใน ปฏิกิริยา	ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลง ของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ ของสารนั้นๆในสมการเคมีเพื่อให้ได้อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจาก สารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์
	๓. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศ ทางการชนกัน ของอนุภาคและ พลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา การ เกิดปฏิกิริยาเคมี	ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของ สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมี พลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชน และพลังงานที่เกิดจากการชน
	๔. ทดลอง และอธิบายผลของความ เข้มข้น พื้นที่ผิว ของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มี ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ๕. เปรียบเทียบอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผ	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิตัวเร่งและ ตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้้อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำ ปฏิกิริยาด้วย
	๖. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มี ผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี ในชีวิตประจำวัน หรือ อุตสาหกรรม	ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม
	๗. ทดสอบ และอธิบายความหมาย ของ ปฏิกิริยาผันกลับได้และ ภาวะสมดุล ๘. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความ เข้มข้นของสาร อัตราการ เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และ	ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้น และอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิด

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	อัตรา การเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยา จนกระทั่งระบบ อยู่ในภาวะสมดุล	ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิด ปฏิกิริยา ย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุล ที่มีความเข้มข้น ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ เรียกว่า สมดุล พลวัต
	๙. คำนวณค่าคงที่สมดุลของ ปฏิกิริยา ๑๐. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ ภาวะสมดุล	• ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วย ค่าคงที่ สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง
	๑๑. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือ ความเข้มข้นของ ปฏิกิริยาหลาย ขั้นตอน	• ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จาก ผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำ สมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อย ให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และ หาก มีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุล เป็น ตัวหาร
	๑๒. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล และ ค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเน การ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะ สมดุล ของระบบถูกรบกวน โดย ใช้หลักของ เลอชาเตอลิเ	• เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรือ อุณหภูมิระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเ ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ ค่าคงที่สมดุล เปลี่ยนแปลง
	๑๓. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุล เคมีของ กระบวนการที่เกิดขึ้นใน สิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ใน ธรรมชาติและกระบวนการใน อุตสาหกรรม	• ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบาย กระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ใน ธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม
	๑๔. ระบุและอธิบายว่าสารเป็นกรด หรือเบส โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาว รีและลิวอิส	• สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรด หรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของ อาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรีหรือลิวอิส
	๑๕. ระบุคู่กรด-เบสของสารตาม ทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด- ลาวรี	• ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรีเมื่อ กรด หรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น จะมี การถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้น ที่เป็นกรด และเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็น โมเลกุลหรือ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของ สารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมี โปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน
	๑๖. คำนวณ และเปรียบเทียบ ความสามารถ ในการแตกตัวหรือ ความแรงของกรดและเบส	• กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้ แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัว เป็น ไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ส่วนกรดอ่อน หรือเบส อ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย โดยความสามารถใน การแตกตัวหรือความแรง ของกรดหรือเบสอาจ พิจารณาได้จากค่าคงที่ การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณ การแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส
	๑๗. คำนวณค่า pH ความเข้มข้น ของไฮโดรเนียม ไอออนหรือไฮดร ออกไซด์ไอออนของ สารละลาย กรดและเบส	• น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียสแตกตัว ให้ ไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน ที่มีความ เข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร โดยมี ค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ เท่ากับ 1.0×10^{-14} • เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรดเบส ของสารละลายแสดงได้ด้วยค่า pH ซึ่ง สัมพันธ์กับ ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน โดยสารละลาย กรดมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนมากกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH น้อยกว่า ๗ ส่วนสารละลายเบสมี ความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนน้อยกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า ๗
	๑๘. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยา สะเทิน และ ระบุความเป็นกรด- เบสของสารละลาย หลังการ สะเทิน ๑๙. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของ เกลือ และระบุ ความเป็นกรด- เบสของสารละลายเกลือ	• ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้ สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทิน ระหว่างกรด แก่และเบสอ่อน ให้สารละลาย ที่เป็นกรด ส่วน ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อน และเบสแก่ ให้ สารละลายที่เป็นเบส • เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จาก การสะเทินของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลาย ใน น้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลาย ที่มี สมบัติเป็นเบส
	๒๐. ทดลอง และอธิบายหลักการ	• การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	การไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ การไทเทรตกรด-เบส	หรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดิกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดิกันเรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติจุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถสังเกตเห็นได้จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของ อินดิเคเตอร์เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรตดังนั้น อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับ หรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล
	๒๑. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของ สารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต	• ปริมาณกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดิกันจากการไทเทรตกรด-เบส สามารถนำไปคำนวณ ความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบ ความเข้มข้นได้
	๒๒. อธิบายสมบัติองค์ประกอบและประโยชน์ ของสารละลายบัฟเฟอร์	• สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือเบสอ่อนกับเกลือ ของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติมกรด เบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่า สารละลายทั่วไป สมบัติเฉพาะของสารละลาย บัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	๒๓. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	• ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสสามารถนำมาใช้ประโยชน์ และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์
	๒๔. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยา ที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์	• เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดง ประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุ เรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์
	๒๕. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน และระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์รวมทั้ง เขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่ง	• ปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอน จะมีเลข

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ปฏิกิริยา รีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์	ออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชัน ลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์
	๒๖. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการ เป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์และเขียนแสดง ปฏิกิริยารีดอกซ์	• การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผล การทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์
	๒๗. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา	• ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยการใช้ เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา
	๒๘. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และ เขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์	• เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์
	๒๙. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น	• ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จาก ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ถ้าค่า ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยา รีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่าเซลล์กัลวานิก แต่ถ้าค่า ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยา รีดอกซ์ไม่สามารถเกิดได้เอง ต้องมีการให้กระแส ไฟฟ้าจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก
	๓๐. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดง ปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ	• เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิโดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ภายในเซลล์ปฐมภูมิไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยา ย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับ มาใช้ได้อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายใน เซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อน
	๓๑. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแส ไฟฟ้า และ	• เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม หลาย

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	อธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแส ไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกัน การกัดกร่อนของโลหะ	ประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยกสารเคมี ด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
	๓๒. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้า ทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า ในชีวิตประจำวัน	• ปฏิบัติเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรม ด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
ม.๖	-	-

สาระเคมี

๓. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการ ความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหา ทางเคมี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. บอกและอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตน ที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิด อุบัติเหตุ	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมีเช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลอง การกำจัดสารเคมี
	๒. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำ ปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	• อุปกรณ์และเครื่องมือซึ่ง ตวง วัดแต่ละชนิด มีวิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการ วัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงและ ความแม่นยำในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมี การเลือก และใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการ อย่างเหมาะสม
	๓. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลอง และเขียน รายงานการทดลอง	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผน การทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุป และวิเคราะห์นำเสนอข้อมูล และการ เขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง โดยการ ทำ ปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์
	๔. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และ เปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอ ด้วยการ ใช้ แคลคูลเตอร์เปลี่ยนหน่วย	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจจะบอ อยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐาน เดียวกัน จึงมีการกำหนดหน่วยในระบบเอสไอ ให้เป็นหน่วยสากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วย เพื่อให้เป็นหน่วยสากล สามารถทำได้ด้วยการใช้ แคลคูลเตอร์เปลี่ยนหน่วย
	๕. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุและ คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร	• มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ๑ อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมาก เมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้น มวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของ มวลโปรตอน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		และนิวตรอน - มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่า มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้นๆ ตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ - มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ของสารนั้น
	๖. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่ง จากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP	โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ เลขอาโวกาโดรคือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสาร ที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP
	๗. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ ของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่	สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วนคงที่
	๘. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร	สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอม ของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุล ของสาร จะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้
	๙. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ	สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูป ของสารละลาย การบอกปริมาณของสาร ในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น ในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตีโมลลิตี และเศษส่วนโมล
	๑๐. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มี ความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด	การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและ ปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดย การละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ใน ตัวทำละลาย หรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้น มาเจือจางด้วยตัว ทำละลายโดยปริมาณของสาร ที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของ สารละลายที่ต้องการ
	๑๑. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของ สารละลายกับสาร	สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไป จากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	บริสุทธิ์รวมทั้งคำนวณ จุดเดือด และจุดเยือกแข็งของสารละลาย	โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณ ของตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของ ตัวทำละลาย
ม.๕	-	-
ม.๖	๑. กำหนดปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรือ อุตสาหกรรม	สถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม สามารถ นำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้
	๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมี ร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ	การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้งคณิตศาสตร์เทคโนโลยีและทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์
	๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา ในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ โดยใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ	การนำเสนองานหรือแสดงผลงาน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ผลงาน รวมทั้งเพิ่มโอกาสในการพัฒนางาน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ ประกอบการนำเสนอ ซึ่งจะทำให้การสื่อสาร มีประสิทธิภาพมากขึ้น
	๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้า ร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ	การสัมมนา การประชุมวิชาการ หรือการ ร่วมแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยน ความคิด แสดงทัศนคติต่อกรณีศึกษา สถานการณ์ หรือประเด็นสำคัญทางเคมีซึ่งช่วยส่งเสริม ให้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อการค้นคว้าและ การสื่อสาร ซึ่งสามารถทำได้หลายระดับ โดย อาจเป็นระดับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียน ชุมชน ระดับชาติหรือนานาชาติ

สาระฟิลิกส์

๑. เข้าใจธรรมชาติทางฟิลิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล ของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. สืบค้น และอธิบายการค้นหาความรู้ทางฟิลิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิลิกส์ที่มีผลต่อ การแสวงหาความรู้ใหม่ และการพัฒนาเทคโนโลยี	• ฟิลิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ • การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิลิกส์ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อสรุป เป็นทฤษฎีหลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต • ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิลิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหา ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย
	๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิลิกส์ ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อน ในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้ง แสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์ และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง	• ความรู้ทางฟิลิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัดปริมาณทางฟิลิกส์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและหน่วยวัด • ปริมาณทางฟิลิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือ ต่างๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัด ปริมาณทางวิทยาศาสตร์คือ ระบบหน่วย ระหว่างชาติเรียกว่า ระบบเอสไอ • ปริมาณทางฟิลิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ๑ มากๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ หรือเขียนโดยใช้คำนำหน้าหน่วยของระบบเอสไอ การเขียนโดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียนเพื่อแสดงจำนวนเลขนัยสำคัญที่ต้องการ • การทดลองทางฟิลิกส์เกี่ยวกับการวัดปริมาณต่างๆ การบันทึกปริมาณที่ได้จากการวัดด้วยจำนวน เลข

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		นัยสำคัญที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อน การวิเคราะห์และการแปลความหมายจากกราฟ เช่น การหาความชันจากกราฟเส้นตรง จุดตัดแกน พื้นที่ใต้กราฟ เป็นต้น • การวัดปริมาณต่างๆจะมีความคลาดเคลื่อนเสมอ ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการวัด และประสิทธิภาพ ของผู้วัด ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดง ในการรายงานผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ • การวัดควรเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับ สิ่งที่ต้องการวัด เช่นการวัดความยาวของวัตถุ ที่ต้องการความละเอียดสูง อาจใช้เวอร์เนียร์ แคลลิเพอร์ส หรือไมโครมิเตอร์ • ฟิสิกส์อาศัยคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษา ค้นคว้า และการสื่อสาร
	๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่ง คงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้ง ทดลองหาค่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็ว และความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิด ในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่ง คงตัวมีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = v u + \frac{1}{2} a t^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ • การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียน อยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็ว กับเวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชัน ของเส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็น ความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลา เป็นการกระจัด ในกรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบ กับผู้สังเกต • การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร็วโน้มถ่วง ของโลก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรง สองแรงที่ทำมุมต่อกัน	• แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุสามารถ หาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้วิธีเขียน เวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ
	๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการ เคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• สมบัติของวัตถุที่ด้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณ ที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย • การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ • กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะ ไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน • กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์วัตถุจะมีความเร่ง โดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์มวลและความเร่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum F = ma$ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน • เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่าง วัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม และกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่ กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้
	๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากล และผลของ สนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทน ได้ด้วยสมการ $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ • รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุ มีน้ำหนัก
	๗. วิเคราะห์อธิบาย และคำนวณ	• แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อน ในทิศ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	แรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัส ของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้ง ทดลองหา สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ของวัตถุคู่หนึ่งๆและนำความรู้เรื่องแรงเสียดทาน ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	ทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือ แนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่งๆ ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและ แรงปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ • ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อ วัตถุ นั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุ เริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ ขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ คู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ $f_s \leq \mu_s N \quad f_k = \mu_k N$ • การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
	๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียน แผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุ อยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุล ของแรงสามแรง	• สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว คงตัว หรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว • วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum F_{i=1}^n = 0$ • วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum M_{i=1}^n = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ $M = Fl$ • เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุแรงลัพธ์จะเท่ากับ ศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน • การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุ อยู่ใน สมดุลกล
	๙. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของ วัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของ วัตถุ	- เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่แข็งแรง เสียทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำ ผ่าน ศูนย์กลางมวลของวัตถุวัตถุจะเคลื่อนที่ แบบเลื่อนที่ โดยไม่หมุน - วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอศูนย์กลางมวล และศูนย์ถ่วงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของ วัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ
	๑๐. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จาก สมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณ กำลังเฉลี่ย	- งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของ ขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos \theta$ หรือหาขนาดได้จากพื้นที่ ใต้กราฟระหว่าง แรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่ง โดยแรงที่กระทำ อาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัว ก็ได้ - งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} =$
	๑๑. อธิบาย และคำนวณพลังงาน จลน์พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ ระหว่าง งานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับ พลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของ แรงที่ใช้ดึงสปริง กับระยะที่สปริง ยืดออกและความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ ยืดหยุ่น รวมทั้ง อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรง ลัพธ์ และพลังงานจลน์และ คำนวณงานที่เกิดขึ้น จากแรง ลัพธ์	- พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน - พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = mv^2$ - พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง หรือรูปร่างของวัตถุแบ่งออกเป็นพลังงานศักย์ โนม์ ถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E =$ - พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$ - แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับ เส้นทางเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและ แรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ - งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของ แรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์เขียนแทนได้ ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$
	๑๒. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้ง วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	• ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียน แทนได้ด้วยสมการ $E_k + E_p = \text{ค่าคงตัว}$ โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ • กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก
	๑๓. อธิบายการทำงานของประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้ง คำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล	• การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียงลิ้ม สกรูและล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ $\text{Efficiency} = \frac{\text{การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ}}{M.A.} =$
	๑๔. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับ โมเมนตัม	วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวล และความเร็วของวัตถุตั้งสมการ $p = mv$ • เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตรา การเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ
		• แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่าแรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดลตามสมการ $I =$ ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง แรงดลกับเวลา
	๑๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกัน ในหนึ่งมิติซึ่ง	• ในการชนกันของวัตถุและการติดตัวออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติเมื่อไม่มีแรงภายนอกมา กระทำโมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไป ตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วย สมการ $p_i = p_f$ โดย p_i เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ p_f เป็น

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม	โมเมนตัมของระบบหลังชน ในการชนกันของวัตถุพลังงานจลน์ของระบบ อาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้การชนที่พลังงานจลน์ ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชน ที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชน แบบไม่ยืดหยุ่น
	๑๖. อธิบาย วิเคราะห์และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และ ทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการ เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์วัตถุมีการเปลี่ยน ตำแหน่งในแนวตั้งและแนวระดับพร้อมกัน และเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำ จึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่างๆ มีความสัมพันธ์ ตามสมการ $v_y = u_y + a_y t \quad v = u + 2a_y \Delta y$ ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำ จึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t \quad \sum F_{in i=1} (\Delta t \Delta y = u_y t + a_y t^2 \quad \Delta y = u_y + v_y (2 t$
	๑๗. ทดลอง และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวล ของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบ ระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้ การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม	- วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมี แรงลัพท์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่ง สู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการ เคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ $F_c = r m v^2$ - นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์ กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และ แรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุม ตามสมการ $F_c = m \omega^2 r$ - ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของ เส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุน รอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับ อัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียม จึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลก ตลอดเวลา
ม.๕	-	-
ม.๖	-	-

สาระพืลิกส์

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและ การได้ยิน
ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	-	-
ม.๕	๑. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้ม อย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง มีความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A \sin(\omega t + \phi)$ $v = A\omega \cos(\omega t + \phi)$ $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 x$ - การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง และการแกว่ง ของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่มีขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับ ขนาดของการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล แต่มี ทิศทางตรงข้าม โดยมีคาบการสั่นของวัตถุ ที่ติดอยู่ที่ปลายสปริง และคาบการแกว่งของ ลูกตุ้มตามสมการ และตามลำดับ
	๒. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและการเกิด การสั่นพ้อง	เมื่อตั้งวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจากตำแหน่งสมดุล แล้วปล่อยให้สั่น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่เฉพาะตัว การตั้งลูกตุ้มออกจากแนวตั้งแล้วปล่อยให้แกว่ง ลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัวเช่นกัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ความถี่ ที่มีค่าเฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ที่มีค่าเท่ากับ ความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่นด้วย แอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง
	๓. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่น ด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกัน ของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น	• คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงาน จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง • คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงานโดยต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่า คลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ ยังจำแนกชนิดของคลื่นออกเป็นสองชนิด ได้แก่ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว • คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วย การกระจัด ล้นคลื่น ท้องคลื่น เฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็ว โดยอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น มีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = f$ • การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักของฮอยเกนส์ และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองข
	๔. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน • คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึง สิ่งกีดขวางหรือรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม โดยเป็นไปตามกฎการสะท้อน เขียนแทนได้ด้วย สมการมุมสะท้อน = มุมตกกระทบ • คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกันแล้วอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตามกฎการหักเห เขียนแทนได้ด้วยสมการ • คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับ โดยกรณี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ที่ S1 และ S2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มี ความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ • คลื่นนิ่งเกิดจากคลื่นอาพันธ์สองขบวนแทรกสอดกัน แล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่า ปฏิบัพ และตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบหักล้างตลอดเวลา เรียกว่า บัพ • คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบ สิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบสิ่งกีดขวาง ไปด้านหลังได้
	๕. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิ ในหน่วยของคาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เสียงเป็นคลื่นกลและคลื่นตามยาว เกิดจาก การถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่ง กำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลางทำให้อนุภาค ของตัวกลางสั่นอัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับ อุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ $v = 331 + 0.6 \text{ TC}$ • เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน
	๖. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบ ของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลมเรียกว่า ความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ • ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่าง ความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์ เริ่มได้ยินตามสมการ • ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน เนื่องจากมีคุณภาพเสียงแตกต่างกัน • เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภท ที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษ ทางเสียง
	๓/. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของ อากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ เรื่องเสียงไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	• ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการ เกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณ ได้จากสมการ • ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยิน เสียงดัง ค่อย เป็นจังหวะ • คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากัน มาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง • เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกัน ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ • ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกัน จะเกิด คลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่นกระแทก มีพลังงานสูงมากมีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก • ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบายหลักการ ทำงานของเครื่องดนตรี การแปลงเสียงของมนุษย์ การประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น
	๔. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสง ผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบน และการ	เมื่อแสงผ่านช่องเล็กละเอียด (สลิตเดี่ยว) และ ช่องเล็กละเอียดคู่ (สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบน และการแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืด และ แถบสว่างบนฉาก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	แทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความสัมพันธ์ตามสมการ แอมบีต สำหรับสลิตเดี่ยว เมื่อ แอมบว้าง สำหรับสลิตคู่ เมื่อ แอมบีต สำหรับสลิตคู่ เมื่อ • เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กยาว ที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็น จำนวนมาก และระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อย โดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กัน ใช้สำหรับหา ความยาวคลื่นของแสง และศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของแสง โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ
	๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุ ตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสง ตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อน ของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	• เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อน ซึ่ง เป็นไปตามกฎการสะท้อน • วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพ ของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการ กรณีกระจกเงาราบ กรณีกระจกเงาทรงกลม
	๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเห รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริง และความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และ	• เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวรอยต่อของตัวกลางสองตัวกลางจะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วนระหว่าง ไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหของ ตัวกลางคู่หนึ่งมีค่าคงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ • การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	คำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	ในตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไป จากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ จากสมการ • มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ • การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต
	๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสง เพื่อแสดงภาพ ที่เกิดจากเลนส์ บาง หาตำแหน่ง ขนาด ชนิด ของ ภาพ และความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะวัตถุ ระยะภาพและความ ยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ อธิบายการนำ ความรู้เรื่องการ หักเหของแสงผ่านเลนส์บาง ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	• เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุ โดย ตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น หาได้จาก การเขียนภาพของรังสีแสง หรือคำนวณ ได้จาก สมการ • ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น
	๑๒. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรง กลด มิราจ และการเห็น ท้องฟ้า เป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	• กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบาย ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด และมิราจ • เมื่อแสงตกกระทบอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศ แสงจะเกิดการกระเจิง ใช้อธิบายการเห็นท้องฟ้า เป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน
	๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็น แสงสีของ วัตถุการผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้ง อธิบายสาเหตุของการบอดสี	• การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุ และสารสีบนวัตถุโดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสี และ สะท้อนบางแสงสี • การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสม มาผสมกัน จะได้แสงขาว • แผ่นกรองแสงสียอมให้บางแสงสีผ่านไปได้ และ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ดูตกสีบางแสงสี • การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง • ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสี เกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็น เซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา
ม.๖	-	-

สาระพินิจ

๓. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎ ของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	-	-
ม.๕	๑. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	- การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกัน จะทำใหวัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจาก อิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตาม กฎการอนุรักษ์ ประจุไฟฟ้า - เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้าน ที่ใกล้วัตถุและประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกวิธีการนี้ว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ซึ่ง สามารถใช้วิธีการนี้ในการทำใหวัตถุมีประจุได้
	๒. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของ คูลอมบ์	จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกัน โดยมี ทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสอง และมีขนาดของแรงระหว่างจุดประจุแปรผันตรง กับผลคูณของขนาดของประจุทั้งสอง และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่าง ระหว่างจุดประจุ ซึ่งเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ
	๓. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้า ที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนาม ไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์	- รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า มีสนามไฟฟ้าขนาด ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาค ที่มีประจุไฟฟ้า - สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้า ที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า ตามสมการ - สนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ - ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายใน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศทาง ตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจาก ประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิว ออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้า เนื่องจาก จุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากันแต่อยู่ที่ศูนย์กลาง ของทรงกลม • สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
	๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใดๆ	• ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้าคำนวณได้จากสมการ $U = k$ • พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดย ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ แปรผันตรงกับขนาดของประจุ และแปรผกผันกับ ระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k$ • ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ แต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k$ รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า มีสนามไฟฟ้าขนาด ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาค ที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า ตามสมการ $r q_1 q_2 r Q r i q \diamond i n i=1$ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าคือ งานในการเคลื่อนประจุบวก หนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีก ตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้า และระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนว ขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $v_B - v_A =$
	๕. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และ	• ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชั้น ที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุ และความจุของตัวเก็บประจุ ตามสมการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	อธิบาย พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ • เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูล มีค่าลดลง ตามสมการ • เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ
	๖. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ ในชีวิตประจำวัน	• ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบาย การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่าย ลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายเอกสาร • ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตยังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น พายุฟ้าผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
	๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อน ของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัด ของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ใน ทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนาม ไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยัง จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า • กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_dA$
	๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะ ที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ ความต้านทานสมมูล	• เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทาน ของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = V$ • ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัว ขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุตามสมการ $R = \rho$

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เมื่อนำตัวต้านทาน มาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	- ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จาก แถบสีบนตัวต้านทาน - เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ - เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ
	๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณ อีเอ็มเอฟของ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง รวมทั้งอธิบาย และ คำนวณพลังงานไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า	- แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วย ประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$ - พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าใน หนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่า ขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณ
	๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยี ที่นำมาแก้ปัญหาหรือ ตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน ไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	- การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ - เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
ม.๖	๑. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบาย และ คำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกต และ อธิบายสนามแม่เหล็ก ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรง	- เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่สนามแม่เหล็ก มีความเข้มมาก - ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็ก ที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณา และอัตราส่วนระหว่าง ฟลักซ์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	และโซเลนอยด์	แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วย สมการ • เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือ โซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น
	๒. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับ สนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวด ตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน	• อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น คำนวณได้จากสมการ • กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไป โดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ • ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้น โดยทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา และคำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ • เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่าง ลวดตัวนำทั้งสอง
	๓. อธิบายหลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์ และมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำ ต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบาย การทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบ คำนวณได้จากสมการ
	๔. สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้ เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	• เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำ จะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ • ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้ กฎของเลนซ์ • ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบาย การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบลลิสต์ แบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิด อีเอ็มเอฟ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ฟลิปในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า เหนียวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า
	๕. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอส และกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส	ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตาม เวลา ในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์ • การวัดความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าสลับ ใช้คํายังผลหรือคํามีเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบ รากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ
	๖. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับ ๓ เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มีขดลวด ตัวนำ ๓ ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่งกันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุด จะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐ องศา ซึ่งช่วยให้มี ประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงาน ไฟฟ้า - ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้ว ลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการโดยใช้หม้อแปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ - ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของ หม้อแปลงจะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนียวนำใน ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟใน ขดลวดทุติยภูมิ ขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิ และจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ
	๗. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	- การเหนียวนำต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกจากแหล่งกำเนิด - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดย สนามทั้งสองมีทิศตั้งฉากกันและตั้งฉากกับ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น - แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง โดยแสงในชีวิตประจำวันเป็นแสงไมโครเวฟเมื่อแสงนั้น ผ่าน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		แผ่นโพลารอยด์สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ ในระนาบเดียวเรียกว่า แสงโพลาริส์เชิงเส้น สมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาริเซชัน • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมาย โดยความถี่นี้มีค่าต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้าง เรียกว่าสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า • ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องระบุตำแหน่งบน พื้นโลก เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก
	๘. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล	• การสื่อสารเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่ง ไปอีกที่หนึ่ง ทำได้โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ สำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลง สัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม • สัญญาณมีสองชนิดคือแอนะล็อกและดิจิทัล โดยการส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัล มีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก

สาระพินิจ

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลัก ของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและ อนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ พินิจสื่อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	-	-
ม.๕	-	-
ม.๖	๑. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสาร เปลี่ยนอุณหภูมิความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยน สถานะและความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอน ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	- เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสสารอาจเปลี่ยนสถานะ โดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิซึ่งปริมาณความร้อน ที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิต่างกันได้จากสมการ $Q = mc\Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = mL$ - วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อน ไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎ การอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุ หนึ่งให้จะ เท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$ - เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน
	๒. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืด และหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลองอธิบายและ คำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่อง สภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน	- สมบัติที่วัสดุเปลี่ยนรูปและกลับสู่รูปเดิม เมื่อหยุดออกแรงกระทำเรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ถ้ายัง ออกแรงต่อไป วัสดุจะขาดหรือเสียรูปอย่างถาวร - ในกรณีที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความยาว ถ้าออกแรงกระทำต่อเส้นลวดไม่เกินขีดจำกัด การแปรผันตรง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นลวด แปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง ทำให้ ความเครียดตามยาวที่เกิดขึ้น แปรผันตรงกับความเค้นตามยาว โดยความเค้นตามยาว คำนวณได้จากสมการ $\sigma =$ ส่วนความเครียด ตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\epsilon =$

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		- อัตราส่วนความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาว เรียกว่า มอดุลัสของยัง ซึ่งมีค่าขึ้นกับ ชนิดของวัสดุ คำนวณได้จากสมการ $Y =$ หรือ $Y =$ - ถ้าวัสดุมีมอดุลัสของยังสูงแสดงว่าวัสดุนั้นเปลี่ยนแปลงความยาวได้น้อย ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น วัสดุไม่สามารถ กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ สมบัตินี้นำไปใช้พิจารณา ในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน
	๓. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดัน สัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้ง อธิบาย หลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก	- ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของ แรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย เป็นความดันในของเหลว - ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ ส่วนผลรวมของ ความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ - ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ - เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลว ที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่าน ไปทุก ๆ จุดในของเหลว นั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้ นำไปใช้อธิบายการทำงานของ เครื่องอัดไฮดรอลิก
	๔. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพุ่ง จากของไหล	วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพุ่งจากของไหลกระทำ โดยขนาด แรงพุ่งเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหล ที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพุ่งจากของไหลคำนวณได้ จากสมการ
	๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของ ของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืด ของของเหลว	ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลง บางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		จากสมการ • ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด
	๖. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการ ความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลี ไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	• ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการ ความต่อเนื่อง $Av = \text{ค่าคงตัว}$ • ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกัน ของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอ จะมี ผลรวมของความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่ง หน่วยปริมาตรเป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี ค่าคงตัว
	๗. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น • ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของ แก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ
	๘. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการ ของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ย และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊สได้ • จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของ โมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ
	๙. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิด โดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์	• ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้ จากสมการ $W = P\Delta V$

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบ ไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน	- โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมี พลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุล เรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุล และอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส - พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้ จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบ ที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$ - ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ
	๑๐. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอม ของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของ อะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสี ของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืน หรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และ ค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัม พลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตาม สมการ $E = nhf$ - ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์ อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับ หรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไป คำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงาน อะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ และ ตามลำดับ - ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณ ความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่าง ของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ
	๑๑. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและ คำนวณพลังงานโฟ	ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ตอน พลังงานจลน์ของ โฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ	เหมาะสมมาตกระทบ โดยจำนวน โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน จะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสง หรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์ • โอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์ โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{kmax}$ • การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ และ ตามลำดับ
	๑๒. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้ง อธิบาย และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรออยล์	• การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบน ของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของเดอบรออยล์ ที่เสนอว่า อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมี ความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรออยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาค ตามสมการ • จากความคิดของไอน์สไตน์และเดอบรออยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค
	๑๓. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่าง ของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา	• กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสี ที่ออกมามี ๓ ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา • การแผ่รังสีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยสมการการสลายให้แอลฟา การสลายให้บีตาลบ การสลายให้บีตาบวก การสลายให้แกมมา
	๑๔. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของ นิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบาย และ	• ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสี อัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพ ปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลงของจำนวน นิวเคลียสของ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	คำนวณจำนวนนิวเคลียส กัมมันตภาพรังสี ที่เหลือจากการ สลาย และครึ่งชีวิต	ธาตุกัมมันตรังสี คำนวณได้จาก สมการ • ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิตคำนวณได้จากสมการ และ ตามลำดับ
	๑๕. อธิบายแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียส และ พลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้ง คำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง	• ภายในนิวเคลียสมีแรงนิวเคลียร์ที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส • การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกันต้องใช้พลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว ซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวล และพลังงาน ตามสมการ • นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูง จะมีเสถียรภาพดีกว่านิวเคลียสที่มีพลังงาน ยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยว ต่อนิวคลีออนคำนวณได้จากสมการ
	๑๖. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิช ชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณ พลังงานนิวเคลียร์	• ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ • ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมาก แตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อย รวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น • พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตาม ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน ตามสมการ
	๑๗. อธิบายประโยชน์ของพลังงาน นิวเคลียร์ และ รังสี รวมทั้ง อันตรายและการป้องกันรังสี ใน ด้านต่าง ๆ	• พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่ อาจเกิดขึ้นได้
	๑๘. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้าน ฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลอง มาตรฐาน และการใช้ประโยชน์ จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์ อนุภาค ในด้านต่าง ๆ	• การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียส ด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงพบว่า โปรตอน และนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มี ขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ ด้วยแรงเข้ม • นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้ม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อน ซึ่งได้แก่ W – โบซอน และ Z – โบซอน • อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้ รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็นอนุภาค มूलฐานในแบบจำลองมาตรฐาน • แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบาย พฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน • การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้าน ต่างๆ เช่น ด้านการแพทย์มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาค ในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพ รังสีระนาบ ด้วยการปล่อยโพซิตรอนในการ วินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการรักษาความปลอดภัย มีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการ ตรวจวัตถุอันตรายในสนามบิน

สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

๑. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และ การนำไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	• การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาตข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลก จึงสามารถแบ่งชั้น โครงสร้างโลกได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลก ตามองค์ประกอบทางเคมีแบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และ โครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน นอกจากนี้ยังมีการค้นพบรอยต่อระหว่างชั้นโครงสร้างโลก เช่น แนวแบ่งเขตโมโฮโรวิชิกแนวแบ่งเขตกูเทนเบิร์ก แนวแบ่งเขตเลห์แมน
	๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณ	• แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาค ซึ่งเป็นชั้นนอกสุดของโครงสร้างโลก โดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณิดังกล่าว อธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมี รากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎี การแผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขา ซากดึกดำบรรพ์ร่องรอย การเคลื่อนที่ของ ตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลก บรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้งการค้นพบ สันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร
	๓. ระบุสาเหตุและอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณี ที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ	• การพาความร้อนของแมกมาภายในโลก ทำให้ เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีตามทฤษฎีธรณี แปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบ หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐาน และธรณีโครงสร้างที่บริเวณแนวรอยต่อของ แผ่นธรณีเช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟ รูปโค้ง แนวภูเขา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อ ของแผ่นธรณีเช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สีนามิซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบ การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีนักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบ ได้แก่แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณี เคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ
	๔. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยา ที่พบในปัจจุบัน และอธิบาย ลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา ในอดีต	• การลำดับชั้นหิน เป็นการศึกษาการวางตัว การแผ่กระจายลำดับอายุความสัมพันธ์ของชั้นหิน รอยชั้น ไม่ต่อเนื่อง และหลักฐานทางธรณีวิทยา อื่น ๆ ที่ปรากฏ ทำให้ทราบลำดับเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นบนโลกตั้งแต่ กำเนิดโลกจนถึง ปัจจุบัน • หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ซากดึกดำบรรพ์ หิน และลักษณะโครงสร้างทางธรณีซึ่งนำมา หาอายุได้ ๒ แบบ ได้แก่อายุเปรียบเทียบ คือ อายุของซากดึกดำบรรพ์หิน และ/หรือ เหตุการณ์ทางธรณีวิทยา เมื่อเทียบกับ ซากดึกดำบรรพ์หิน และ/หรือเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยาอื่น ๆ และอายุสัมบูรณ์คือ อายุที่ระบุเป็นตัวเลขของหิน และ/หรือเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยาซึ่งคำนวณได้จากไอโซโทปของธาตุ • ข้อมูลจากอายุเปรียบเทียบและอายุสัมบูรณ์ สามารถนำมาจัดทำมาตราธรณีกาลคือการลำดับ ช่วงเวลาของโลกตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบัน แบ่งออกเป็น บรมยุค มหายุคยุคและสมัยซึ่งแต่ละ ช่วงเวลาที่มีสิ่งมีชีวิต สภาพแวดล้อมและเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน
	๕. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด ภูเขาไฟระเบิด และปัจจัยที่ทำให้ ความรุนแรงของการปะทุ และ รูปร่างของภูเขาไฟแตกต่างกัน	• ภูเขาไฟระเบิด เกิดจากการแทรกดันของแมกมา ขึ้นมาตามส่วนเปราะบาง หรือรอยแตก บนเปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อ ระหว่างแผ่น ธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ เสี่ยงภัย ความ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	รวมทั้ง สืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอ แนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย	รุนแรงของการปะทุและรูปร่าง ของภูเขาไฟที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ของแมกมา ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้ง ประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการ เฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
	๖. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด ขนาดและ ความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้ง สืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย	- แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน - แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน และทำลายทรัพย์สิน ศูนย์เกิดแผ่นดินไหวมักอยู่ บริเวณรอยต่อของแผ่นธรณีและพื้นที่ภายใต้ อิทธิพลของการเคลื่อนของแผ่นธรณีที่ระดับ ความลึกต่างกัน ให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย แผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหาย เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษา แนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย
	๗. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด และผลจาก สึนามิรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย	สึนามิคือคลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำ ในปริมาณมหาศาล ส่วนมากจะเกิดในทะเล หรือ มหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อย และอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคลื่น เคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น ทำให้พื้นที่บริเวณ ชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิ ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้าง ในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทาง ในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
	๘. ตรวจสอบ และระบุชนิดแร่ รวมทั้งวิเคราะห์ สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม	- แร่คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่มีสถานะเป็นของแข็ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีโครงสร้างภายในที่เป็นระเบียบ และมีสูตรเคมีและสมบัติ อื่น ๆ ที่แน่นอน หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้ วงจำกัด ทำให้แร่มีสมบัติทางกายภาพที่แน่นอน สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบชนิดของแร่ ทางกายภาพ และการทำปฏิกิริยาเคมีกับกรด - ทรัพยากรแร่สามารถ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		นำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น อาหารและยา เครื่องมือแพทย์อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์อัญมณี
	๙. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อหิน รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติ และนำเสนอการใช้ ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม	• หิน เป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ตั้งแต่ ๑ ชนิดขึ้นไป หรือประกอบด้วยแก้วธรรมชาติ หรือสสารจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเอง • หินสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและ เนื้อหิน ได้เป็น ๓ ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การระบุชื่อของหิน แต่ละประเภท จะใช้ลักษณะและองค์ประกอบ ทางแร่ของหินเป็นเกณฑ์ หินสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น วัสดุก่อสร้าง เครื่องประดับ วัตถุดิบในอุตสาหกรรม
	๑๐. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจ แหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา ๑๑. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียม และถ่านหิน พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม	• ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากรสิ้นเปลืองที่มีอยู่อย่างจำกัด ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ในเวลาอันรวดเร็ว ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินถูกนำมาใช้ ในอุตสาหกรรม ที่สำคัญของประเทศ เช่น การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงใน อุตสาหกรรมต่าง ๆ • การศึกษากระบวนการเกิดและการสำรวจ แหล่งปิโตรเลียมและถ่านหินต้องใช้ความรู้ พื้นฐานธรณีวิทยาหลายด้าน เช่น ตะกอนวิทยา การลำดับชั้นหิน ธรณีโครงสร้าง รวมทั้งวิธีการ และเทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำ ทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน
	๑๒. อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ ที่กำหนด พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างการนำไปใช้ ประโยชน์	• แผนที่ภูมิประเทศ เป็นแผนที่ที่สร้างเพื่อจำลองลักษณะของผิวโลกหรือบางส่วนของพื้นที่บนผิวโลก โดยมีทิศทางที่ชัดเจน และมาตราส่วนขนาดต่างๆ ตามความเหมาะสมกับการใช้งาน แผนที่ ภูมิประเทศ มักแสดงเส้นชั้นความสูงและคำอธิบาย สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่ • แผนที่ธรณีวิทยา เป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของหินกลุ่มต่างๆ ที่โผล่ให้เห็นบนพื้นผิว ทำให้ทราบ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ถึงขอบเขตของหินในพื้นที่ นอกจากนี้ยัง แสดง ลักษณะการวางตัวของชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์และ ธรณีโครงสร้าง • ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา สามารถนำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์และ ประเมินศักยภาพของพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม เช่น ประเมินศักยภาพแหล่งทรัพยากรธรณีต่าง ๆ การ วางผังเมือง การสร้างเขื่อน
ม.๕	-	-
ม.๖	-	-

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๒. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียน ของน้ำใน มหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการ พยากรณ์อากาศ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	-	-
ม.๕	๑. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อ การรับและ คายพลังงานจากดวง อาทิตย์แตกต่างกัน และผลที่มีต่อ อุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณ ของโลก ๒. อธิบายกระบวนการ ที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงาน ของ โลก	• บริเวณต่าง ๆ ของโลกได้รับพลังงานจาก ดวง อาทิตย์ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในปริมาณที่ แตกต่างกันไป เนื่องจากโลกมีลักษณะ คล้ายทรงกลม และแกนหมุนโลกเอียงทำมุมกับ แนวตั้งฉากกับ ระนาบการโคจรของโลก รอบดวงอาทิตย์ส่งผลต่อ การตกกระทบของรังสี ดวงอาทิตย์ซึ่งส่วนที่ผ่านเข้า มาในชั้นบรรยากาศ จนถึงพื้นผิวโลก จะเกิด กระบวนการสะท้อน ดูดกลืน และถ่ายโอนพลังงาน แล้วปลดปล่อย กลับสู่อวกาศแตกต่างกันเนื่องจาก ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะของพื้นผิว ชนิดและ ปริมาณของแก๊ส เรือนกระจก ละอองลอย และเมฆ ทำให้พื้นผิวโลก แต่ละบริเวณมีอุณหภูมิอากาศ แตกต่างกันไป • พลังงานจากดวงอาทิตย์โดยเฉลี่ยที่ โลกได้รับ เท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่โลกปลดปล่อยกลับ สู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ส่งผลให้ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกในแต่ละปีค่อนข้าง คงที่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๓. อธิบายผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของ ความกดอากาศ แรงคอริออลิส แรงสู่ศูนย์กลาง และแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ	• การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจาก ความกดอากาศที่แตกต่างกันระหว่างสองบริเวณ โดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูง ไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำซึ่งจะเห็นได้ ชัดเจนในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ และเมื่อพิจารณาในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้ง จะพบว่าอากาศเหนือบริเวณความกดอากาศต่ำ จะมีการยกตัวขึ้น ขณะที่อากาศเหนือบริเวณ ความกดอากาศสูงจะจมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ ของอากาศทั้งในแนวราบและแนวตั้งนี้ทำให้เกิด เป็นการหมุนเวียนของอากาศ • การหมุนรอบตัวเองของโลกจะทำให้เกิด แรงคอริออลิสซึ่งมีผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ ของอากาศเบนไป โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณ ซีกโลกเหนือจะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจาก ทิศทางเดิม เช่น ลมค้า และ มรสุม • แรงสู่ศูนย์กลางซึ่งทำให้เกิดการหมุนของลม เช่น พายุหมุนเขตร้อน ทอร์นาโด พายุวงช้าง และ แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือแรงเสียดทาน ส่งผลต่ออัตราเร็วลม เช่น พายุไต้ฝุ่นเมื่อเคลื่อนตัว เข้าสู่ชายฝั่งจะลดระดับความรุนแรงลงเป็นพายุ ไชนร่อนหรือดีเพรสชั่น
	๔. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	• แต่ละบริเวณของโลกมีความกดอากาศแตกต่างกัน ประกอบกับอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเอง ของโลกทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการ หมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบ โดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศ แบบหนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลาง มีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียน แถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น • บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละ แถบ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ละติจูดจะมีลักษณะลมฟ้าอากาศที่แตกต่างกัน เช่น บริเวณใกล้ศูนย์สูตรมีปริมาณหยาดน้ำฟ้า เหนือสูง กว่าบริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐ องศา มีอากาศ แห้งแล้ง ส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศา อากาศมีความแปรปรวนสูง
	๕. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำ ในมหาสมุทร	น้ำในมหาสมุทรมีอุณหภูมิและความเค็มของน้ำแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ และแต่ละระดับ ความลึก ซึ่งหากพิจารณามวลน้ำในแนวตั้ง และใช้ อุณหภูมิเป็นเกณฑ์จะสามารถแบ่งชั้นน้ำ ได้เป็น ๓ ชั้น คือ น้ำชั้นบน น้ำชั้นเทอร์โมไคลน์ และน้ำชั้นล่าง
	๖. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทร	การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร ได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศ ในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลัก ประกอบกับ แรงคอริอลิสทำให้บริเวณซีกโลกเหนือมีการ ไหลเวียนของ กระแสน้ำผิวหน้าในทิศทางตาม เข็มนาฬิกา และ ทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำผิวหน้าใน มหาสมุทรมีทั้งกระแสน้ำอุ่น และกระแสน้ำเย็น ส่วน การหมุนเวียนกระแส น้ำลึกเป็นการหมุนเวียนของน้ำ ชั้นล่าง เกิดจาก ความแตกต่างของอุณหภูมิและความเค็มของน้ำ โดยกระแสน้ำผิวหน้าและกระแสน้ำ ลึกจะ หมุนเวียนต่อเนื่องกัน
	๗. อธิบายผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ที่มีต่อลักษณะ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม	การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรส่งผลต่อ ลักษณะอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม แตกต่าง กันไป เช่น การเกิดน้ำผุดน้ำจม จะส่งผลต่อ ความอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่ง เช่น กระแส น้ำอุ่นกัลฟ์ สตรีม ที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรป ไม่หนาวเย็น จนเกินไปนักและเมื่อการหมุนเวียน อากาศและน้ำใน มหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิด ผลกระทบต่อสภาพ ลมฟ้าอากาศเช่น ปรากฏการณ์ เอลนีโญและ ลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวน ของลมค้าและ ส่งผลต่อสภาพลมฟ้าอากาศของ ประเทศที่อยู่ บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก รวมถึง บริเวณอื่น ๆ บน โลก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๘. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง เสถียรภาพอากาศ และการเกิด เมฆ	• เสถียรภาพอากาศ หมายถึง สภาวะของ บรรยากาศ ที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศ เคลื่อนที่ ขึ้นลงในแนวตั้ง ในกรณีที่ก้อนอากาศมี อุณหภูมิ ต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่โดยรอบ ก้อนอากาศนั้นจะไม่สามารถยกตัวสูงขึ้นได้มากนัก และจมตัวกลับสู่ที่เดิม เรียกว่าอากาศมีเสถียรภาพ จะพบสภาวะอากาศแจ่มใสเมฆน้อยหรือปราศจาก เมฆ ส่วนสภาวะอากาศไม่มีเสถียรภาพนั้น อุณหภูมิ ก้อนอากาศจะสูงกว่าอุณหภูมิของ อากาศโดยรอบ ทำให้ก้อนอากาศยกตัวขึ้น อย่างรวดเร็วเกิดเมฆใน แนวตั้ง เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส
	๙. อธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศ แบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้า อากาศที่เกี่ยวข้อง	• แนวปะทะอากาศเกิดจากการเคลื่อนที่ปะทะกัน ของก้อนอากาศที่สมบัติต่างกันตั้งแต่สองก้อน ขึ้นไป แนวปะทะอากาศแบ่งออกได้ ๔ รูปแบบ คือ แนว ปะทะอากาศอุ่น ซึ่งมักพบเมฆแผ่น เช่น เมฆซีร์รัส อัลโตสเตรตัส เกิดฝนกระจายเป็น บริเวณกว้าง แนว ปะทะอากาศเย็น เกิดเมฆก้อน เช่น เมฆคิวมูโลนิม บัส ทำให้อากาศแปรปรวนเกิด ฝนฟ้าคะนอง แนว ปะทะอากาศรวม เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัสที่ส่งผลต่อ การเกิดพายุฝน แนวปะทะอากาศคงที่จะมีลักษณะ อากาศแจ่มใส จนถึงมีเมฆบางส่วน และอาจส่งผลให้ เกิด แนวปะทะอากาศแบบอื่นต่อไปได้
	๑๐. อธิบายปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศของ โลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูล สนับสนุน	• โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยปริมาณ พลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่ โลก ปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุล พลังงาน ของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในแต่ละปี ค่อนข้างคงที่และมีลักษณะภูมิอากาศ ที่ไม่ เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิด การ เปลี่ยนแปลงไป จะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของ พื้นผิวโลกและภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ โดย มีปัจจัยหลายประการ ทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้นตาม ธรรมชาติและปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงความรีของวงโคจรโลกรอบ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ดวงอาทิตย์การเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของแกน หมุนโลกและการหมุนควงของแกนหมุนโลก รวมทั้งชนิดและปริมาณของละอองลอย เมฆ และแก๊สเรือนกระจก ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ที่ได้จากการวิเคราะห์หลักฐานต่าง ๆ เช่น แกนน้ำแข็ง
	๑๑. วิเคราะห์และอภิปรายเหตุการณ์ที่เป็นผลจาก การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และนำเสนอ แนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	• การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยโลกการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทั้งทางบกและทางทะเล • มนุษย์อาจมีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้โดยการลดปัจจัยที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงานที่เกิดจากกระทำ ของมนุษย์
	๑๒. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ บนแผนที่อากาศ	• แบบแสดงข้อมูลของสถานีตรวจอากาศผิวพื้น เป็นการแสดงข้อมูลตรวจอากาศที่แสดงในรูปสัญลักษณ์หรือตัวเลขที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ เช่น อุณหภูมิความชื้น ความกดอากาศ ความเร็ว และทิศทางลม ปริมาณและชนิดของเมฆ ทำให้ ทราบลักษณะอากาศ ณ สถานีนั้น ๆ ในเวลาที่มี การตรวจวัด เมื่อนำข้อมูลของสถานีตรวจอากาศ ผิวพื้น มาแสดงในแผนที่อากาศทำให้สามารถ วิเคราะห์ลักษณะอากาศในบริเวณกว้างได้เช่น บริเวณความกดอากาศสูง หย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่องความกดอากาศต่ำ
	๑๓. วิเคราะห์และคาดการณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศ เบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ อื่น ๆ เพื่อวางแผนในการประกอบอาชีพและ การดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้า อากาศ	• การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และ ค่าทางสถิติสามารถนำมาวิเคราะห์รูปแบบ คาดการณ์การเกิดและการเปลี่ยนแปลง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้วางแผน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		แผนการดำเนินชีวิตให้ สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การเลือก ช่วงเวลาในการเพาะปลูกให้ สอดคล้องกับฤดูกาล การเตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน
ม.๖	-	-

สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

๓. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์ จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้า และปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	-	-
ม.๕	-	-
ม.๖	๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอนุภาคของเอกภพหลังเกิดบิกแบง ในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ	ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีบิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบง ที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมาก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาและวิวัฒนาการของ เอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบง เอกภพเกิดการ ขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิลดลง มีสสาร คงอยู่ในรูปอนุภาค และปฏิยานุภาคหลายชนิด และมีวิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมี เนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ เป็นสมาชิกบางส่วนของเอกภพ
	๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟ พื้นหลังจากอวกาศ	หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแนวรัศมี และระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่าง ออกจากโลก และหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทาง และ สอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗/๓ เคลวิน
	๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทาง	หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแนวรัศมี และ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ของกาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟ พื้นหลังจากอวกาศ	ระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่าง ออกจากโลก และหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทาง และสอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗๓ เคลวิน
	๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็น ทางช้างเผือกของคนบนโลก	- กาแล็กซีประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวน หลายแสนล้านดวง ซึ่งอยู่กันเป็นระบบของ ดาวฤกษ์นอกจากนี้ ยังประกอบด้วยเทห์ฟ้าอื่น เช่น เนบิวลา และสสารระหว่างดาว โดย องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซี อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง - กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกัน โดยระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหันแบบ มีแกน มีโครงสร้าง คือ นิวเคลียส จาน และฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียสและ จาน โดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง ของกาแล็กซีทางช้างเผือก ประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสง ซึ่งทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็น บริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมอง ของคนบนโลก แถบฟ้าสีขาวจางๆของทางช้างเผือก คือดาวฤกษ์ที่อยู่อย่างหนาแน่นในกาแล็กซี ทางช้างเผือก
	๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดง การเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ ๕. อธิบายกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ และผลที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์ปฏิกิริยาฟิวชั่น โปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน	- ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์ คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกัน ตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไป ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ เกิดจาก การยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้ แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลามีขนาด เล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิดเป็น ดาวฤกษ์ก่อนเกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้น จนเกิดปฏิกิริยาเทอร์มोनิวเคลียร์ดาวฤกษ์ ก่อนเกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ใน สภาพสมดุลระหว่างแรงดันกับแรงโน้มถ่วง ซึ่งเรียกว่าสมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีขนาดคงที่เป็นเวลานานตลอดช่วงชีวิต ของดาวฤกษ์ - ปฏิกิริยาเทอร์มोनิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาหลัก ของ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		กระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ทำให้เกิดการหลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจน เป็นนิวเคลียสฮีเลียมที่แกนของดาวฤกษ์ซึ่งมี ๒ กระบวนการ คือ ปฏิกิริยาฟิวชันโปรตอนโปรตอน และวัฏจักรคาร์บอนไนโตรเจน ออกซิเจน
	๖. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่าง กับโชติมาตรของดาวฤกษ์	• ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจาก ดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาทีต่อ หน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจาก ตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึงกำหนดค่า การเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ด้วยค่าโชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดงระดับ ความส่องสว่างของดาวฤกษ์ (หรือเทพีฟ้าอื่น) ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต
	๗. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์	• สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิว ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้ดัชนีสีในการแบ่งชนิดสเปกตรัม ของดาวฤกษ์และใช้สเปกตรัมในการจำแนกชนิด ของดาวฤกษ์
	๘. อธิบายวิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ ด้วยหลักการพารัลแลกซ์พร้อมคำนวณ หาระยะทางของดาวฤกษ์	• การหาระยะทางของดาวฤกษ์ที่มีระยะทาง ห่างจากโลกไม่เกิน ๑๐๐ พาร์เซก มีวิธีการ ที่สำคัญ คือ วิธีพารัลแลกซ์โดยวัดมุมพารัลแลกซ์ ของดาวฤกษ์เมื่อโลกเปลี่ยนตำแหน่งไป ในวงโคจร ทำให้ตำแหน่งปรากฏของดาวฤกษ์ เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับดาวฤกษ์อ้างอิง
	๙. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของดาวฤกษ์ในลำดับวิวัฒนาการ จากแผนภาพเฮิร์ตสปริง-รัสเซลล์	• มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ ก่อนเกิด ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้ พลังงานมาก จึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย • ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกัน การวิวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับ มวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ส่วนใหญ่เทียบกับ จำนวนเท่าของมวลดวงอาทิตย์ • ดาวฤกษ์จะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการตามวิวัฒนาการ โดยนักวิทยาศาสตร์ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยแผนภาพเฮิร์ตสปริง-รัส

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เซลล์ ซึ่งเป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโชติมาตรสัมบูรณ์และดัชนีสีของดาวฤกษ์โดยดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในแถบลำดับหลัก ซึ่งเป็นแถบ ที่แสดงว่าดาวฤกษ์จะมีช่วงชีวิตส่วนใหญ่อยู่ใน สภาวะสมดุล
	๑๐. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะการแบ่งเขต บริเวณของดวงอาทิตย์และลักษณะของ ดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต ๑๑. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ด้วยกฎเคปเลอร์และกฎความโน้มถ่วงของ นิวตัน พร้อมคำนวณคาบการโคจรของ ดาวเคราะห์	• ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่น และแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊สประมาณร้อยละ ๙๙.๘ ของมวล ได้รวมตัวเป็น ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อน หรือพลาสมา สารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และ บริเวณอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ดังนั้นจึงแบ่งเขต บริเวณของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิด และองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อยดาวเคราะห์ชั้นนอกและดงดาวหาง • โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิต เพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสม จึงเป็นเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ทำให้โลก มีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคง สถานะเป็นของเหลวได้และปัจจุบันมีการค้นพบ ดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมาก โดยมีดาวเคราะห์ บางดวงที่มีลักษณะคล้ายโลก และอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต • บริเวณของดวงอาทิตย์อยู่รวมกันเป็นระบบภายใต้แรงโน้มถ่วงระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ ตามกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ส่วนการโคจร ของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์เป็นไปตาม กฎเคปเลอร์
	๑๒. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์การเกิด ลมสุริยะ พายุสุริยะ และวิเคราะห์นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ ผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย	• ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็น แก่น เขตการแผ่รังสีและเขตการพาความร้อน และมีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโครโมสเฟียร์และโคโรนา ในชั้นบรรยากาศ ของดวงอาทิตย์มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืด ดวงอาทิตย์การลุกจ้า ที่ทำให้เกิดลมสุริยะ และ พายุสุริยะ ซึ่งส่งผลกระทบต่อโลก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• ลมสุริยะ เกิดจากการแพร่กระจายของอนุภาคจากชั้นโคโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาค ที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุ ลมสุริยะส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสง และชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ • พายุสุริยะ เกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุพลังงานสูงจำนวนมาก มักเกิดบ่อยครั้งในช่วงที่มีการลุกจ้า และในช่วงที่มีจุดมืดดวงอาทิตย์ จำนวนมาก และในบางครั้งมีการพ่นก้อนมวล โคโรนา พายุสุริยะอาจส่งผลกระทบต่อสนามแม่เหล็กโลก จึงอาจรบกวนระบบการส่งกระแสไฟฟ้าและ การสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ของดาวเทียม นอกจากนี้ยังทำให้เกิด ปรากฏการณ์แสงเหนือแสงใต้ที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน
	๑๓. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกตและเชื่อมโยง จุดและเส้นสำคัญของแบบจำลองทรงกลมฟ้า กับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบุพิกัด ของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร	• ทรงกลมฟ้า เป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่มี รัศมีอนันต์มีจุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดศูนย์กลาง ของทรงกลมฟ้า มีดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ ปรากฏอยู่บนผิวของทรงกลมฟ้านี้การระบุพิกัด ของดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้า ตามระบบที่สำคัญได้แก่ – ระบบขอบฟ้า เป็นระบบที่อ้างอิงจากตำแหน่ง ผู้สังเกตบนโลก โดยระบุพิกัดเป็นมุมทิศ และ มุมเงย อ้างอิงกับทิศเหนือและเส้นขอบฟ้าของผู้สังเกต – ระบบศูนย์สูตรเป็นระบบที่อ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า และจุดวิษุวัต ระบุพิกัดเป็นไรต์แอสเซนชัน และเดคลิเนชัน
	๑๔. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์	• โลกหมุนรอบตัวเองจากทางทิศตะวันตกไปทาง ทิศตะวันออก ทำให้เกิดปรากฏการณ์การขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดวงดาวในรอบวัน ซึ่งเส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์ จะเปลี่ยนแปลงตามวันเวลาและตำแหน่งละติจูด ของผู้สังเกต ส่วนเส้นทางการขึ้น การตกของดาวฤกษ์จะเปลี่ยนแปลงตามละติจูด ของผู้สังเกต

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๕. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูล และ เปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่าน เมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน	• การกำหนดเวลาสุริยคติจะเทียบกับดวงอาทิตย์ โดยเวลาสุริยคติมีทั้งเวลาสุริยคติปรากฏ และ เวลาสุริยคติปานกลาง • เวลาสุริยคติปรากฏ เป็นเวลาที่ได้จากการสังเกต ดวงอาทิตย์จริงที่เคลื่อนที่อยู่บนท้องฟ้าของ ผู้สังเกต ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลาง ของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนครั้งแรกถึงครั้งถัดไป เรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปรากฏ
	๑๖. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และ การเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก	• เวลาสุริยคติปานกลางกำหนดโดยให้มีดวงอาทิตย์ สมมติเคลื่อนที่บนเส้นศูนย์สูตรฟ้าด้วยอัตราเร็ว สม่ำเสมอ ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลาง ของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนครั้งแรกถึงครั้งถัดไป เรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปานกลางซึ่งยาว ๒๔ ชั่วโมง ๐ นาที ๐ วินาที เวลาสุริยคติปานกลางกรีนิช เป็น เวลาสุริยคติปานกลางที่ใช้เมริเดียนของ หอดูดาวกรีนิชในประเทศอังกฤษเป็นตัวกำหนด ซึ่งนำมาใช้ในการกำหนดเขตเวลามาตรฐานสากล ของตำแหน่งอื่นๆ บนโลก
	๑๗. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับ ตำแหน่ง ในวงโคจร และอธิบาย เชื่อมโยงกับตำแหน่ง ปรากฏของ ดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก	• โลกและดาวเคราะห์ทุกดวงหมุนรอบตัวเองและ โคจรรอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไปทาง ทิศ ตะวันออก หรือในทิศทวนเข็มนาฬิกาจาก มุมมอง ด้านบน คนบนโลกจะสังเกตเห็นดาวเคราะห์ มี ตำแหน่งปรากฏแตกต่างกันในช่วงวันเวลาต่างๆ เพราะดาวเคราะห์มีมุมห่างที่แตกต่างกัน • มุมห่างของดาวเคราะห์คือ มุมระหว่างเส้นตรง ที่ เชื่อมระหว่างโลกกับดาวเคราะห์กับเส้นตรงที่ เชื่อมระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์เมื่อวัดบน เส้นสุริยวิถีโดย ดาวเคราะห์อาจอยู่ห่างจาก ดวงอาทิตย์ไปทางทิศ ตะวันออก หรือทางทิศ ตะวันตก ซึ่งมีการเรียกชื่อ ตามตำแหน่งของ ดาวเคราะห์ในวงโคจร ขนาดของ มุมห่าง และทิศทางของมุมห่าง • ดาวเคราะห์ที่มีมุมห่างต่างกันจะมีตำแหน่งปรากฏ บนท้องฟ้าแตกต่างกัน โดยตำแหน่งปรากฏของ ดาว

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เคราะห์วงในจะอยู่ใกล้ขอบฟ้าในช่วงเวลา ใกล้รุ่งหรือเวลาหัวค่ำ ส่วนตำแหน่งปรากฏ ของดาวเคราะห์วงนอกจะสามารถเห็นได้ในช่วงเวลาอื่น ๆ นอกจากนี้มุมห่างยังสามารถ นำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์เช่น ดาวเคียงเดือน ดาวเคราะห์ชุมนุม ดาวเคราะห์ ผ่านหน้าดวงอาทิตย์
	๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้ กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศและนำเสนอนแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศ มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต ๑๙. สืบค้นข้อมูล ออกแบบ และนำเสนอกิจกรรม การสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่า และ/หรือกล้องโทรทรรศน์	• มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษา เพื่อ ขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และ ในขณะเดียวกันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศ มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์ อาหาร การแพทย์ • นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลต และรังสีเอ็กซ์ • ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อ สำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานี อวกาศคือห้องปฏิบัติการลอยฟ้าที่โคจรรอบโลก ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขา ต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก • ดาวเทียม คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติอุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียมมีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน

โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖)

รายวิชา	ชั้น	ชื่อวิชา	รหัสวิชา	หน่วย กิต	จำนวนชั่วโมงต่อ			ภาคเรียน
					สัปดาห์	ภาค เรียน	ปี	
พื้นฐาน	ม.๔	วิทยาศาสตร์	ว ๓๑๑๐๑	๑.๐	๒	๔๐	๘๐	ภาคเรียนที่ ๑
	ม.๔	วิทยาศาสตร์	ว ๓๑๑๐๒	๑.๐	๒	๔๐	๘๐	ภาคเรียนที่ ๒
	ม.๕	วิทยาศาสตร์	ว ๓๒๑๐๑	๑.๐	๒	๔๐	๘๐	ภาคเรียนที่ ๑
	ม.๕	วิทยาศาสตร์	ว ๓๒๑๐๒	๑.๐	๒	๔๐	๘๐	ภาคเรียนที่ ๒
	ม.๖	วิทยาศาสตร์	ว ๓๓๑๐๑	๑.๐	๒	๔๐	๘๐	ภาคเรียนที่ ๑
	ม.๖	วิทยาศาสตร์	ว ๓๓๑๐๒	๑.๐	๒	๔๐	๘๐	ภาคเรียนที่ ๒

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว ๓๑๑๐๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต ภาคเรียนที่ ๑

ศึกษาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่างๆ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของ ประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

โครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่างๆ การควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต การควบคุม ดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด การควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิ ภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกลไกเนื้อเยื่อโครงร่าง การตอบสนองของร่างกาย แบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อฝึกทักษะ สืบค้น ข้อมูล อธิบาย อภิปรายถึง สาเหตุ ยกตัวอย่างประกอบ นำเสนอ เปรียบเทียบ เขียนแผนผัง ทดสอบ บอก ออกแบบ การทดลอง ทดลอง และสังเกตได้ เพื่อให้เกิด การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

ตระหนัก/เห็นคุณค่า/นำไปใช้ ของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีคุณธรรมจริยธรรม ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีวินัยและค่านิยมที่เหมาะสมตามสมณสาธูป

รหัสตัวชี้วัดรวม ๑๖ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๑.๑ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔

มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖, ม.๔/๗, ม.๔/๘, ม.๔/๙,
ม.๔/๑๐, ม.๔/๑๑, ม.๔/๑๒

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว ๓๑๑๐๒ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต ภาคเรียนที่ ๒

ศึกษาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เกี่ยวกับโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV ชนิดของสารอาหารที่พืช สังเคราะห์ได้ การใช้ประโยชน์จากสารต่างๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น ปฏิกิริยาภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น การนำมาประยุกต์ใช้ ทางด้านการเกษตรของพืช การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะที่ถูกต้อง ควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเพลแอลลีล ผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต การนำมิวแทนไปใช้ประโยชน์ ผลของ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจาก วิวัฒนาการ

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) เพื่อฝึกทักษะ สืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปรายถึง สาเหตุ ยกตัวอย่างประกอบ นำเสนอ เปรียบเทียบ เขียนแผนผัง ทดสอบ บอก ออกแบบ การทดลอง ทดลอง และสังเกตได้ เพื่อให้เกิด การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

ตระหนักและเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันมีคุณธรรมจริยธรรม ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีวินัยและค่านิยมที่เหมาะสมตามสมณสาธูป

รหัสตัวชี้วัดรวม ๑๓ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๖, ม.๔/๗, ม.๔/๘, ม.๔/๙ ม.๔/๑๐, ม.๔/๑๑, ม.๔/๑๒

มาตรฐาน ว ๑.๓ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖

คำอธิบายรายวิชา (พื้นฐาน)

รหัสวิชา ว ๓๑๒๘๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาการวิเคราะห์แนวคิดของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ปัญหาหรือความต้องการที่กระทบต่อสังคม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อน การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ การออกแบบ วางแผนขั้นตอน การทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบการประเมิน วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่อง การนำเสนอผลการแก้ปัญหา การใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(๕E)การสำรวจตรวจสอบ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ

เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสมแก่สมณसारูป

รหัสตัวชี้วัดรวม ๕ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๘.๑ ตัวชี้วัด ม.๔/๑ ม.๔/๒ ม.๔/๓ ม.๔/๔ ม.๔/๕ (การออกแบบและเทคโนโลยี)

คำอธิบายรายวิชา (พื้นฐาน)

รหัสวิชา ว ๓๑๒๘๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

วิเคราะห์การพัฒนาโครงงาน การนำแนวคิดเชิงคำนวณไปพัฒนาโครงงาน ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน เช่น การจัดการพลังงาน อาหาร การเกษตร การตลาด การค้าขาย การทำธุรกรรม สุขภาพและสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างโครงงาน เช่น ระบบดูแลสุขภาพ ระบบอัตโนมัติควบคุมการปลูกพืช ระบบจัดเส้นทาง การขนส่งผลผลิต ระบบแนะนำการใช้งานห้องสมุด ที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสมแก่สมณसारูป

รหัสตัวชี้วัดรวม ๑ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๘.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๑ (วิทยาการคำนวณ)

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว ๓๒๑๐๑ วิทยาศาสตร์กายภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต ภาคเรียนที่ ๑

ศึกษาวิทยาศาสตร์กายภาพ เกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม แบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ อนุภาคมูลฐาน อะตอม เลขอะตอม เลขมวล ไอโซโทปสัญลักษณ์นิวเคลียร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอน ตารางธาตุปัจจุบัน สมบัติของ ธาตุตามตารางธาตุ ธาตุทรานซิชัน สารกัมมันตรังสี ครึ่งชีวิตของสาร กัมมันตรังสีประโยชน์ และการป้องกัน อันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี พันธะเคมี พันธะโคเวเลนต์ สูตรโครงสร้าง ชนิดของพันธะ ระบุสภาพขั้วของ โมเลกุลโคเวเลนต์และความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด ของสารกับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้ว พันธะ ไฮโดรเจน พันธะไอออนิก การเขียนสูตรเคมี ของไอออนและสารประกอบไอออนิก สารละลายอิเล็กโทรไลต์และ นอนอิเล็กโทรไลต์สารประกอบ อินทรีย์ กรด-เบสของ สารประกอบอินทรีย์ การละลายในตัวทำละลาย พอลิเมอร์ มอนอเมอร์ โครงสร้างของพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์ การนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มี ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปฏิกริยาเคมี สมการเคมี อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการ เกิดปฏิกริยาเคมี และนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ความหมายของปฏิกริยารีดอกซ์ สมบัติของสาร กัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ประโยชน์ของสาร กัมมันตรังสีและการป้องกัน อันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) เพื่อฝึกทักษะ ทดลอง การเปรียบเทียบ อธิบาย ระบุ เขียน สืบค้นข้อมูล นำเสนอ วิเคราะห์ นำไปใช้ประโยชน์ แนวทางป้องกันหรือแก้ไข แพล ความหมาย คำนวณ ไขความรู้ ไขทักษะ แก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิด ความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อมอย างมีความคิดสร้างสรรค์ เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถ ในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการ ใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้รักการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดความรู้ความ เข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีจิตวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักและเห็นคุณค่าของ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีคุณธรรม จริยธรรม ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการ ทำงาน มีวินัยและค่านิยมที่เหมาะสมตามสมณสาธูป

รหัสตัวชี้วัดรวม ๒๕ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙,
ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒, ม.๕/๑๓, ม.๕/๑๔, ม.๕/๑๕, ม.๕/๑๖,
ม.๕/๑๗,ม.๕/๑๘, ม.๕/๑๙, ม.๕/๒๐, ม.๕/๒๑, ม.๕/๒๒, ม.๕/๒๓,
ม.๕/๒๔, ม.๕/๒๕

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว ๓๒๑๐๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต ภาคเรียนที่ ๒

ศึกษาวิทยาศาสตร์กายภาพ เกี่ยวกับความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของ วัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ ยกยวหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่ กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุได้แก่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ การ เคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น แรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก การเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านใน สนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ การเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ แรงเข้มและแรงอ่อน

พลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อย ออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีที่นำมา แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเนนด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้าน ค่าใช้จ่าย การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น ความถี่ธรรมชาติการสั่นพ้องและผล ที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยิน เสียง การเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์และการสั่นพ้องของเสียง การนำความรู้เกี่ยวกับเสียง ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี การทำงาน ของแผนกรองแสงสีการผสมแสงสีการผสมสารสีและการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าสวนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการ สื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) เพื่อฝึกทักษะ ทดลอง การเปรียบเทียบ อธิบาย ระบุ เขียน สืบค้นข้อมูล นำเสนอ วิเคราะห์ นำไปใช้ประโยชน์ แนวทางป้องกัน หรือแก้ไข แปล ความหมาย คำนวณ ไขความรู้ ใช้ทักษะ แก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์

เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถ ในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการ ใช้เทคโนโลยีโดยมีประสิทธิภาพและตระหนักและเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีคุณธรรม จริยธรรม ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีวินัยและค่านิยมที่เหมาะสมตามสมณสาธูป

รหัสตัวชี้วัดรวม ๒๒ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐

มาตรฐาน ว ๒.๓ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒

คำอธิบายรายวิชา (พื้นฐาน)

รหัสวิชา ว ๓๒๒๘๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

วิเคราะห์การทำงานโครงงาน เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่างๆ รวมทั้งทรัพยากรในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน การทำโครงงานการออกแบบและเทคโนโลยีสามารถดำเนินการได้ โดยริเริ่มจาก การสำรวจสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ เพื่อกำหนดหัวข้อโครงงาน แล้วรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสมแก่สมณสาธิต

รหัสตัวชี้วัดรวม ๑ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๘.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑ (การออกแบบและเทคโนโลยี)

คำอธิบายรายวิชา (พื้นฐาน)

รหัสวิชา ว ๓๒๒๘๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

วิเคราะห์การนำความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล และเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง การเพิ่มมูลค่าให้บริการหรือผลิตภัณฑ์ การเก็บข้อมูลและการจัดเตรียมข้อมูลให้พร้อมกับการประมวลผล การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การประมวลผลข้อมูล และเครื่องมือ การทำข้อมูลให้เป็นภาพ (data visualization) เช่น bar chart, scatter, histogram การเลือกใช้แหล่งข้อมูล เช่น data.go.th, wolfram alpha, OECD.org, ตลาดหลักทรัพย์, world economic forum คุณค่าของข้อมูล และกรณีศึกษา กรณีศึกษาและวิธีการแก้ปัญหา

โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสมแก่สมณสาธิต

รหัสตัวชี้วัดรวม ๑ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๘.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๒ (วิทยาการคำนวณ)

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว ๓๓๑๐๑ วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต ภาคเรียนที่ ๑

ศึกษาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิ ของเอกภพหลังเกิด บิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ ทฤษฎีบิกแบงจาก ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก ตำแหน่งของระบบสุริยะ การเชื่อมโยงกับการ สังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิขนาดจากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิวและ สเปกตรัมของดาวฤกษ์ ลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของดาวฤกษ์ การเกิดระบบสุริยะ และการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ ผลของลมสุริยะ และ พายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย การสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาว คลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศสถานีอวกาศ การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) เพื่อฝึกทักษะประยุกต์ใช้ อธิบาย ระบุ วิเคราะห์ สืบค้นข้อมูล นำเสนอ ยกตัวอย่าง ออกแบบ ปฏิบัติตน แปลความหมายวางแผน และใช้เทคโนโลยี

เพื่อให้เกิดความรูความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ปฏิบัติตน ให้ปลอดภัยอย่างมีประสิทธิภาพ รูเท่าทัน มีจริยธรรม เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถในการ สื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รหัสตัวชี้วัดรวม ๑๐ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว ๓๓๑๐๒ วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต ภาคเรียนที่ ๒

ศึกษาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เกี่ยวกับการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อม ยกตัวอย่างข้อมูลที่น่าสนใจ หลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี รูปแบบ แนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด กระบวนการเกิด ขนาดและความรุนแรงและผลจากแผ่นดินไหว กระบวนการเกิดและผลจากสึนามิ การได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก การหมุนเวียนของอากาศที่เป็น ผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ การเคลื่อนที่ของอากาศที่ไปนผลมาจากการหมุนรอบ ตัวเองของโลก การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูดและผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิด การหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร การหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก แนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศและนำ ข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) เพื่อฝึกทักษะประยุกต์ใช้ อธิบาย ระบุ วิเคราะห์ สืบค้นข้อมูล นำเสนอ ยกตัวอย่าง ออกแบบ ปฏิบัติตน แปลความหมายวางแผน และใช้เทคโนโลยี

เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ปฏิบัติตน ให้ปลอดภัยอย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน มีจริยธรรม เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รหัสตัวชี้วัดรวม ๑๔ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม.๖/๑๒, ม.๖/๑๓, ม.๖/๑๔

คำอธิบายรายวิชา(พื้นฐาน)

รหัสวิชา ว ๓๓๒๘๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต ภาคเรียนที่ ๑

วิเคราะห์ อภิปราย จำแนก จัดกลุ่ม เปรียบเทียบ สังเคราะห์ ประเมินค่า สรุป และนำข้อมูลมาเป็นส่วนประกอบเป็นแนวทางสู่อาชีพ ประเมินทางเลือกอาชีพ เป็นกรรู้จักตนเองด้านความรู้ ความสามารถ ทักษะ คิ ศักยภาพ วิสัยทัศน์ แนวโน้มที่เหมาะสมกับความสนใจ ความถนัด และทักษะทางด้านอาชีพ โดยศึกษาข้อมูลในเรื่อง แนวโน้มด้านอาชีพที่ต้องการของตลาดแรงงาน การเตรียมตัวหางานและสมัคร การพัฒนาบุคลิกภาพเข้าสู่งาน ลักษณะความก้าวหน้าของอาชีพต่างๆ วิธีการทำงาน การเตรียมตัวในการสัมภาษณ์ ลักษณะการทำงาน เช่น เวลาที่ เข้าทำงาน สถานที่ทำงาน การเตรียมตัวในการเปลี่ยนอาชีพ เลือกและใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมกับอาชีพ สามารถ สามารถประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับงาน โดยมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้อย่างถูกวิธี ใช้โดยมีหลักการ และมีความสมเหตุสมผลในการใช้โดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างมี คุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบและเจตคติที่ดีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มประสบการณ์ใน อาชีพที่ถนัดและสนใจ โดยสามารถจำลองอาชีพ เช่น การจัดนิทรรศการและเข้าร่วมกิจกรรมอาชีพ

โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(๕E) การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ

เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม และค่านิยมที่ เหมาะสมแก่สมณสรูป

รหัสตัวชี้วัด รวม ๑ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๘.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑ (การออกแบบและเทคโนโลยี)

คำอธิบายรายวิชา (พื้นฐาน)

รหัสวิชา ว ๓๓๒๐๘๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เวลา ๒ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต ภาคเรียนที่ ๒

วิเคราะห์การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูล เช่น การเขียนบล็อก อีเมล วิดีโอ ภาพ อินโฟกราฟิก การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย เช่น ระวังผลกระทบที่ตามมาเมื่อมีการแบ่งปันข้อมูลหรือเผยแพร่ข้อมูล ไม่สร้างความเดือดร้อนต่อตนเองและผู้อื่น จริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีเกิดใหม่ แนวโน้มในอนาคต การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน อาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ ผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศต่อการดำเนินชีวิต อาชีพสังคมและวัฒนธรรม

โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ

เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสมแก่สมณสาธิต

รหัสตัวชี้วัด รวม ๑ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว ๘.๑ ตัวชี้วัด ม.๒/๑ (วิทยาการคำนวณ)

แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมและยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่างๆ	- ความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม - ยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่างๆ		
๒. สืบค้นข้อมูลอภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	- การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศตามธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์		
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	- การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ		
๔. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพร้อมนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อม	- ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม - แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ - การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสารและเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่างๆ	- โครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร - การเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่างๆ		
๒. อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต	- การควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต		
๓. อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด	- การควบคุมคุณภาพของกรด – ของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด		
๔. อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือดผิวหนังและกล้ามเนื้อโครงร่าง	- การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย - ระบบหมุนเวียนเลือดผิวหนัง กล้ามเนื้อ โครงร่าง		
๕. อธิบายและเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย	- การตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย		
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	- ยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่ผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน		
๗. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV	- ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV		
๘. ทดสอบและบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้	- ชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๙. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น	- ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากสารต่างๆที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น		
๑๐. ออกแบบการทดลองทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	- ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช		
๑๑. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีนัยสำคัญและยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช	- สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น - ตัวอย่างการนำประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช		
๑๒. สังเกตและอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆที่มีผลต่อการดำรงชีวิต	- การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆที่มีผลต่อการดำรงชีวิต		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีนการสังเคราะห์โปรตีนและลักษณะทางพันธุกรรม	- ความสัมพันธ์ระหว่างยีน - การสังเคราะห์โปรตีน - ลักษณะทางพันธุกรรม		
๒. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติพลีแอลลีล	- หลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติพลีแอลลีล		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๓.อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต ๔.สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์	- การเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของพืช - ยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์		
๕.สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	- อภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม		
๖.สืบค้นข้อมูลอธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็น ผลมาจากวิวัฒนาการ	- ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีผลมาจากวิวัฒนาการ		

แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบและอยู่ในรูปอะตอมโมเลกุลหรือไอออนจากสูตรเคมี	- ระบุสารเป็นธาตุ หรือสารประกอบในรูปอะตอมโมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี		
๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์ กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	- ความแตกต่างแบบจำลองอะตอมของโบร์ กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก		
๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมและไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว	- ระบุจำนวนโปรตอน อิเล็กตรอนของอะตอม ไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว		
๔. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป	- สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป		
๕. ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะอโลหะกึ่งโลหะกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ	- ระบุหมู่คาบของธาตุ - ระบุธาตุเป็น โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ - กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ		
๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้าการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ	- สมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ		
๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน	- ตัวอย่างประโยชน์และอันตรายจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน		

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ (มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๘. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยวพันธะคู่หรือพันธะสามและระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง	- พันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยวหรือพันธะคู่หรือพันธะสาม - ระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง		
๙. ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม ๑๐. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง ๑๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน	- สภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ ขั้ว - สารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง - ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน		
๑๒. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก	- สูตรเคมีของไอออนและสารไอออนิก		
๑๓. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัวพร้อมให้เหตุผลและระบุว่า สารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์	- สารเกิดจากการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว - สารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์		
๑๔. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง	- สารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง		
๑๕. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น	- เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้นๆ		

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ (มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑๖. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	- สมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์		
๑๗. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆของสาร	- สมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆของสาร		
๑๘. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	- ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง สมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ - การนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์		
๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข	- ผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม - แนวทางป้องกันหรือแก้ไข		
๒๐. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี	- สูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ - แปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี		
๒๑. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		
๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม	- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม		
๒๓. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์	- ความหมายปฏิกิริยารีดอกซ์		

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ (มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๒๔. อธิบายสมบัติของสาร กัมมันตรังสีและคำนวณครึ่ง ชีวิตและปริมาณของสาร กัมมันตรังสี	- สมบัติของสารกัมมันตรังสี - คำนวณครึ่งชีวิตและ ปริมาณของสาร กัมมันตรังสี		
๒๕. สืบค้นข้อมูลและ นำเสนอตัวอย่างประโยชน์ ของสารกัมมันตรังสีและการ ป้องกันอันตรายที่เกิดจาก กัมมันตภาพรังสี	- ประโยชน์ของสาร กัมมันตรังสี - การป้องกันอันตรายที่เกิด จากกัมมันตรังสี		

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑. วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูลความเร็ว กับเวลาของการเคลื่อนที่ ของวัตถุเพื่ออธิบายความเร่ง ของวัตถุ	- การเคลื่อนที่ของวัตถุ ด้วยความเร็ว ความเร่ง ในทิศทางเดียวกัน และ ทิศทางตรงข้าม		
๒. สังเกตและอธิบายการหา แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลาย แรงที่อยู่ระนาบเดียวกันที่ กระทำต่อวัตถุโดยการเขียน แผนภาพการรวมแบบ เวกเตอร์	- การหาแรงที่เกิดจาก หลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ - การหาแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุนั้นโดยการรวม แบบเวกเตอร์		
๓. สังเกตวิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความเร่งของวัตถุกับ แรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุ และมวลของวัตถุ	- ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร่งของวัตถุกับแรง ลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและ มวลของวัตถุ		
๔. สังเกตและอธิบายแรง กิริยาและแรงปฏิกิริยา ระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	- แรงกิริยาและแรง ปฏิกิริยาระหว่างวัตถุที่มี ขนาดเท่ากัน เกิดขึ้น พร้อมกัน และกระทำกับ วัตถุคนละก้อนแต่มีทิศ ทางตรงข้าม		

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๕. สังเกตและอธิบายผลของความแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุได้อื่นๆของวัตถุได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบสั่น	- การเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แนวโค้ง การเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบสั่น		
๖. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆรอบโลก	- แรงโน้มถ่วงเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆรอบโลก		
๗. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า	- การเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้าจากกัมม่อขวา		
๘. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าทุกชนิดอื่นในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์	- แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน - หลักการทำงานของมอเตอร์		
๙. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟรวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปประโยชน์	- การเกิดอีเอ็มเอฟ - พื้นฐานการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า - การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
๑๐. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข็มและแรงอ่อน	- แรงเข็มที่เป็นแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคในนิวเคลียส - แรงหลักที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส - แรงอ่อนเป็นแรงที่ใช้อธิบายการสลายให้อนุภาคบีตาของธาตุกัมมันตรังสี		

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑.สืบค้นข้อมูลและอธิบาย พลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชันและควมสัมพันธ์ระหว่างมวล กับ พลังงานที่ปลดปล่อยออกมา จากฟิชชันและฟิวชัน	- พลังงานนิวเคลียร์ ฟิชชัน และพลังงานนิวเคลียร์ฟิวชัน - การปลดปล่อยพลังงาน - ความสัมพันธ์ระหว่างมวล กับพลังงาน		

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ(มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๒.สืบค้นข้อมูลและอธิบาย การเปลี่ยนพลังงาน ทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้ารวมทั้ง สืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับ เทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	- การเปลี่ยนพลังงาน ทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า - การเปลี่ยนพลังงาน นิวเคลียร์เป็นพลังงาน ไฟฟ้า - การเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์เป็นพลังงาน ไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ		
๓.สังเกต และอธิบายการ สะท้อนการหักเห การเลี้ยวเบนและการรวม คลื่น	- การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวม คลื่น		
๔.สังเกตและอธิบาย ความถี่ธรรมชาติการสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่น พ้อง	- ความถี่ธรรมชาติ การสั่น พ้องและผลที่เกิดจากการ สั่นพ้องของเสียง		
๕.สังเกตและอธิบายการ สะท้อนการหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น ของคลื่นเสียง	- การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การรวม คลื่นของคลื่นเสียง		
๖.สืบค้นข้อมูลและอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มเสียงกับระดับเสียงและ ผลของความถี่กับระดับเสียง ที่มีต่อการได้ยินเสียง	- ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มเสียง ระดับเสียง และผลของความถี่กับ ระดับเสียงที่มีต่อการได้ยิน		

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๗.สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บิดตอบเพลอร์และการสั่นพ้องของเสียง	- การเกิดเสียงสะท้อนกลับ บิดตอบเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง		
๘.สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	- การนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน		
๙.สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี	- การมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี		
๑๐. สังเกตและอธิบายการทำงานของแผ่นกรอง แสงสี การผสมแสงสีการผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	- การทำงานแผ่นกรองแสงสี การผสมสี การผสมสารสีและการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน		
๑๑.สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและหลัก การทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - หลักการทำงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า		
๑๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล	- การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - เปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล		

**แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑.อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงานสสารขนาดอนุภาคของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่างๆตามวิวัฒนาการของเอกภพ	- การเปลี่ยนแปลงพลังงานสสาร ขนาด อนุภาคของเอกภพ และทฤษฎีบิกแบงในช่วงเวลาต่างๆตามวิวัฒนาการของเอกภพ - เนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ		
๒.อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ	- ทฤษฎีบิกแบง - ความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี - การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ	ข	
๓.อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือกและระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก	- โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี - ตำแหน่งของระบบสุริยะ - กาแล็กซีทางช้างเผือก		
๔.อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดันอนุภาค ขนาดจากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์	- กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ - การเปลี่ยนแปลงความดันอนุภาค ขนาดจากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์		
๕.ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์	- ความส่องสว่างของดาวฤกษ์ - ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์		

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ(มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๖.อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์	- สี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ ในการนำแกนชนิดของดาวฤกษ์		
๗.อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและมวลระห่ำการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์	- วิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ - การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์		
๘.อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะและการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต	- การเกิดระบบสุริยะ - การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ - ลักษณะของดาวฤกษ์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต		
๙.อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์การเกิดลมสุริยะพายุสุริยะและสืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะและพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย	- โครงสร้างของดวงอาทิตย์ - การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ - ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ พายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย		
๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆดาวเทียมยานอวกาศสถานอวกาศและนำเสนอ แนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต	- การสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ - เทคโนโลยีทางอวกาศ - ยานอวกาศ - สถานีอวกาศ - ดาวเทียม - ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน		

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑.อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	- การแบ่งชั้นของโครงสร้างโลก - สมบัติของโครงสร้างโลก		
๒.อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธร	- ธรณีวิทยา การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี		
๓.ระบุสาเหตุและอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีพร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ	- การเคลื่อนที่แผ่นธรณี - รอยต่อ รอยแยกแผ่นธรณี - หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ		
๔.อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดภูเขาไฟ ระบิตรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	- กระบวนการเกิดภูเขาไฟ - พื้นที่เสี่ยงภัย การเฝ้าระวัง - ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย		
๕.อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรงและผลจากแผ่นดินไหวรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	- กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ขนาด ความรุนแรง พื้นที่เสี่ยงภัย - แนวทางในการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย		
๖.อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดและผลจากสึนามิรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	- กระบวนการเกิดสึนามิ - พื้นที่เสี่ยงภัย - แนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย		

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ (มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๗.อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก	- ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก		
๘.อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ	- การหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ		
๙.อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	- ทิศการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนเวียนรอบตัวเองของโลก		
๑๐.อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขต ละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	- การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูดและผลที่มีต่อภูมิอากาศ		
๑๑. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ ผิวน้ำในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียน ของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร	- ปัจจัยการหมุนเวียนกระแสน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร - รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร		
๑๒. อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะ ภูมิอากาศลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	- การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรส่งผลต่อภูมิอากาศ ลม ฟ้า อากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		
๑๓. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พรอัมทั้งน้ำเสนอแนวปฏิบัติ เพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	- ปัจจัยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก - แนวปฏิบัติที่ลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก		
๑๔. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศและนำข้อมูลสารสนเทศต่างมาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ	- แผนที่อากาศ ความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศในรูปแบบสัญลักษณ์หรือตัวเลข -การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ		

แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑.วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ กับ ศาสตร์อื่นโดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์หรือนิติศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา เทคโนโลยี			
๒.ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคมรวบรวมวิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์ วิธีการเทคนิคในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา			
๓.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นไปได้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลายโดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงาน และดำเนินการแก้ปัญหา			

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี (มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๔.ทดสอบประเมินผลวิเคราะห์ และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหาพร้อมทั้งเสนอ แนวทางการพัฒนาต่อ			
๕.ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ กลไกไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย			

แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑.ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่างๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน			

แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
-	-	-	-

แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑.ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนา โครงการที่มีการบูรณาการ กับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง			

แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพรู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑.รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการ คอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการ แก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่า ให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่าง สร้างสรรค์			

แบบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพรู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด (พื้นฐาน)	สาระการเรียนรู้แกนกลาง		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะฯ (A)
๑.ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการนำเสนอและ แบ่งปัน ข้อมูลอย่างปลอดภัยมี จริยธรรม และ วิเคราะห์การ เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี สารสนเทศที่มีผลต่อการ ดำเนินชีวิตอาชีพสังคมและ วัฒนธรรม			

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ชื่อหน่วยการเรียนรู้
๑	มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม.๔/๖, ม.๔/๗, ม.๔/๘, ม.๔/๙, ม.๔/๑๐ ม.๔/๑๑, ม.๔/๑๒	๑. เซลล์กับการรักษาคุณภาพ
๒	มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม.๔/๖, ม.๔/๗	๒. การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์
๓	มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๘, ม.๔/๙, ม.๔/๑๐ ม.๔/๑๑, ม.๔/๑๒	๓. กระบวนการดำรงชีวิตของพืช
๔	มาตรฐาน ว ๑.๑ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔	๔. ชีวิตมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ๑
๕	มาตรฐาน ว ๑.๓ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖	๕. พันธุกรรมและวิวัฒนาการ
๖	มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม.๔/๖, ม.๔/๗	๖. การดำรงชีวิตของมนุษย์
๗	มาตรฐาน ว ๑.๓ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖	๗. วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
๘	มาตรฐาน ว ๑.๑ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔	๘. ชีวิตมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ๒
	รวม ๘ หน่วยการเรียนรู้ ๒๘ ตัวชี้วัด	

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ชื่อหน่วยการเรียนรู้
๑	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑ ม.๕/๒ ม.๕/๓ ม.๕/๔ ม.๕/๕ ม.๕/๖ ม.๕/๗ ม.๕/๘ ม.๕/๙ ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑ ม.๕/๑๒ ม.๕/๑๓ ม.๕/๑๔ ม.๕/๒๐ ม.๕/๒๑ ม.๕/๒๒ ม.๕/๒๓ ม.๕/๒๔ ม.๕/๒๕	๑. โครงสร้างของอะตอม
๒	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑ ม.๕/๒ ม.๕/๓ ม.๕/๔ ม.๕/๕ ม.๕/๖ ม.๕/๗ ม.๕/๘ ม.๕/๙ ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑ ม.๕/๑๒ ม.๕/๑๓ ม.๕/๑๔ ม.๕/๒๐ ม.๕/๒๑ ม.๕/๒๒ ม.๕/๒๓ ม.๕/๒๔ ม.๕/๒๕	๒. พันธะเคมีกับการเกิดสารประกอบ
๓	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑ ม.๕/๒ ม.๕/๓ ม.๕/๔ ม.๕/๕ ม.๕/๖ ม.๕/๗ ม.๕/๘ ม.๕/๙ ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑ ม.๕/๑๒ ม.๕/๑๓ ม.๕/๑๔ ม.๕/๒๐ ม.๕/๒๒ ม.๕/๒๓ ม.๕/๒๔ ม.๕/๒๕	๓. ปฏิกิริยาเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๔	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑ ม.๕/๑๒ ม.๕/๑๔ ม.๕/๑๕ ม.๕/๑๖ ม.๕/๑๗ ม.๕/๑๘ ม.๕/๑๙	๔. สารพอลิเมอร์
๕	มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔	๕. แรงและชนิดของแรง
๖	มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘,ม.๕/๙,ม.๕/๑๐	๖. การเคลื่อนที่
๗	มาตรฐาน ว ๒.๓ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒	๗. คลื่นและคลื่นเสียง
๘	มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘,ม.๕/๙,ม.๕/๑๐	๘. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
๙	มาตรฐาน ว ๒.๓ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓	๙. พลังงานนิวเคลียร์
๑๐	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๒๔ ม.๕/๒๕	๑๐. กัมมันตภาพรังสี
รวม ๑๐ หน่วยการเรียนรู้ ๔๗ ตัวชี้วัด		

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ชื่อหน่วยการเรียนรู้
๑	มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙,ม.๖/๑๐	๑. เอกภพ
๒	มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒,ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘,	๒. ดาวฤกษ์
๓	มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๘, ม.๖/๙,ม.๖/๑๐	๓. กำเนิดระบบสุริยะ
๔	มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑๐	๔. เทคโนโลยีอวกาศ
๕	มาตรฐาน ว ตัวชี้วัด ๓.๒ ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓,	๕. โครงสร้างโลก
๖	มาตรฐาน ว ตัวชี้วัด ๓.๒ ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖	๖. โลกและการเปลี่ยนแปลง
๗	มาตรฐาน ว ตัวชี้วัด ๓.๒ ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม.๖/๑๒, ม.๖/๑๓, ม.๖/๑๔	๗. ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา
๘	มาตรฐาน ว ตัวชี้วัด ๓.๒ ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙,ม.๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม.๖/๑๒, ม.๖/๑๓, ม.๖/๑๔	๘. ธรณีภาค
รวม ๘ หน่วยการเรียนรู้ ๒๔ ตัวชี้วัด		

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๘๐ ชั่วโมง ๒.๐ หน่วยกิต
(ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
๑	เซลล์กับการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต	มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/ ๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม.๔/๖, ม.๔/ ๗, ม.๔/๘, ม.๔/๙, ม.๔/๑๐ ม.๔/๑๑, ม.๔/๑๒	- โครงสร้างของเซลล์ - กล้องจุลทรรศน์ - การลำเลียงสารผ่านเซลล์		
๒	การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์	มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๒, ม.๔/ ๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม. ๔/๖, ม.๔/๗	- การรักษาคุณภาพของน้ำและ สารในร่างกาย - การรักษาคุณภาพของกรด – เบสในเลือด - การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย - ระบบภูมิคุ้มกัน		
๓	กระบวนการดำรงชีวิตของพืช	มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๘, ม. ๔/๙, ม.๔/๑๐ ม.๔/ ๑๑, ม.๔/๑๒	- สารอินทรีย์ในพืช - ปัจจัยที่ส่งผลต่อการ เจริญเติบโตของพืช - การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม		
๔	ชีวิตมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ๑	มาตรฐาน ว ๑.๑ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/ ๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔	- ระบบนิเวศ - มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม		
รวม				๘๐	๑๐๐

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
๑	พันธุกรรมและ วิวัฒนาการ	มาตรฐาน ว ๑.๓ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/ ๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม. ๔/๕, ม.๔/๖	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม - ยีนกับการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม - การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม - เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ - วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต - สืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับความก้าวหน้าและการนำความรู้ทางเทคโนโลยีดีเอ็นเอมาประยุกต์ด้านต่างๆ ความปลอดภัยทางชีวภาพและผลกระทบทางด้านสังคมในภูมิภาคอาเซียน		
๒	การดำรงชีวิตของ มนุษย์	มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๒, ม.๔/ ๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม. ๔/๖, ม.๔/๗	- การรักษาสุขภาพต่างๆของร่างกายมนุษย์ - ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมนุษย์		
๓	วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	มาตรฐาน ว ๑.๓ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/ ๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖	- ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต - วิวัฒนาการต่างๆของสิ่งมีชีวิต - การคัดเลือกโดยธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต		
๔	ชีวิตมีชีวิตรใน สิ่งแวดล้อม ๒	มาตรฐาน ว ๑.๑ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/ ๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔	- การนำเสนอแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ		
รวม				๔๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เวลา ๘๐ ชั่วโมง ๒.๐ หน่วยกิต
(ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
๑	โครงสร้างของ อะตอม	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑ – ๒๕	- การพัฒนาแบบจำลองอะตอม - อนุภาคมูลฐานของอะตอม - ตารางธาตุ - การเรียกชื่อธาตุ		
๒	พันธะเคมีกับการเกิด สารประกอบ	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑ – ๒๕	- การเกิดพันธะเคมี - พันธะไอออนิก - พันธะโคเวเลนต์ - พันธะโลหะ - ความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลว จุดเดือด แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคกับสถานะของสารและพันธะเคมี		
๓	ปฏิกิริยาเคมีและ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑ – ๒๕	- การเกิดปฏิกิริยาเคมี - การเขียนสมการเคมี - ชนิดของปฏิกิริยาเคมีที่ควรทราบ - ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน - ผลกระทบของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม - ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี - การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี - อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานของปฏิกิริยา - ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี - การควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน		

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ (มีต่อ)

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
๔	สารพอลิเมอร์	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑ ม.๕/ ๑๒ม.๕/๑๔ ม.๕/๑๕ ม. ๕/๑๖ ม.๕/๑๗ ม.๕/๑๘ ม.๕/๑๙	- ความหมายของพอลิเมอร์ - การเกิดพอลิเมอร์ - โครงสร้างของพอลิเมอร์ - พอลิเมอร์ที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน - พอลิเมอร์กับคุณภาพชีวิต และความปลอดภัย		
๕	แรงและชนิดของแรง	มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม. ๕/๓, ม.๕/๔	- แรงและชนิดของแรง - แรงโน้มถ่วง - แรงไฟฟ้า - แรงแม่เหล็ก - แรงแวนแวนเดอร์วาลส์		
	รวม			๔๐	๑๐๐

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
๑	การเคลื่อนที่	มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๕, ม. ๕/๖, ม.๕/ม.๕/๘,ม. ๕/๙,ม.๕/๑๐	- การเคลื่อนที่ในชีวิต - การเคลื่อนที่ในแนวตรงใน ๑ มิติ - ปริมาณต่างๆที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ - การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ - การเคลื่อนที่เป็นวงกลม - การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย		
๒	คลื่นและคลื่นเสียง	มาตรฐาน ว ๒.๓ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม. ๕/๒, ม.๕/๓, ม. ๕/๔, ม.๕/๕, ม. ๕/๖, ม.๕/๗, ม. ๕/๘, ม.๕/๙, ม. ๕/๑๐ ม.๕/๑๑, ม. ๕/๑๒	- ธรรมชาติของคลื่น - ชนิดของคลื่น - ส่วนประกอบของคลื่น - สมบัติของคลื่น - ธรรมชาติของคลื่นเสียง - สมบัติและปรากฏการณ์ของคลื่นเสียง - เสียงกับการได้ยิน - บิตส์ของเสียง - มลพิษของเสียง		
๓	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๕, ม. ๕/๖, ม.๕/๗, ม. ๕/๘,ม.๕/๙,ม.๕/๑๐	- ธรรมชาติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - ประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - อันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า		
๔	พลังงานนิวเคลียร์	มาตรฐาน ว ๒.๓ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม. ๕/๒, ม.๕/๓	- โครงสร้างอะตอม - นิวเคลียส - พลังงานยึดเหนี่ยว - ปฏิกิริยานิวเคลียร์ - การนำไปใช้ประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		
๕	กัมมันตภาพรังสี	มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๒๔ ม.๕/๒๕	- การค้นพบกัมมันตรังสี - ชนิดของรังสี - สมบัติของรังสี		

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ (มีต่อ)

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			- นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี - ประโยชน์และโทษของกัมมันตรังสี		
	รวม			๔๐	๑๐๐

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
๑	เอกภพ	มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม. ๖/๒, ม.๖/๓, ม. ๖/๔, ม.๖/๕, ม. ๖/๖, ม.๖/๗, ม. ๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐	- เอกภพวิทยาในอดีต - กำเนิดเอกภพ - กาแล็กซี		
๒	ดาวฤกษ์	มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม. ๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม. ๖/๗, ม.๖/๘,	- วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ - กำเนิดและวิวัฒนาการของดวง อาทิตย์ - ความส่องสว่างและโชติมาตร ของดาวฤกษ์ - สีและอุณหภูมิของดาวฤกษ์ - ระยะห่างของดาวฤกษ์ - เนบิวลาแหล่งกำเนิดของดาว ฤกษ์ - ระบบดาวฤกษ์ - มวลของดาวฤกษ์		
๓	กำเนิดระบบสุริยะ	มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๘, ม. ๖/๙, ม.๖/๑๐	- กำเนิดระบบสุริยะ - เขตของบริวารของดวงอาทิตย์ - ดวงอาทิตย์		
๔	เทคโนโลยีอวกาศ	มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑๐	- กล้องโทรทรรศน์ - การขนส่งและการโคจรของ ดาวเทียม - ระบบขนส่งอวกาศ - การใช้ประโยชน์จาก เทคโนโลยีอวกาศ		
รวม				๔๐	๑๐๐

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
๑	โครงสร้างโลก	มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม. ๖/๒, ม.๖/๓,	- ศึกษาโครงสร้างโลกจากคลื่น ไหวสะเทือน		
๒	โลกและการ เปลี่ยนแปลง	มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม. ๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖	- หลักฐานและสมมติฐานการ เคลื่อนที่ของทวีปของเวเก เนอร์ - หลักฐานและข้อมูลทาง ธรณีวิทยาอื่นๆที่สนับสนุน การเคลื่อนที่ของทวีป - กระบวนการที่ทำให้เกิดการ เคลื่อนที่ของแผ่นธรณี - ลักษณะการเคลื่อนที่ของ แผ่นธรณี - การเปลี่ยนลักษณะของ เปลือกโลก		
๓	ปรากฏการณ์ทาง ธรณีวิทยา	มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑ – ๑๔	- แผ่นดินไหว - ภูเขาไฟ		
๔	ธรณีภาค	มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๖, ม. ๖/๗, ม.๖/๘,ม.๖/๙,ม. ๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม. ๖/๑๒, ม.๖/๑๓, ม. ๖/๑๔	- การเปลี่ยนแปลงของโลก ตามทฤษฎีการแปรสัณฐาน แผ่นธรณีภาค - การเปลี่ยนแปลงทางธรณี ภาคของโลก - การแตกออกเป็นแผ่นใหญ่ ของธรณีภาค		
รวม				๔๐	๑๐๐

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม.๔/๖, ม.๔/๗, ม.๔/๘, ม.๔/๙, ม.๔/๑๐ ม.๔/๑๑, ม.๔/๑๒

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* สารต่างๆเคลื่อนที่ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ตลอดเวลา เซลล์จึงต้องมีการรักษาคุณภาพเพื่อให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตได้ตามปกติ	* อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ * อธิบายกลไกในการรักษาคุณภาพของเซลล์ในสิ่งมีชีวิต * ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้ * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วนแต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วนตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๑. เซลล์กับการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม.๔/๖, ม.๔/๗

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* สารต่างๆเคลื่อนที่ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ตลอดเวลา เซลล์จึงจำเป็นต้องมีการรักษาดุลยภาพเพื่อให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตได้ตามปกติ * ไตเป็นอวัยวะสำคัญในการรักษาดุลยภาพของน้ำและสารต่างๆในร่างกายซึ่งมีโครงสร้างและการทำงานร่วมกับอวัยวะอื่นๆ * การรักษาดุลยภาพและเบสในเลือดอณูภูมิในร่างกาย *ระบบภูมิคุ้มกัน	* อธิบายเกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกาย * อธิบายเกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพของกรด-เบสในเลือด * อธิบายการรักษาดุลยภาพของอณูภูมิในร่างกาย * อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย * ทำการทดลองเกี่ยวกับความเป็นกรด-เบส * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๒. การรักษา ดุลยภาพของ ร่างกายมนุษย์

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๘, ม.๔/๙, ม.๔/๑๐ ม.๔/๑๑, ม.๔/๑๒

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* สารอินทรีย์ในพืชที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช * สารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง * ปุ๋ยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช * การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	* อธิบายสารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช * อธิบายสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง * อธิบายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช * การตอบสนองสิ่งเร้าของพืช * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๓. กระบวนการดำรงชีวิตของพืช

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๑.๑ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔	
สาระการเรียนรู้		

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* ระบบนิเวศในธรรมชาติจะมีความสมดุลได้ก็ต่อเมื่อมีสภาพในธรรมชาติจะมีความสมดุลได้ก็ต่อเมื่อมีสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เอื้อต่ออำนวยการดำรงชีวิตชนิดต่างๆในระบบนิเวศจนทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศบนโลก * เมื่อระบบนิเวศเสียสมดุลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศซึ่งย่อมส่งผลกระทบต่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นด้วย	* อธิบายเกี่ยวกับระบบนิเวศ * อธิบายเกี่ยวกับมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๔. ชีวิตมีชีวิตรในสิ่งแวดล้อม ๑

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๑.๓ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓,ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖
สาระการเรียนรู้	

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่สู่รุ่นลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้ลักษณะที่ปรากฏดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวา แต่ละสายประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วยซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทส ในโตรเจนเบสสี่ชนิดและหมู่ฟอสเฟตโดยที่ลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่ * มิ ว เ ท ชั น เ ป็น ก า รเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนหรือโครโมโซมซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ โดยมีวเทชั่นที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์	* อธิบายกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม * อธิบายกฎข้อที่ ๑ – ๒ ของเมนเดล * อธิบายโครงสร้างของดีเอ็นเอ * อธิบายเกี่ยวกับมิวเทชันในสิ่งมีชีวิต * อธิบายความแปรผันทางพันธุกรรมที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ * อธิบายกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านต่างๆ * อธิบายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม * อธิบายแนวทางการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๕. พันธุกรรมและวิวัฒนาการ

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ (มีต่อ)
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๑.๓ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓,ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖	
สาระการเรียนรู้		

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
สามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกและหลานได้ * ความแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกัน หลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ * มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุวิศวกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่างๆมากขึ้นและแพร่หลาย	* อธิบายความหลากหลายของระบบนิเวศ * อธิบายกลไกการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ * อธิบายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน			

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม.๔/๖, ม.๔/๗

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* การดำรงชีวิตของมนุษย์ จำเป็นต้องมีการรักษาคุณภาพต่างๆของร่างกาย ทั้งการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายโดยอาศัยการทำงานของไตในการกรองและดูดกลับสารที่มีประโยชน์ การรักษาคุณภาพกรดเบสในเลือดโดยอาศัยการทำงานของไตและปอด การรักษาของอุณหภูมิในร่างกายโดยอาศัยการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือด ต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่าง	* อธิบายการรักษาคุณภาพต่างๆของร่างกาย * อธิบายการทำงานของไตและปอด * การรักษาอุณหภูมิในร่างกายโดยการอาศัยการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือด ต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่าง * อธิบายร่างกายมนุษย์ที่มีกลไกตอบสนองต่อเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย ทั้งแบบที่ไม่จำเพาะและแบบที่จำเพาะ * อธิบายเกี่ยวกับโรคภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๖. การดำรงชีวิตของมนุษย์

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๑.๓ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖	
สาระการเรียนรู้		

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันเป็นผลมาจากวิวัฒนาการที่มีกลไกพื้นฐานมาจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติซึ่งเป็นกระบวนการคัดเลือกประชากรสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมให้สามารถดำรงชีวิตและให้กำเนิดประชากรในรุ่นต่อไป โดยสิ่งมีชีวิตจะอาศัยการปรับเปลี่ยนลักษณะทางสรีระพฤติกรรม และรูปแบบการดำรงชีวิต แต่สำหรับประชากรที่ไม่สามารถปรับตัวได้ก็จะถูกคัดทิ้งและลดจำนวนไป	* อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต * อธิบายผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต * อธิบายหลักการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต * เขียนชื่อสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๗. วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ ๑. มาตรฐาน ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕ ม.๔/๖, ม.๔/๗

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* นำเสนอแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ	* อธิบายสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ * อธิบายสาเหตุของปัญหาลี ง แ ว ด ลี อ ม แ ละ ทรัพยากรธรรมชาติ * อธิบายความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม * อธิบายผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ * อธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติต่างๆที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดและไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม * อธิบายแนวทางในการป้องกันแก้ไขฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับมามีสภาพที่สามารถใช้ได้	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๘. ชีวิตมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ๒

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๒.๑	เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๒.๑	ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐, ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒, ม.๕/๑๓, ม.๕/๑๔, ม.๕/๑๕, ม.๕/๑๖, ม.๕/๑๗, ม.๕/๑๘, ม.๕/๑๙, ม.๕/๒๐, ม.๕/๒๑, ม.๕/๒๒, ม.๕/๒๓, ม.๕/๒๔, ม.๕/๒๕

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ศึกษาทำการทดลองแล้วเสนอแบบจำลองอะตอมทำให้ทราบเกี่ยวกับอนุภาคมูลฐานภายในอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนซึ่งอยู่ตรงกลางของอะตอมเรียกว่านิวเคลียสและมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบๆ นิวเคลียสเป็นชั้นๆ เรียกว่าระดับพลังงาน จำนวนอิเล็กตรอนชั้นนอกสุดแสดงสมบัติของธาตุในและเลขที่หมู่ธาตุ จำนวนระดับพลังงานแสดงตำแหน่งเลขที่คาบในตารางธาตุ ตารางธาตุในปัจจุบันมี ๑๖ หมู่ (หมู่ A_๘	* อธิบายการพัฒนาแบบจำลองอะตอมแบบต่างๆ * อธิบายอนุภาคมูลฐานของอะตอมแบบต่างๆ * อธิบายและอ่านค่าตารางธาตุ * เรียกชื่อธาตุตามระบบ IUPAC * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๑. โครงสร้างของอะตอม

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ (มีต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙,ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒, ม.๕/๑๓, ม.๕/๑๔, ม.๕/๑๕, ม.๕/๑๖,ม.๕/๑๗,ม.๕/๑๘, ม.๕/๑๙, ม.๕/๒๐, ม.๕/๒๑, ม.๕/๒๒, ม.๕/๒๓,ม.๕/๒๔, ม.๕/๒๕

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
หมู่ และหมู่ B ๘ หมู่) และมี ๗ คาบ จำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมทราบได้จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ				

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐, ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒, ม.๕/๑๓, ม.๕/๑๔, ม.๕/๑๕, ม.๕/๑๖, ม.๕/๑๗, ม.๕/๑๘, ม.๕/๑๙, ม.๕/๒๐, ม.๕/๒๑, ม.๕/๒๒, ม.๕/๒๓, ม.๕/๒๔, ม.๕/๒๕

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
*	* อธิบายการเกิดพันธะเคมี * อธิบายการเกิดพันธะไอออนิก * อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์ * อธิบายการเกิดพันธะโลหะ * อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลว จุดเดือด แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคกับสถานะของสารและพันธะเคมี * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๒. พันธะเคมีกับการเกิดสารประกอบ

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๒.๑	เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๒.๑	ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐, ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒, ม.๕/๑๓, ม.๕/๑๔, ม.๕/๑๕, ม.๕/๑๖, ม.๕/๑๗, ม.๕/๑๘, ม.๕/๑๙, ม.๕/๒๐, ม.๕/๒๑, ม.๕/๒๒, ม.๕/๒๓, ม.๕/๒๔, ม.๕/๒๕

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* เมื่อสารเกิดเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น คือ สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีสมบัติของสารต่างไปจากเดิมที่สามารถสังเกตหรือทดสอบได้ แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารได้ด้วยการเขียนสมการเคมี ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น การเผาไหม้ การเกิดสนิม การสึกกร่อนของโลหะ การสึกกร่อนของหินปูนเนื่องจากฝน ปฏิกิริยาระหว่างสารที่มีสมบัติเป็นกรดกับสารที่มีสมบัติเป็นเบส ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบางชนิดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	* อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเขียนสมการเคมี และชนิดของปฏิกิริยาเคมีที่ควรทราบ * อธิบายปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน ตลอดจนผลกระทบของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม * อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี * อธิบายการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี * อธิบายการเกิดปฏิกิริยาและพลังงานของปฏิกิริยา * อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี * อธิบายการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๓. ปฏิกิริยาเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ (มีต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๒.๑

เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๒.๑

ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙,ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒, ม.๕/๑๓, ม.๕/๑๔, ม.๕/๑๕, ม.๕/๑๖,ม.๕/๑๗,ม.๕/๑๘, ม.๕/๑๙, ม.๕/๒๐, ม.๕/๒๑, ม.๕/๒๒, ม.๕/๒๓,ม.๕/๒๔, ม.๕/๒๕

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
	* ทำแบบทดสอบความเข้าใจ ท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลัง เรียนรู้			

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
 มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑ ม.๕/๑๒ ม.๕/๑๔ ม.๕/๑๕ ม.๕/๑๖ ม.๕/๑๗ ม.๕/๑๘ ม.๕/๑๙
 สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* สารต่างๆในธรรมชาติมีทั้งสารโมเลกุลเล็กและโมเลกุลขนาดใหญ่ พอลิเมอร์ เป็นคำที่ใช้เรียกสารที่เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เกิดจากสารโมเลกุลเล็กๆจำนวนมากมาสร้างพันธะโคเวเลนต์ร่วมกันสารประเภทพอลิเมอร์นี้มีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นส่วนใหญ่พอลิเมอร์จัดเป็นสารอินทรีย์ ยกเว้นใยหินที่เป็นพอลิเมอร์อนินทรีย์	* อธิบายความหมายของพอลิเมอร์ * อธิบายการเกิดพอลิเมอร์ * อธิบายโครงสร้างของพอลิเมอร์ * อธิบายพอลิเมอร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน * อธิบายพอลิเมอร์กับคุณภาพชีวิตและความปลอดภัย * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๔ . สารพอลิเมอร์

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๒.๒	เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๒.๒	ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม. ๕/๓, ม.๕/๔
สาระการเรียนรู้		

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* ในชีวิตประจำวันจำเป็นต้องใช้แรงในการทำกิจกรรมต่างๆ มากมายเช่น การยกกระเป๋า เปิดประตู เดิน วิ่ง เล่นกีฬา แรงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นแต่สามารถทราบผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุต่างๆ โดยเมื่อวัตถุถูกแรงกระทำก็อาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือสภาพการเคลื่อนที่ และในอีกกรณีหนึ่งคืออาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดของวัตถุ	* อธิบายธรรมชาติของแรง * อธิบายแรงโน้มถ่วง * อธิบายแรงไฟฟ้า * อธิบายแรงแม่เหล็ก * อธิบายแรงนิวเคลียร์ * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๕. แรงและชนิดของแรง

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* ในชีวิตประจำวันของเรานั้น จะพบกับการเคลื่อนในรูปแบบต่าง ๆ มากมาย เราจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแบบต่างๆ ไว้ในที่นี่ เราจะทำการศึกษาในการสเคลื่อนที่ในแนตรง การเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบอาร์มอนิกอย่างง่าย	* อธิบายความสัมพันธ์ในการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง * อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบอาร์มอนิกอย่างง่าย * ทดลองความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ความเร่ง เวลา และการกระจัด * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๖. การเคลื่อนที่

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
 มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงาน
 ในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไป
 ใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๓ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* คลื่นและคลื่นเสียงมีอยู่ มากมายหลายอย่างทั้งที่เรา มองเห็นและมองไม่เห็น คลื่น และคลื่นเสียงมีความจำเป็น ต่อชีวิตของเรามากมายไม่ว่า จะเป็นคลื่นกล คลื่นเสียง คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า แต่ทุกอย่างถ้า หากมีประโยชน์ก็จะมีโทษด้วย เช่นกัน	* อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของ คลื่นและคลื่นเสียง * อธิบายเกี่ยวกับชนิดของคลื่น * อธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบ ของคลื่น * อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของ คลื่น * อธิบายเกี่ยวกับสมบัติและ ปรากฏการณ์ของคลื่นเสียง * อธิบายเกี่ยวกับเสียงกับการ ได้ยิน บีตส์ของเสียงและมลพิษ ของเสียงในชีวิตประจำวัน * ทำแบบทดสอบความเข้าใจ ท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลัง เรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความ เข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการ สร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๗. คลื่นและคลื่น เสียง

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	มาตรฐาน ว ๒.๒ ตัวชี้วัด ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐
สาระการเรียนรู้	

	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* แสง คลื่นวิทยุ รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมา ต่างก็เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสิ้น คลื่นสามารถถ่ายโอนพลังงานได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ซึ่งจัดเป็นคลื่นตามขวาง และมีสมบัติทั้งทางไฟฟ้าและแม่เหล็ก ดังนั้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงประกอบไปด้วย สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง	* อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า * อธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า * อธิบายประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า * อธิบายอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	_๘. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
 มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงาน
 ในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไป
 ใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๓ ตัวชี้วัด ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* นิวเคลียร์ฟังดูอาจจะน่ากลัว แต่ที่จริงถ้าเรารู้จักการใช้งาน การควบคุมนิวเคลียร์แล้วจะทำให้ เราสามารถนำนิวเคลียร์มา ใช้ประโยชน์ได้มากมาย มหาศาลดังนั้น จำเป็นที่เรา ต้องทำงานศึกษาการเกิด รวมถึงประโยชน์และโทษของ นิวเคลียร์	* อธิบายโครงสร้างของอะตอม นิวเคลียส และพลังงานยึด เหนี่ยว * อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิช ชัน ฟิวชัน * คำนวณข้อมูลและผลจาก ปฏิกิริยาต่อสิ่งมีชีวิต * คำนวณและอภิปรายโรงไฟฟ้า นิวเคลียร์ * อธิบายการนำไปใช้ประโยชน์ และโทษต่อสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม * ทำแบบทดสอบความเข้าใจ ท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลัง เรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความ เข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการ สร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๙. พลังงาน นิวเคลียร์

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๒.๑ ตัวชี้วัด ม.๕/๒๔ ม.๕/๒๕

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* สสารประกอบด้วยอะตอมและอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสและอิเล็กตรอน โดยภายในนิวเคลียสยังประกอบด้วยอนุภาคนิวตรอนและโปรตอน จากการศึกษาพบว่านิวเคลียสของธาตุบางชนิดสามารถปล่อยรังสีออกมาได้ ดังนั้น กัมมันตรังสีจึงเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุบางชนิดสามารถแผ่รังสีออกมาได้เองตามธรรมชาติ เนื่องจากนิวเคลียสของธาตุนั้นไม่เสถียรเกิดการสลายตัวเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ ในที่นี้จะกล่าวถึงชนิดและสมบัติของรังสีที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียสตลอดจน	* อธิบายการค้นพบกัมมันตรังสี * อธิบายและค้นคว้าชนิดของรังสี * อธิบายและค้นคว้าสมบัติของรังสี * อธิบายและค้นคว้าพลังงานยึดเหนี่ยว * อธิบายการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม * อธิบายและสรุปเป็นองค์ความรู้ถึงประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๑๐. กัมมันตภาพรังสี

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ (มีต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๒.๑

เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๒.๑

ตัวชี้วัด ม.๕/๒๔ ม.๕/๒๕

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
กล่าวถึงประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี				

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้ง ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* ดาราศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับดวงดาวบนท้องฟ้า โลกที่เราอาศัยอยู่ ตลอดจนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเอกภพ และเทคโนโลยีอวกาศ ที่เป็นผลมาจากการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ในด้านอวกาศ	* อธิบายสืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปความสำคัญของดาราศาสตร์ * อธิบายความหมายของเอกภพ * สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเอกภพ วิทยาในอดีต * สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปการกำเนิดเอกภพ * สืบค้นข้อมูลหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง * อธิบายความหมายของการแกแล็กซี * สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิด ส่วนประกอบ และรูปร่างของกาแล็กซีต่างๆ * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๑. เอกภพ

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ (มีต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้ง
ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘,ม.๖/๙,ม.๖/๑๐

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
	* แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน			

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้ง

ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘,

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* ดาวฤกษ์ เป็นกลุ่มแก๊สร้อนขนาดใหญ่มีพลังงานในตัวเอง มีวิวัฒนาการตามธรรมชาติมีการเกิดแล้วดำรงอยู่จนถึงจุดจบไปในที่สุดดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย ย ึ่ง จ ุด จ บ ด้วย การ กลายเป็นดาวแคระขาว ส่วนดาวฤกษ์ ที่มีมวลมากขนาดใหญ่ จะถึงจุดจบด้วยการระเบิด เกิดซูเปอร์โนวา มวลสารภายในดาวฤกษ์ยุบตัวเป็นหลุมดำหรือดาวนิวตรอน ส่วนภายนอกกระเจิงกระจายออกเป็นเนบิวลาหรือกลุ่มแก๊ส ซึ่งพัฒนาไปเป็นดาวฤกษ์รุ่นต่อไป	* อธิบายสืบค้นวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ * อธิบายสืบค้นกำเนิด และวิวัฒนาการของดวงอาทิตย์ * อธิบายสืบค้นความส่องสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์ * อธิบาย สีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ * อธิบายระยะห่างของดาวฤกษ์ * อธิบายเนบิวลาและแหล่งกำเนิดดาวฤกษ์ * อธิบายระบบดาวฤกษ์ * อธิบายสืบค้นมวลของดาวฤกษ์ * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๒. ดาวฤกษ์

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้ง ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* ระบบสุริยะเกิดจากเนบิวลา หดตัวภายในแรงโน้มถ่วงโดยมวลสารประมาณร้อยละ ๙๙.๘๕ กลายเป็นดวงอาทิตย์ ส่วนที่เหลือกลายเป็นดาวเคราะห์ ดาวบริวาร ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และเศษวัตถุขนาดเล็ก	* สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกำเนิดระบบสุริยะ * สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับกำเนิดดาวเคราะห์ และการจำแนกประเภทบริวาร ดาวอาทิตย์ตามลักษณะการเกิด * สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับอิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลกระทบต่อโลก * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๓. กำเนิดระบบสุริยะ

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้ง ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๑ ตัวชี้วัด ม.๖/๑๐

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* เทคโนโลยีอวกาศคือ เทคโนโลยีที่ใช้ในการสำรวจ อวกาศ หรือใช้ศึกษาโลกของ เราอวกาศ และการศึกษา ปรากฏการณ์ต่างๆในเอกภพ พัฒนาการของเทคโนโลยี อวกาศ เป็นการชี้ ถึง ความสามารถของมนุษย์ใน การพยายามทำความเข้าใจ ธรรมชาติโดยอาศัยความรู้ทาง ฟิสิกส์และเคมีเพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ ต่างๆ เพื่อขยายความรู้ความ เข้าใจให้มากขึ้น	* สืบค้นข้อมูล อภิปรายและ ยกตัวอย่างเทคโนโลยี * อธิบายการส่งดาวเทียม คำนวณความเร็วหลุดพ้น และ ความเร็วของดาวเทียมที่ความ สูงต่างๆ * สืบค้นข้อมูล อภิปราย เกี่ยวกับจรวดและระบบขนส่ง อวกาศ * สืบค้นข้อมูลอภิปราย และ สรุปเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ จากเทคโนโลยีอวกาศ * ออกแบบการทดลอง และ วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับจรวด น้ำ * ทำแบบทดสอบความเข้าใจ ทำายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลัง เรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความ เข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการ สร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๔. เทคโนโลยี อวกาศ

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย
กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓,

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* การศึกษาโครงสร้างภายในโลกสามารถทำได้โดยการศึกษาทางอ้อมและการศึกษาทางตรงประกอบกัน สำหรับการศึกษาโครงสร้างภายในของโลกโดยทางอ้อมได้จากการศึกษาคลื่นไหวสะเทือนที่เกิดจากแผ่นดินไหวและจากการทดลองของมนุษย์ ผลจากการตรวจสอบวัดคลื่นไหวสะเทือนทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบว่าโครงสร้างภายในของโลกแสดงลักษณะเป็นชั้นแต่ละชั้นมีสมบัติทางกายภาพที่ต่างกัันคือ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มีโซสเฟียร์แก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน * ในปัจจุบันมนุษย์มีข้อจำกัด	* สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายวิธีการต่างๆ ที่จะศึกษาโครงสร้างโลก * วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการศึกษาโครงสร้างโลกจากคลื่นไหวสะเทือน * สืบค้น อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการศึกษาโครงสร้างโลกจากส่วนประกอบทางกายภาพ ทางเคมีของหิน และสารต่างๆภายในโลก * ออกแบบและสร้างแบบจำลองโครงสร้างภายในโลก * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๕. โครงสร้างโลก

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ (มีต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๒

ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓,

เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย

กระบวนการเปลี่ยนแปลง สมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
ด้านเทคโนโลยีสำหรับ การศึกษาโครงสร้างโลกโดย ทางตรงและในขณะนี้ได้ศึกษา จากหลุมเจาะสำรวจเพื่อเก็บ ตัวอย่างหิน ซึ่งหลุมเจาะ สำรวจที่ลึกที่สุดในปัจจุบัน เจาะได้เพียงในระดับความลึก ๑๒.๓ กิโลเมตรเท่านั้น อย่างไรก็ตามจากการศึกษา ส่วนประกอบทางเคมีของ อุกกาบาต ทฤษฎีการเกิด ระบบสุริยะ รวมถึงข้อมูลจาก วิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆทำใ้ นักวิทยาศาสตร์สามารถแบ่ง โครงสร้างโลกตาม ส่วนประกอบต่างๆที่พบ ออกเป็น ๓ ชั้น คือ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก	* ใบความรู้ ใบงาน			

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย
กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* โลกเป็นดาวเคราะห์หินดวงหนึ่งในระบบสุริยะภายในยังคงมีอุณหภูมิสูงมากและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นับตั้งแต่โลกเริ่มเกิดจนถึงปัจจุบัน * นักวิทยาศาสตร์แบ่งโครงสร้างโลกโดยใช้ข้อมูลและหลักฐานต่างๆทางธรณีวิทยาและทางฟิสิกส์ * จากการศึกษาทฤษฎีการแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาคและปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันทำให้พบว่าแผ่นดินไหวและภูเขาไฟส่วนใหญ่จะเกิดอยู่ตามแนวรอยตะเข็บของขอบแผ่นธรณีภาคที่เรียกว่า วงแหวนแห่งไฟ * รอยเลื่อน เป็นแนวรอยแตก	* ทดลองเลียนแบบ วิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของแผ่นทวีปต่างๆของโลกในอดีต * รวบรวมข้อมูล ทดลองเลียนแบบ วิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการแยกออกจากกันของแผ่นธรณี * วิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างพื้นที่ที่เป็นผลจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี * สืบค้น และอธิบายเกี่ยวกับผลที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีต่อชั้นหิน * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๖. โลกและการเปลี่ยนแปลง

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ (มีต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย
กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖

สาระการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
ของหินที่เคลื่อนที่สัมพันธ์กัน และขนานไปกับรอยแตก ซึ่ง อาจสัมพันธ์กับการเกิด แผ่นดินไหวและภูเขาไฟปะทุ * แผ่นดินไหวและภูเขาไฟปะทุ เป็นปรากฏการณ์ทาง ธรณีวิทยาที่สำคัญ และมีผล ต่อสิ่งมีชีวิตทำให้เกิดธรณีพิบัติ ภัยรูปแบบอื่นตามมา เกิดจาก เปลี่ยนแปลงลักษณะธรณี สัณฐาน ชนิดหิน และ สภาพแวดล้อม	* ใบความรู้ ใบงาน			

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย
กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม.๖/๑๒, ม.๖/๑๓,

สาระการเรียนรู้

ม.๖/๑๔

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* ธรณีวิทยา เป็นวิชาที่ ทำการศึกษาถึงสิ่งต่างๆที่ เกี่ยวข้องกับผิวโลกไม่ว่าจะ เป็นโครงสร้างของโลก การ เปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา การเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟ ระเบิด ชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์	* วิเคราะห์และอธิบายเชื่อมโยง ถึงสาเหตุและกระบวนการเกิด แผ่นดินไหว * วิเคราะห์และอธิบายเชื่อมโยง ถึงลักษณะ ของ คลื่นไหว สะเทือนและผลกระทบที่เกิด จากคลื่นไหวสะเทือน * วิเคราะห์และอธิบายแนว แผ่นดินไหวของโลก * สืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับ สถานการณ์แผ่นดินไหวและ ความรุนแรงของแผ่นดินไหว * สืบค้นและอธิบายปรากฏ การณ์แผ่นดินไหว และผลของ ปรากฏการณ์แผ่นดินไหวใน ประเทศไทย * สืบค้น นำเสนอและอธิบาย ลักษณะทั่วไปของภูเขาไฟ * อธิบายลักษณะทางกายภาพ อธิบายลักษณะทางกายภาพ	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความ เข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการ สร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๗. ปรากฏการณ์ ทางธรณีวิทยา

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ (มีต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย
กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม.๖/๑๒, ม.๖/๑๓,

สาระการเรียนรู้ ม.๖/๑๔

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
	ของหินภูเขาไฟ เชื่อมโยงกับ กระบวนการเกิดภูเขาไฟและ บอกแหล่งหินภูเขาไฟใน ประเทศไทย * สืบค้น นำเสนอ และอธิบาย ภูมิลักษณะแบบต่างๆที่เกิดจาก การระเบิดของภูเขาไฟและ ยกตัวอย่างภูมิลักษณะที่เกิดจาก การระเบิดของภูเขาไฟในปร เทศไทย * สืบค้น วิเคราะห์และอธิบาย แนวภูเขาไฟของโลกและระบุ กลุ่มประเทศที่เกิดเหตุการณ์ ภูเขาไฟระเบิดรุนแรง * สสำรวจ สืบค้น นำเสนอ และ อธิบายแหล่งภูเขาไฟและ ลักษณะของหินภูเขาไฟที่พบ ในประเทศไทย			

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ (มีต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย
กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม.๖/๑๒, ม.๖/๑๓,

สาระการเรียนรู้ ม.๖/๑๔

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
	* ทำแบบทดสอบความเข้าใจ ท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลัง เรียนรู้ * ใบความรู้ ใบงาน			

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙, ม.๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม.๖/๑๒, ม.๖/๑๓,

สาระการเรียนรู้ ม.๖/๑๔

สาระสำคัญ	ชิ้นงาน/ภาระงาน	ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/เวลา
* การเปลี่ยนแปลงของโลกสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาค * การเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลกส่วนใหญ่จะเกิดในชั้นธรณีภาค และชั้นฐานภาค * ชั้นธรณีภาคแตกออกเป็นแผ่นใหญ่ๆหลายแผ่นเรียกว่าแผ่นธรณีภาค ซึ่งมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาบนโลกที่สามารถศึกษาได้จากร่องรอยหลักฐานที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบันเช่น รอยแยกของแผ่นธรณีภาค เทือกเขา ได้มหาสมุทร ซากดึกดำบรรพ์	* สืบค้น และ อธิบาย การเปลี่ยนแปลงของโลกด้วยทฤษฎีการแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาค * สืบค้นและอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลกในชั้นธรณีภาค ชั้นฐานภาค * สืบค้นและอธิบายธรณีภาคแตกออกเป็นแผ่นใหญ่หลายแผ่น ที่เคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา * ทำแบบทดสอบความเข้าใจท้ายการเรียนรู้ * แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน * ใบความรู้ ใบงาน	ประเด็นการประเมิน - การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน - การเขียนสรุปองค์ความรู้เรื่องที่เรียน - ทำการทดลอง - ทำแบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ - ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินผลงาน - แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ๑ = ชิ้นงานไม่ครบถ้วน ๒ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ๓ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงจุดประสงค์ ๔ = ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์และมีการสร้างสรรค์ผลงาน	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E)	๘. ธรณีภาค

**การวัดและประเมินผลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔**

ประเด็นการประเมิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔	ระดับคุณภาพ			
	ระดับ ๔	ระดับ ๓	ระดับ ๒	ระดับ ๑
มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัด ว ๑.๑ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้า และแบบทดสอบ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้บางส่วนและไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้น้อย และไม่สมบูรณ์
มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัด ว ๑.๒ ตัวชี้วัด ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖, ม.๔/๗, ม.๔/๘, ม.๔/๙, ม.๔/๑๐ ม.๔/๑๑, ม.๔/๑๒	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้า และแบบทดสอบ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้นและค้นคว้า แบบทดสอบได้บางส่วนและไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้น้อย และไม่สมบูรณ์
มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัด ว ๑.๓ ม.๔/๑, ม.๔/๒, ม.๔/๓, ม.๔/๔, ม.๔/๕, ม.๔/๖	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้า และแบบทดสอบ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้บางส่วนและไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนองานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้น้อย และไม่สมบูรณ์

การวัดและประเมินผลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

ประเด็นการประเมิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕	ระดับคุณภาพ			
	ระดับ ๔	ระดับ ๓	ระดับ ๒	ระดับ ๑
มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวชี้วัด ว ๒.๑ ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑ ม.๕/๑๒ ม.๕/๑๓ ม.๕/๑๔ ม.๕/๑๕ ม.๕/๑๖ ม.๕/๑๗ ม.๕/๑๘ ม.๕/๑๙ ม.๕/๒๐ ม.๕/๒๑ ม.๕/๒๒ ม.๕/๒๓ ม.๕/๒๔ ม.๕/๒๕	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคลชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้บางส่วนและไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้น้อย และไม่สมบูรณ์
มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงใน ชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัด ว ๒.๒ ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคลชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้บางส่วนและไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้น้อย และไม่สมบูรณ์
มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัด ว ๒.๓ ม.๕/๑, ม.๕/๒, ม.๕/๓, ม.๕/๔, ม.๕/๕, ม.๕/๖, ม.๕/๗, ม.๕/๘, ม.๕/๙, ม.๕/๑๐ ม.๕/๑๑, ม.๕/๑๒	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคลชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้บางส่วนและไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้น้อย และไม่สมบูรณ์

การวัดและประเมินผลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ประเด็นการประเมิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖	ระดับคุณภาพ			
	ระดับ ๔	ระดับ ๓	ระดับ ๒	ระดับ ๑
มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะกระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ ตัวชี้วัด ว ๓.๑ ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙ ,ม.๖/๑๐	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคลชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้บางส่วนและไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้น้อย และไม่สมบูรณ์
มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ตัวชี้วัด ว ๓.๒ ม.๖/๑, ม.๖/๒, ม.๖/๓, ม.๖/๔, ม.๖/๕, ม.๖/๖, ม.๖/๗, ม.๖/๘, ม.๖/๙,ม.๖/๑๐ ม.๖/๑๑, ม.๖/๑๒, ม.๖/๑๓, ม.๖/๑๔	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคลชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้บางส่วนและไม่สมบูรณ์	ผู้เรียน นำเสนอ งานกลุ่ม รายบุคคล ชิ้นงาน ที่สืบค้น ค้นคว้าและแบบทดสอบได้น้อย และไม่สมบูรณ์

อภิธานศัพท์

ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
๑	กำหนดปัญหา	define problem	ระบุคำถาม ประเด็นหรือ สถานการณ์ที่เป็นข้อสงสัย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรืออภิปรายร่วมกัน
๒	แก้ปัญหา	solve problem	หาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้ วิธีการมาก่อนทั้งปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยตรงและปัญหาในชีวิต ประจำวันโดยใช้เทคนิคและ วิธีการต่าง ๆ
๓	เขียนแผนผัง/วาดภาพ	construct diagram/ illustrate	นำเสนอข้อมูลหรือผลการสำรวจ ตรวจสอบด้วยแผนผัง กราฟ หรือภาพวาด
๔	คาดคะเน	predict	คาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ และประสบการณ์ที่มี
๕	คำนวณ	calculate	หาผลลัพธ์จากข้อมูล โดยใช้ หลักการ ทฤษฎีหรือวิธีการทาง คณิตศาสตร์
๖	จำแนก	classify	จัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัย ลักษณะที่เหมือนกันเป็นเกณฑ์
๗	ตั้งคำถาม	ask question	พูดหรือเขียนประโยค หรือวลี เพื่อให้ได้มาซึ่งการค้นหา คำตอบที่ต้องการ
๘	ทดลอง	conduct/experiment	ปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ ของคำถาม หรือปัญหาในการ ทดลอง โดยตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนด ตัวแปรและวางแผนดำเนินการ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
๙	นำเสนอ	present	แสดงข้อมูล เรื่องราว หรือ ความคิด เพื่อให้ผู้อื่นรับรู้ หรือพิจารณา
๑๐	บรรยาย	describe	ให้รายละเอียดของเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้ ผู้อื่นได้รับรู้ด้วยการบอก หรือเขียน
๑๑	บอก	tell	ให้ข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่ผู้อื่น ด้วยการพูดหรือเขียน
๑๒	บันทึก	record	เขียนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต เพื่อช่วยจำหรือเพื่อเป็นหลักฐาน

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
๑๓	เปรียบเทียบ	compare	บอกความเหมือน และ/หรือ ความแตกต่างของสิ่งที่ เทียบเคียงกัน
๑๔	แปลความหมาย	interpret	แสดงความหมายของข้อมูล จากหลักฐานที่ปรากฏ เพื่อลงข้อสรุป
๑๕	ยกตัวอย่าง	give examples	ให้ข้อมูลเหตุการณ์หรือสถานการณ์ เพื่อแสดงความเข้าใจในสิ่งที่ได้ เรียนรู้
๑๖	ระบุ	identify	ชี้บอกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูล ประกอบอย่างเพียงพอ
๑๗	เลือกใช้	select	พิจารณา และตัดสินใจนำวัสดุ สิ่งของ อุปกรณ์หรือวิธีการ มาใช้ได้อย่างเหมาะสม
๑๘	วัด	measure	หาขนาด หรือปริมาณ ของ สิ่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือ ที่เหมาะสม
๑๙	วิเคราะห์	analyze	แยกแยะ จัดระบบ เปรียบเทียบ จัดลำดับ จัดจำแนก หรือ เชื่อมโยงข้อมูล
๒๐	สร้างแบบจำลอง	construct model	นำเสนอแนวคิด หรือเหตุการณ์ ในรูปของแผนภาพ ชี้นงาน สมการ ข้อความ คำพูด และ/ หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบาย ความคิด วัตถุ หรือเหตุการณ์ ต่าง ๆ
๒๑	สังเกต	observe	หาข้อมูลด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ที่เหมาะสมตาม ข้อเท็จจริงที่ปรากฏ โดยไม่ใช้ประสบการณ์เดิมของผู้สังเกต
๒๒	สำรวจ	explore	หาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วิธีการและเทคนิคที่ เหมาะสม เพื่อนำข้อมูลมาใช้ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
๒๓	สืบค้นข้อมูล	search	หาข้อมูล หรือข้อสนเทศที่มี ผู้รวบรวมไว้แล้วจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์
๒๔	สื่อสาร	communicate	นำเสนอ และแลกเปลี่ยน ความคิด ข้อมูล หรือผลจากการ สำรวจตรวจสอบ ด้วยวิธี ที่เหมาะสม
๒๕	อธิบาย	explain	กล่าวถึงเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมี เหตุผล และมีข้อมูล หรือ ประจักษ์พยานอ้างอิง
๒๖	อภิปราย	discuss	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็น หรือคำถาม

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
			อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และ ประสบการณ์ ของผู้อภิปรายและข้อมูล ประกอบ
๒๓/	ออกแบบการทดลอง	design experiment	กำหนด และวางแผนวิธีการ ทดลองให้ สอดคล้องกับ สมมติฐานและตัวแปรต่าง ๆ รวมทั้งการบันทึกข้อมูล

ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดสาระเทคโนโลยี

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
๑	การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่น โดยชอบธรรม	fair use	การนำสื่อ หรือข้อมูลที่เป็น ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นไปใช้โดยชอบ ด้วยกฎหมาย ภายใต้เงื่อนไขบางประการ เช่น ๑) นำไปใช้ในการศึกษา หรือ การค้า ๒) งานนั้นเป็นงานวิชาการ หรือ บันเทิง ๓) คัดลอกเพียงส่วนน้อย หรือ คัดลอกจำนวนมาก ๔) ทำให้เจ้าของเสียผลประโยชน์
๒	การตรวจและแก้ไขข้อผิดพลาด	debugging	กระบวนการในการค้นหา ข้อผิดพลาดของโปรแกรม เพื่อแก้ไขให้ทำงานได้ถูกต้อง
๓	การประมวลผลข้อมูล	data processing	การดำเนินการต่าง ๆ กับข้อมูล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความหมาย และมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานมากยิ่งขึ้น
๔	การรวบรวมข้อมูล	data collection	กระบวนการในการรวบรวม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่ง ข้อมูลต่าง ๆ
๕	ข้อมูลปฐมภูมิ	primary data	ข้อมูลที่รวบรวมโดยตรง จากแหล่งข้อมูลชั้นต้น โดยอาจ ใช้วิธีการสังเกต การทดลอง การสำรวจ การสัมภาษณ์
๖	เทคโนโลยี	technology	สิ่งที่มนุษย์สร้างหรือพัฒนาขึ้น ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งชิ้นงาน หรือ วิธีการ เพื่อใช้แก้ปัญหาสนองความต้องการ หรือเพิ่ม ความสามารถในการทำงาน ของมนุษย์
๗	แนวคิดเชิงคำนวณ	computational thinking	กระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล เป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการ แก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถ นำไปประมวลผลได้
๘	แนวคิดเชิงนามธรรม	abstraction	การพิจารณารายละเอียดที่สำคัญ ของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญ ออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ
๙	ระบบทางเทคโนโลยี	technological system	กลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่ สองส่วนขึ้นไป ประกอบเข้า ด้วยกัน และทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบ ทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
			ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และ ผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ ระบบทางเทคโนโลยี อาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุง การทำงานได้ตาม วัตถุประสงค์
๑๐	เหตุผลเชิงตรรกะ	logical reasoning	การใช้เหตุผล กฎ กฎเกณฑ์ หรือเงื่อนไขที่ เกี่ยวข้อง เพื่อ แก้ปัญหาได้ครอบคลุมทุก กรณ
๑๑	เหตุผลวิบัติ	logical fallacy	การใช้เหตุผลที่ผิดพลาดไม่อยู่บน พื้นฐานของ ความจริง ไม่มีน้ำหนัก สมเหตุสมผลมา สนับสนุน หรือ ชี้นำข้อสรุปที่ผิดให้ดูน่าเชื่อถือ
๑๒	อัตลักษณ์	Identity	ลักษณะเฉพาะหรือข้อมูลสำคัญ ที่บ่งบอกถึง ความเป็นตัวตนของ บุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ชื่อบัญชีผู้ใช้ใบหน้า ลายนิ้วมือ
๑๓	อัลกอริทึม	algorithm	ขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือ การทำงาน โดย มีลำดับของ คำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจน ที่ คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติ ตามได้
๑๔	แอปพลิเคชัน	software application	ซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่ทำงาน บนคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรืออุปกรณ์เทคโนโลยี อื่น ๆ

ภาคผนวก



คำสั่งโรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์

ที่ พช. ๐๒๒ /๒๕๖๑

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง ๒๕๖๐)

ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง “รายชื่อโรงเรียนต้นแบบการใช้หลักสูตรและโรงเรียนที่มีความพร้อมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑” ที่ให้โรงเรียนต้นแบบการใช้หลักสูตรและโรงเรียนที่มีความพร้อมดำเนินการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. ๒๕๕๑ ตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๖๐ ใน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑-๖ จนครบทุกชั้น ในปีการศึกษา ๒๕๖๓ นั้น

ทำให้สถานศึกษาต้องจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาขึ้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาการเรียนรู้ในสังคมปัจจุบัน และทำให้หลักสูตรสถานศึกษามีความยืดหยุ่นต่อกระแสความเปลี่ยนแปลงของโลก และทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกยุคข้อมูลข่าวสาร

อาศัยอำนาจตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยคณะกรรมการบริหารหลักสูตรและงานวิชาการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. ๒๕๔๔ ข้อ ๕ จึงขอแต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ดังนี้

๑. พระครูวัชรวิชัยสังฆพิทักษ์	ผู้อำนวยการ	ประธานกรรมการ
๒. พระครูประกาศธรรมานุยุต	รองผู้อำนวยการ	รองประธานกรรมการ
๓. พระปลัดเสาร์คำ สุภภาโส	รองผู้อำนวยการ	รองประธานกรรมการ
๔. พระสมุห์ติวานนท์ วิริยธมโม	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	กรรมการ
๕. พระมหาสมพงษ์ สมวิโส	หัวหน้าฝ่ายบริหารทั่วไป	กรรมการ
๖. พระปลัดเสาร์คำ สุภภาโส	หัวหน้าฝ่ายบริหารบุคคล	กรรมการ
๗. พระอนุชิต อธิปญโญ	หัวหน้าฝ่ายบริหารงบประมาณ	กรรมการ
๘. นางสาวเพ็ญผกา ชัยพิกุลิต	หัวหน้ากลุ่มสาระภาษาต่างประเทศ	กรรมการ
๙. นายเดชา เมธีวัฒนากุล	หัวหน้ากลุ่มสาระสุขศึกษา	กรรมการ
๑๐. นางสาวหฤทัย มงคลเจริญสิน	หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์	กรรมการ
๑๑. นางทิพวิมล วรรณชัย	หัวหน้ากลุ่มสาระภาษาไทย	กรรมการ
๑๒. นายฐาปนา ภัทรเมธีนนท์	หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์	กรรมการ
๑๓. พระสมุห์ติวานนท์ วิริยธมโม	หัวหน้าฝ่ายบริหารวิชาการ	กรรมการและเลขานุการ
๑๔. พระวันชัย ชยชโย	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

(พระวิมลเมธี)

ผู้จัดการโรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์



คำสั่งโรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์

ที่ พช.๐๒๓ /๒๕๖๑

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

เพื่อให้การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ของโรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์ ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย เกิด ประสิทธิภาพต่อการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา

อาศัยอำนาจตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยคณะกรรมการบริหารหลักสูตรและงานวิชาการ สถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. ๒๕๔๔ ข้อ ๙ จึงขอแต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ทั้ง ๘ กลุ่มสาระ ดังนี้

๑. คณะกรรมการชุดที่ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ประกอบด้วย

๑.๑ นางทิพวิมล	วรรณชัย	ประธานคณะกรรมการ
๑.๒ นางสาวศิริพร	ร่มต้นนุ่น	อนุกรรมการ
๑.๓ นายณพรัตน์	บุญตัน	อนุกรรมการ

๒. คณะกรรมการชุดที่ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและฯ ประกอบด้วย

๒.๑ พระสุรินทร์	สุธีโร	ประธานคณะกรรมการ
๒.๒ พระสันติ	สนตจิตโต	รองประธานคณะกรรมการ
๒.๖ พระมนตรี	บุญญกุลโส	อนุกรรมการ
๒.๗ พระณรงค์ศักดิ์	ฐานสิริ	อนุกรรมการ
๒.๘ นายเจษฎาภรณ์	ทาคำวงศ์	อนุกรรมการ
๒.๙ พระอนุชิต	อธิปญโญ	อนุกรรมการ
๒.๑๐ นายสุรัชชัย	เมฆสวรรค์บำรุง	อนุกรรมการ

๓. คณะกรรมการชุดที่ ๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ประกอบด้วย

๓.๑ พระมหาสมพงษ์	สมวโส	ประธานคณะกรรมการ
๓.๒ พระทนต์วุฒิ	อชิโต	อนุกรรมการ
๓.๓ พระสุชาติ	สุชาติธมโม	อนุกรรมการ
๓.๔ พระวีรชาติ	วีรชาติโต	อนุกรรมการ
๓.๕ นางสาวเพ็ญผกา	ชัยพิภุสิต	อนุกรรมการ
๓.๖ นายภูษิสส์ไชย	บงกชพองอำไพ	อนุกรรมการ
๓.๗ นายสาธิต	ชนะวรรณชน	อนุกรรมการ

๔. คณะกรรมการชุดที่ ๔ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

๔.๑ นางสาวหทัย	มงคลเจริญสิน	ประธานคณะกรรมการ
๔.๒ นางสาวพิมพ์ไธย	ปาละกวงค์ฯ	อนุกรรมการ

- ๕. คณะอนุกรรมการชุดที่ ๕** **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย**
- | | | |
|-----------------|--------------|------------------|
| ๕.๑ นายฐาปนา | ภัทรเมธีนนท์ | ประธานอนุกรรมการ |
| ๕.๒ นางสาวลัดดา | แซ่เต๋มา | อนุกรรมการ |
- ๖. คณะอนุกรรมการชุดที่ ๖** **กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา ประกอบด้วย**
- | | | |
|----------------|--------------|------------------|
| ๖.๑ นายเดชา | เมธีวัฒนากุล | ประธานอนุกรรมการ |
| ๖.๒ พระสุพอลิศ | สุภคโค | อนุกรรมการ |
- ๗. คณะอนุกรรมการชุดที่ ๗** **กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ-เทคโนโลยี ประกอบด้วย**
- | | | |
|-------------------------------|-------|------------------|
| ๗.๑ พระวันชัย | ชยชโย | ประธานอนุกรรมการ |
| ๗.๒ นายบุญเลิศ ตระกูลรุ่งอำไพ | | อนุกรรมการ |
- ๘. คณะอนุกรรมการชุดที่ ๘** **กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ประกอบด้วย**
- | | | |
|----------------------|-----------|------------------|
| ๘.๑ พระสมุห์ติวานนท์ | วิริยธมโม | ประธานอนุกรรมการ |
| ๘.๒ นางสาวสิริกร | สามะบุตร | อนุกรรมการ |
- ๙. คณะอนุกรรมการชุดที่ ๙** **จัดทำการวัดประเมินผลหลักสูตรสถานศึกษา ประกอบด้วย**
- | | | |
|--------------------------------|--|------------------------|
| ๙.๑ พระครูวัชรชัยสังฆพิทักษ์ | | ประธานอนุกรรมการ |
| ๙.๒ พระครูประกาศธรรมานุยุต | | รองประธานอนุกรรมการ |
| ๙.๓ พระปลัดเสาร์คำ สุธาโส | | รองประธานอนุกรรมการ |
| ๙.๔ พระอนุชิต อธิปัญโญ | | อนุกรรมการ |
| ๙.๕ พระมหาสมพงษ์ สมวโส | | อนุกรรมการ |
| ๙.๖ พระสมุห์ติวานนท์ วิริยธมโม | | อนุกรรมการ |
| ๙.๗ นางสาวเพ็ญผกา ชัยพิภุสิต | | อนุกรรมการ |
| ๙.๘ นางสาวหฤทัย มงคลเจริญสิน | | อนุกรรมการและเลขานุการ |
- ๑๐. คณะอนุกรรมการชุดที่ ๑๐** **จัดทำการประเมินลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย**
- | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| ๑๐.๑ พระครูวัชรชัยสังฆพิทักษ์ | ผู้อำนวยการ | ประธานอนุกรรมการ |
| ๑๐.๒ พระครูประกาศธรรมานุยุต | รองผู้อำนวยการ | รองประธานอนุกรรมการ |
| ๑๐.๓ พระสุรินทร์ สุธีโร | | อนุกรรมการ |
| ๑๐.๔ พระณรงค์ศักดิ์ ฐานสิริ | | อนุกรรมการ |
| ๑๐.๕ พระวันชัย ชยชโย | | อนุกรรมการ |
| ๑๐.๖ พระสมุห์ติวานนท์ วิริยธมโม | หน.ฝ่ายบริหารวิชาการ | อนุกรรมการ |
| ๑๐.๗ พระปลัดเสาร์คำ สุธาโส | หน.ฝ่ายบริหารบุคคล | อนุกรรมการ |
| ๑๐.๘ พระอนุชิต อธิปัญโญ | หน.ฝ่ายบริหารงบประมาณ | อนุกรรมการ |
| ๑๐.๙ พระมนตรี ปุณณกุสโล | ฝ่ายกิจกรรม | อนุกรรมการ |
| ๑๐.๑๐ พระมหาสมพงษ์ สมวโส | หน.ฝ่ายบริหารทั่วไป | อนุกรรมการและเลขานุการ |
| ๑๐.๑๑ พระสมบุรณ์ สมปัญโญ | ฝ่ายกิจกรรม | อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ |
- ๑๑. คณะอนุกรรมการชุดที่ ๑๑** **จัดทำกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ประกอบด้วย**
- | | | |
|-------------------------------|--|---------------------|
| ๑๑.๑ พระครูวัชรชัยสังฆพิทักษ์ | | ประธานอนุกรรมการ |
| ๑๑.๒ พระมหาสมพงษ์ สมวโส | | รองประธานอนุกรรมการ |
| ๑๑.๓ พระสุรินทร์ สุธีโร | | อนุกรรมการ |
| ๑๑.๔ พระสมบุรณ์ สมปัญโญ | | อนุกรรมการ |
| ๑๑.๕ พระณรงค์ศักดิ์ ฐานสิริ | | อนุกรรมการ |
| ๑๑.๖ พระมนตรี ปุณณกุสโล | | อนุกรรมการเลขานุการ |

๑๒. คณะอนุกรรมการชุดที่ ๑๒ จัดทำประเมินการอ่านคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

(พระวิมลมนู)

ผู้จัดการ

โรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์



คำสั่งโรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์

ที่ พช.๐๒๔ /๒๕๖๑

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการตรวจชำระหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

เพื่อให้การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ของโรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์ ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ถูกต้องตามขั้นตอน กระบวนการ องค์ประกอบของการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาและดำเนินไปในแนวเดียวกันทั้ง ๘ กลุ่มสาระ

อาศัยอำนาจตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยคณะกรรมการบริหารหลักสูตรและงานวิชาการ สถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. ๒๕๔๔ ข้อ ๕ จึงขอแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจชำระหลักสูตรสถานศึกษาตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. ๒๕๕๑ ดังนี้

๑. พระครูวัชรชัยสังฆพิทักษ์	ผู้อำนวยการ	ประธานกรรมการ
๒. พระครูประกาศธรรมานุยุต	รองผู้อำนวยการ	รองประธานกรรมการ
๓. พระปลัดเสาร์คำ สุภภาโส	รองผู้อำนวยการ	รองประธานกรรมการ
๔. พระมหาสมพงษ์ สมวโส	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	กรรมการ
๕. พระอนุชิต อธิปัญญา	หัวหน้าฝ่ายบริหารทั่วไป	กรรมการ
๖. พระสุรินทร์ สุธีโร	หัวหน้ากลุ่มสาระสังคมศึกษาฯ	กรรมการ
๗. นางสาวเพ็ญผกา ชัยพิภุสิต	หัวหน้ากลุ่มสาระภาษาต่างประเทศ	กรรมการ
๘. นายบุญเลิศ ตระกูลรุ่งอำไพ	หัวหน้ากลุ่มสาระการงานอาชีพฯ	กรรมการ
๙. นางสาวพิมพ์พิไลย์ ปาละกวงค์ ฯ	หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์	กรรมการ
๑๐. นางทิพวิมล วรรณชัย	หัวหน้ากลุ่มสาระภาษาไทย	กรรมการ
๑๑. นายเดชา เมธีวัฒนากุล	หัวหน้ากลุ่มสาระสุขศึกษาฯ	กรรมการ
๑๒. นายฐานา ปาทรเมธินนท์	หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์	กรรมการ
๑๓. พระสมุห์ติวานนท์ วิริยธมโม	หัวหน้าฝ่ายบริหารวิชาการ กรรมการและเลขานุการ	

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

(พระวิมลมนี)

ผู้จัดการ

โรงเรียนสมเด็จพระพุทธชินวงศ์



คำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ที่ ๔๒๒ /๒๕๖๑

เรื่อง การปรับปรุงโครงสร้างเวลาเรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

อนุสนธิคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่ สพฐ. ๑๒๓๔/๒๕๖๐ สั่ง ณ วันที่ ๗ สิงหาคม ๒๕๖๐ เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ และคำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ ๓๐/๒๕๖๑ สั่ง ณ วันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๑ เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อให้สถานศึกษาพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลก ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการที่ สพฐ. ๒๔๓/๒๕๕๑ เรื่อง ให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ให้เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีอำนาจในการยกเลิก เพิ่มเติม เปลี่ยนแปลงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและวิธีการจัดการศึกษา ดังนั้น เพื่อให้สถานศึกษาสามารถบริหารจัดการเวลาเรียนได้เหมาะสมกับบริบทและจุดเน้นของสถานศึกษา โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในคราวประชุมคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ครั้งที่ ๔/๒๕๖๑ เมื่อวันที่ ๒๐ เมษายน ๒๕๖๑ จึงปรับปรุงโครงสร้างเวลาเรียนให้มีความยืดหยุ่น ดังนี้

๑. ระดับประถมศึกษา

๑) ปรับเวลาเรียนพื้นฐานของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม สอดคล้องกับบริบท จุดเน้นของสถานศึกษา และศักยภาพของผู้เรียน โดยจัดเวลาเรียนพื้นฐานสำหรับสาระประวัติศาสตร์ ๔๐ ชั่วโมงต่อปี ทั้งนี้ ต้องมีเวลาเรียนพื้นฐานรวม จำนวน ๘๔๐ ชั่วโมงต่อปี และผู้เรียนต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนด

๒) จัดเวลาเรียนเพิ่มเติม โดยจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับจุดเน้นและความพร้อมของสถานศึกษา และเกณฑ์การจบหลักสูตร เฉพาะระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ - ๓ สถานศึกษาอาจจัดให้เป็นเวลาสำหรับสาระการเรียนรู้พื้นฐานในกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยและกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

๓) จัดเวลาสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน จำนวน ๑๒๐ ชั่วโมงต่อปี

๔) จัดเวลาเรียนรวมทั้งหมด ให้เป็นไปตามความเหมาะสมของสถานศึกษา ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงศักยภาพและพัฒนาการตามช่วงวัยของผู้เรียนและเกณฑ์การจบหลักสูตร

๒. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

๑) ปรับเวลาเรียนพื้นฐานของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม สอดคล้องกับบริบท จุดเน้นของสถานศึกษา และศักยภาพของผู้เรียน โดยจัดเวลาเรียนพื้นฐานสำหรับสาระประวัติศาสตร์ ๔๐ ชั่วโมงต่อปี หรือ ๑ หน่วยกิตต่อปี ทั้งนี้ ต้องมีเวลาเรียนพื้นฐานรวม จำนวน ๘๘๐ ชั่วโมงต่อปี หรือ ๒๒ หน่วยกิตต่อปี และผู้เรียนต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนด และสอดคล้องกับเกณฑ์การจบหลักสูตร

๒) จัดเวลาเรียนเพิ่มเติม โดยจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับจุดเน้นและความพร้อมของสถานศึกษา และเกณฑ์การจบหลักสูตร

๓) จัดเวลาสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน จำนวน ๑๒๐ ชั่วโมงต่อปี

๔) จัดเวลาเรียนรวมทั้งหมด ให้เป็นไปตามความเหมาะสมของสถานศึกษา ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงศักยภาพและพัฒนาการตามช่วงวัยของผู้เรียนและเกณฑ์การจบหลักสูตร

๓. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

๑) ปรับเวลาเรียนพื้นฐานของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม สอดคล้องกับบริบท จุดเน้นของสถานศึกษา และศักยภาพของผู้เรียน โดยจัดเวลาเรียนพื้นฐานสำหรับสาระประวัติศาสตร์ รวม ๓ ปี จำนวน ๘๐ ชั่วโมง หรือ ๒ หน่วยกิต ทั้งนี้ ต้องมีเวลาเรียนพื้นฐานรวม ๓ ปี จำนวน ๑,๖๔๐ ชั่วโมง หรือ ๔๑ หน่วยกิต และผู้เรียนต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนด และสอดคล้องกับเกณฑ์การจบหลักสูตร

๒) จัดเวลาเรียนเพิ่มเติม โดยจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับจุดเน้นและความพร้อมของสถานศึกษา และเกณฑ์การจบหลักสูตร

๓) จัดเวลาสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน รวม ๓ ปี จำนวน ๓๖๐ ชั่วโมง

๔) จัดเวลาเรียนรวมทั้งหมด ให้เป็นไปตามความเหมาะสมของสถานศึกษา ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงศักยภาพและพัฒนาการตามช่วงวัยของผู้เรียนและเกณฑ์การจบหลักสูตร

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๓ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๓



(นายบุญรักษ์ ยอดเพชร)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

Kobwit Piriyawat

เมื่อวานนี้ เวลา 11:26 น. -

#update การปรับปรุงโครงสร้างเวลาเรียน

คำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เรื่อง การปรับปรุงโครงสร้างเวลาเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

สั่ง ณ วันที่ 3 พฤษภาคม 2561

สรุปสาระสำคัญ ดังนี้

#ประถมศึกษา

- ปรับเวลาเรียนพื้นฐานแต่ละกลุ่มสาระฯ ได้ตามเหมาะสม
- จัดเวลาเรียนพื้นฐานสาระประวัติศาสตร์ 40 ชม./ปี
- เวลาเรียนพื้นฐานรวม 840 ชม./ปี
- เวลาเรียนเพิ่มเติมจัดรายวิชาเพิ่มเติมตามความพร้อมของ รร.ตามเกณฑ์การจบ
- จัดเวลากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 120 ชม./ปี
- จัดเวลาเรียนรวมทั้งหมดตามความเหมาะสมของสถานศึกษา

#มัธยมศึกษาตอนต้น

- ปรับเวลาเรียนพื้นฐานแต่ละกลุ่มสาระฯ ได้ตามเหมาะสม
- จัดเวลาเรียนพื้นฐานสาระประวัติศาสตร์ 40 ชม./ปี หรือ 1 หน่วยกิตต่อปี
- เวลาเรียนพื้นฐานรวม 880 ชม./ปี หรือ 22 หน่วยกิตต่อปี
- เวลาเรียนเพิ่มเติมจัดรายวิชาเพิ่มเติมตามความพร้อมของ รร.ตามเกณฑ์การจบ
- จัดเวลากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 120 ชม./ปี
- จัดเวลาเรียนรวมทั้งหมดตามความเหมาะสมของสถานศึกษา

#มัธยมศึกษาตอนปลาย

- ปรับเวลาเรียนพื้นฐานแต่ละกลุ่มสาระฯ ได้ตามเหมาะสม
- จัดเวลาเรียนพื้นฐานสาระประวัติศาสตร์ รวม 3 ปี 80 ชม./ปี หรือ 2 หน่วยกิต
- เวลาเรียนพื้นฐานรวม 3 ปี 1,640 ชม. หรือ 41 หน่วยกิต
- เวลาเรียนเพิ่มเติมจัดรายวิชาเพิ่มเติมตามความพร้อมของ รร.ตามเกณฑ์การจบ
- จัดเวลากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน รวม 3 ปี 360 ชม.
- จัดเวลาเรียนรวมทั้งหมดตามความเหมาะสมของสถานศึกษา

ดาวน์โหลดไฟล์ PDF ได้ที่ https://drive.google.com/.../1gir8iOcgWt1gRt_-mjdHWEyIf.../view...

ดร.กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์

3 พ.ค. 2561



คำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ที่ ๔/๒๑ /๒๕๖๑

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๒ การออกแบบและเทคโนโลยี และ
สาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ
และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑
และเปลี่ยนชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้

อนุสัณธิ์คำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่ สพฐ. ๑๒๓๔/๒๕๖๐ สั่ง ณ วันที่ ๗ สิงหาคม ๒๕๖๐
เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์
ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ และคำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ที่ ๓๐/๒๕๖๑ สั่ง ณ วันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๑ เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อให้สถานศึกษาพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่าง
สร้างสรรค์ในประชาคมโลก ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่ สพฐ. ๒๔๓/๒๕๕๑ เรื่อง ให้ใช้
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ให้เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีอำนาจในการยกเลิกเพิ่มเติม เปลี่ยนแปลง
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและวิธีการจัด
การศึกษา ดังนั้น เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาสาระเกี่ยวกับเทคโนโลยี โดยความเห็นชอบของ
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในคราวประชุมคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ครั้งที่ ๔/๒๕๖๑
เมื่อวันที่ ๒๐ เมษายน ๒๕๖๑ จึงให้ดำเนินการดังนี้

๑. ยกเลิกมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๒ การออกแบบและเทคโนโลยี และสาระที่ ๓
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ คงเหลือ ๒ สาระ คือ สาระที่ ๑ การดำรงชีวิตและครอบครัว
และสาระที่ ๔ การอาชีพ

๒. เปลี่ยนชื่อ สาระที่ ๔ การอาชีพ เป็น สาระที่ ๒ การอาชีพ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ
และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

เงื่อนไขและระยะเวลาการยกเลิกและเปลี่ยนชื่อสาระ ตามข้อ ๑ และ ข้อ ๒ ให้เป็นไปดังนี้

๑. ปีการศึกษา ๒๕๖๑ ให้ยกเลิกและเปลี่ยนชื่อสาระในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และ ๔ และ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ และ ๔

๒. ปีการศึกษา ๒๕๖๒ ให้ยกเลิกและเปลี่ยนชื่อสาระในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ๒ ๔ และ ๕
และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ๒ ๔ และ ๕

๓. ตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๖๓ เป็นต้นไป ให้ยกเลิกและเปลี่ยนชื่อสาระทุกชั้นเรียน

๔. ตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ให้เปลี่ยนชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

๔.๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ

๔.๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๓ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๑



(นายบุญรักษ์ ยอดเพชร)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน



บันทึกข้อความ



ส่วนราชการ สำนักการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม โทร. ๑ - ๕๓๙๙ - ๘๗๖๑ ต่อ ๕๑๕
ที่ ขม.๕๑๑๑๔/ว ๒๐๓๐ วันที่ ๑๑ พฤษภาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขักซ้อมแนวทางการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนทุกโรงเรียนในสังกัด

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการ ได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อให้สถานศึกษาทุกสังกัดนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้แก่นักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทุกชั้นปี และได้มีประกาศ คำสั่งที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดตามเอกสารแนบดังนี้

๑. ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง การบริหารจัดการเวลาเรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ลงวันที่ ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๖๐

๒. คำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่สพฐ.๑๒๓๙/๒๕๖๐ เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ลงวันที่ ๗ สิงหาคม ๒๕๖๐

๓. คำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ ๓๐/๒๕๖๑ เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานและการเรียนรู้ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ลงวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๑

๔. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เรื่อง การบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ลงวันที่ ๔ มกราคม ๒๕๖๑

เพื่อให้โรงเรียนทุกแห่งสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนบรรลุตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด ที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กำหนด สำนักงานการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม จึงขอให้โรงเรียนดำเนินการ ดังนี้

๑. ให้โรงเรียน ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษาตามคำสั่งสพฐ. ที่ ๓๐/๒๕๖๑ เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานและการเรียนรู้ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ลงวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๑ ประกาศสพฐ. เรื่อง การบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษากลุ่ม

/-สภาระการเรียนรู้...

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ลงวันที่ ๘ มกราคม ๒๕๖๑ ให้แล้วเสร็จก่อนเปิดภาคเรียน
ปีการศึกษา ๒๕๖๑

๒. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
วิทยาศาสตร์ และสารภูมิศาสตร์ เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา โครงสร้างเวลาเรียนให้แล้วเสร็จก่อน
เปิดภาคเรียน ดังนี้

- ปีการศึกษา ๒๕๖๑ ให้ใช้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และ ๔ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่
๑ และ ๔
- ปีการศึกษา ๒๕๖๒ ให้ใช้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ๒ ๔ และ ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ ๑ ๒ ๔ และ ๕
- ปีการศึกษา ๒๕๖๓ เป็นต้นไป ให้ใช้ในทุกชั้นเรียน

๓. วิเคราะห์คะแนนผลการสอบ O-NET ย้อนหลัง ๓ ปี โดยให้โรงเรียนดำเนินการ
วิเคราะห์ข้อมูลตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา พร้อมทั้งกำหนดปัญหา อุปสรรค
และแนวทางแก้ไข และจัดส่งข้อมูลตามแบบรายงานที่แนบ ให้สำนักงานการศึกษา ฯ ภายใน ๒๐
พฤษภาคม ๒๕๖๑ เพื่อรวบรวมส่งกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ภายในวันที่ ๒๔ พฤษภาคม
๒๕๖๑

๔. ให้ครูผู้สอนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้แล้วเสร็จก่อน
เปิดภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๑ โดยคำนึงถึงผลการดำเนินงานและผลการวิเคราะห์ตาม
ข้อ ๑-๓ รวมทั้งการพัฒนาผู้เรียน ให้สามารถ "คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และมีคุณธรรม"

จึงเรียนมาเพื่อทราบและดำเนินการแจ้งผู้เกี่ยวข้องทราบและปฏิบัติ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนแม่ลาววิทยาคม
เรื่อง - เรื่องทราบ และดำเนินการ
- อ.น.ก.ศ. ด.จ.อ.ก.ศ. จ.อ.อ.ก.ศ. และอ.ก.ศ.
ที่จัดการเรียนรู้อยู่ในสถานศึกษา สังกัด ส.ก.ศ.
วิทยาสหวิทยาเขตอ.แม่ลาว

(นางสาวอภิรดี หนองสิมมา)

ผู้อำนวยการส่วนบริหาร รักษาการแทน
ผู้อำนวยการสำนักงานการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษา
☒ เรื่องทราบ
☐ เรื่องแจ้งมติ
☒ เรื่องแจ้งมติ
☒ เรื่องแจ้งมติ
ลงชื่อ นาง วิภาดา
11 / 11 / 2561

☒ ชอบ / ทราบ
☒ อนุมัติ / อนุญาต
ลงชื่อ นางสาวอภิรดี หนองสิมมา
15 มค 61



ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ
เรื่อง การบริหารจัดการเวลาเรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

เพื่อให้สถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานสามารถบริหารจัดการเวลาเรียน และนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่น เหมาะสมกับบริบท จุดเน้นของสถานศึกษา และผู้เรียนมีคุณภาพตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๓

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ จึงให้สถานศึกษาสามารถบริหารจัดการเวลาเรียนได้ตามที่สถานศึกษา กำหนด โดยให้สอดคล้องกับโครงสร้างเวลาเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๓ และแนวทางการบริหารจัดการเวลาเรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามที่แนบท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

(นายธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ

แนวทางการบริหารจัดการเวลาเรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน
แบบท้ายประกาศกระทรวงศึกษาธิการ ลงวันที่ ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๖๐
เรื่อง การบริหารจัดการเวลาเรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

เพื่อให้การบริหารจัดการเวลาเรียนของสถานศึกษาเป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่น และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน จึงกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเวลาเรียนและการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

๑. การบริหารจัดการเวลาเรียน

ให้สถานศึกษาขั้นพื้นฐานทุกแห่ง ดำเนินการจัดโครงสร้างเวลาเรียนที่มีความยืดหยุ่น ดังนี้

๑.๑ ระดับประถมศึกษา

๑) จัดเวลาเรียนพื้นฐานของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม สอดคล้องกับบริบท จุดเน้นของสถานศึกษา และศักยภาพของผู้เรียน ทั้งนี้ ต้องมีเวลาเรียนพื้นฐานรวมตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างเวลาเรียน และผู้เรียนต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กำหนด

๒) จัดเวลาเรียนเพิ่มเติม โดยจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมเพิ่มเติม ให้สอดคล้องกับจุดเน้นและความพร้อมของสถานศึกษา สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ - ๓ สถานศึกษาอาจจัดให้เป็นเวลาสำหรับสาระการเรียนรู้พื้นฐานในกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยและกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

๓) จัดเวลาสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กำหนด

๔) จัดเวลาเรียนรวมทั้งหมด ให้เป็นไปตามความเหมาะสมของสถานศึกษา ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงศักยภาพและพัฒนาการตามช่วงวัยของผู้เรียนและเกณฑ์การจบหลักสูตร

๑.๒ ระดับมัธยมศึกษา

๑) จัดเวลาเรียนพื้นฐานตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กำหนดและสอดคล้องกับเกณฑ์การจบหลักสูตร

๒) จัดเวลาเรียนเพิ่มเติม โดยจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมเพิ่มเติม ให้สอดคล้องกับจุดเน้นและความพร้อมของสถานศึกษา และเกณฑ์การจบหลักสูตร

๓) จัดเวลาสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กำหนด

๔) จัดเวลาเรียนรวมทั้งหมด ให้เป็นไปตามความเหมาะสมของสถานศึกษา ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงศักยภาพและพัฒนาการตามช่วงวัยของผู้เรียนและเกณฑ์การจบหลักสูตร

๒. การจัดการเรียนการสอนหน้าที่พลเมือง

เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายคณะกรรมการศึกษาความสงบแห่งชาติ (คสช.) และนโยบายรัฐบาล ที่ต้องการให้มีการส่งเสริมเด็กและเยาวชนของชาติเป็นพลเมืองดีในระบอบประชาธิปไตย มีความปรองดอง สนิทฉันท์ เพื่อสันติสุขในสังคมไทย จึงกำหนดให้สถานศึกษาทุกสังกัด ทุกระดับชั้นและทุกช่วงชั้น ของการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากจัดการเรียนการสอนสาระหน้าที่พลเมือง วัฒนธรรมและการดำเนินชีวิต ในสังคม ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมแล้ว ให้ดำเนินการส่งเสริมการสร้าง ความเป็นพลเมืองดีของชาติตามความพร้อม และบริบทของสถานศึกษา โดยพิจารณาทางเลือก ดังนี้

๒.๑ เพิ่ม “วิชาหน้าที่พลเมือง” ในหลักสูตรสถานศึกษา โดยจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติมในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม หรือ

๒.๒ บูรณาการกับการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นทั้งรายวิชาพื้นฐาน หรือรายวิชาเพิ่มเติมในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม หรือ

๒.๓ บูรณาการกับการเรียนรู้ในรายวิชาพื้นฐาน หรือรายวิชาเพิ่มเติม ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น หรือ

๒.๔ บูรณาการการเรียนรู้กับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน หรือกิจกรรม/ โครงการ/ โครงการ หรือวิถีชีวิตประจำวันในโรงเรียน

๓. การบริหารจัดการเวลาเรียนภาษาอังกฤษชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ - ๓

เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร เป็นเครื่องมือในการเข้าถึงองค์ความรู้เพื่อก้าวทันโลก และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ จึงกำหนดให้สถานศึกษาชั้นพื้นฐานทุกแห่ง จัดเวลาเรียนภาษาอังกฤษ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ - ๓ จำนวน ๒๐๐ ชั่วโมงต่อปี หรือ ๕ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ได้ตามความพร้อม บริบทของสถานศึกษา และศักยภาพของผู้เรียน โดยพิจารณาทางเลือก ดังนี้

๑) จัดเป็นรายวิชาพื้นฐาน จำนวน ๒๐๐ ชั่วโมงต่อปี หรือ ๕ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือ

๒) จัดเป็นรายวิชาพื้นฐานอย่างน้อย ๑๒๐ ชั่วโมงต่อปี และจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม และหรือกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน หรือกิจกรรมเสริมหลักสูตร ๘๐ ชั่วโมงต่อปี รวมเวลาเรียนทั้งหมด จำนวน ๒๐๐ ชั่วโมงต่อปี หรือ ๕ ชั่วโมงต่อสัปดาห์

ทั้งนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษให้ดำเนินการพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สถานศึกษาสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามบริบท ความต้องการ ความเหมาะสม ความพร้อมของสถานศึกษาและศักยภาพของผู้เรียน เน้นการสอนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร โดยให้ความสำคัญกับการใช้ภาษา (Use) มากกว่าวิธีใช้ภาษา (Usage) ให้ความสำคัญกับความคล่องแคล่วในการใช้ภาษา (Fluency) และความถูกต้องของการใช้ภาษา (Accuracy) ดังนี้

๑) การทบทวนคำศัพท์ก่อนเรียน

๒) การใช้ภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน โดยผ่านกิจกรรมที่สนุกสนานและพัฒนาการเรียนรู้

๓) การใช้สื่อเสริมแอปพลิเคชันและเทคโนโลยี ส่งเสริมการสอนและสร้างแรงจูงใจ

๔) การใช้หนังสือเรียน โดยเน้นทักษะการฟัง พูด อ่าน และเขียน

๕) การสอนเสริมผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือ และจัดหาสื่อ/แหล่งเรียนรู้

เพื่อเพิ่มศักยภาพของผู้เรียน



คำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ
ที่ สทฐ. ๖๒๓๗ / ๒๕๖๐

เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เป็นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย ๔.๐ โลกในศตวรรษที่ ๒๑ และทัดเทียมกับนานาชาติ ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ ในประชาคมโลก ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๕ และมาตรา ๑๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. ๒๕๔๖ กระทรวงศึกษาธิการจึงประกาศใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ดัง ปรากฏแนบท้ายคำสั่งนี้ แทนมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

เงื่อนไขและระยะเวลาการใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ให้เป็นไป ดังนี้

๑. ปีการศึกษา ๒๕๖๑ ให้ใช้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และ ๔ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ และ ๔
๒. ปีการศึกษา ๒๕๖๒ ให้ใช้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ๒ ๔ และ ๕ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ๒ ๔ และ ๕
๓. ตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๖๓ เป็นต้นไป ให้ใช้ในทุกระดับชั้นเรียน

ให้เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีอำนาจในการยกเลิกเพิ่มเติม เปลี่ยนแปลง มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

(นายธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ



คำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ที่ ๓๐ /๒๕๖๑

เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

อนุสนธิคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่ สพฐ. ๑๒๓๙/๒๕๖๐ ลง วันที่ ๗ สิงหาคม ๒๕๖๐ เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยคำสั่งดังกล่าวให้เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีอำนาจในการยกเลิกเพิ่มเติม เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

เพื่อให้สถานศึกษาสามารถนำมาตราฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบริหารจัดการหลักสูตรให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน จึงให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ดังปรากฏแบบท้ายคำสั่งนี้ สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ยังคงเดิม

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ลง ณ วันที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

(นายบุญรักษ์ ยอดเพชร)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการเปลี่ยนแปลงตามคำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ ๓๐/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๑ เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๑) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

รายการ	การเปลี่ยนแปลง
๑. คำ/ข้อความ	๑. คำ/ข้อความที่ยกเลิก/เปลี่ยนแปลง
๑.๑ ผู้เรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์	๑.๑ ยกเลิกการใช้
๑.๒ "มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด" สำหรับผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์	๑.๒ ใช้ "ผลการเรียนรู้" แทน โดยจัดอยู่ในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
๑.๓ "สาระการเรียนรู้แกนกลาง" สำหรับผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์	๑.๓ ให้ "สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม" แทน โดยจัดอยู่ในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
๒. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	๒. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมี ๔ สาระ ได้แก่	๒.๑ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมี ๓ สาระ ได้แก่
สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต	สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต
สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต	สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต
สาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น	สาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น
สาระที่ ๔ แคลคูลัส	นำไปจัดเป็นรายวิชาพื้นฐาน
- ผู้เรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในสาระที่ ๑ - ๓ เป็นเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน	๒.๒ ผลการเรียนรู้ สำหรับนำไปใช้จัดรายวิชาเพิ่มเติม ได้แก่
- ผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในสาระที่ ๑ - ๔ เป็นเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน	๑) ผลการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระที่ ๑ - ๓
	๒) ผลการเรียนรู้ในสาระแคลคูลัส
๓. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	๓. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมี ๘ สาระ ได้แก่	๓.๑ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมี ๔ สาระ ได้แก่
สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ	สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ
สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ
สาระที่ ๔ ชีววิทยา	สาระที่ ๔ เทคโนโลยี (เปลี่ยนจากสาระที่ ๘ เป็นสาระที่ ๔)
สาระที่ ๕ เคมี	นำไปจัดเป็นรายวิชาพื้นฐาน
สาระที่ ๖ ฟิสิกส์	๓.๒ ผลการเรียนรู้ สำหรับนำไปจัดรายวิชาเพิ่มเติม ได้แก่
สาระที่ ๗ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ	สาระชีววิทยา
สาระที่ ๘ เทคโนโลยี	สาระเคมี
- ผู้เรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในสาระที่ ๑ - ๓ และสาระที่ ๘ เป็นเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน	สาระฟิสิกส์
- ผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในสาระที่ ๔ - ๗ และสาระที่ ๘ เป็นเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน	สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ



ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
เรื่อง การบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษา
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๓

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้มีคำสั่ง ที่ สพฐ. ๑๒๓๙/๒๕๖๐ ลงวันที่ ๗ สิงหาคม ๒๕๖๐ เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๓ และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มีคำสั่งที่ ๓๐ /๒๕๖๑ ลงวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๑ เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

เพื่อให้สถานศึกษานำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดไปใช้ในการปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่น เหมาะสมกับบริบท จุดเน้นของสถานศึกษา และศักยภาพของผู้เรียน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงมีแนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษา ตามที่แนบท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

(นายบุญรักษ์ ยอดเพชร)
เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษา
แบบท้ายประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ลงวันที่ ๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑
เรื่อง การบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช ๒๕๕๑

เพื่อให้การบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษาเป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่น และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน จึงกำหนดแนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ดังนี้

๑. การจัดรายวิชา

๑.๑ ระดับประถมศึกษา

๑) สถานศึกษาควรจัดรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ กลุ่มละ ๑ รายวิชาต่อปี

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๑ จำนวน และพีชคณิต สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น ไปจัดทำเป็นรายวิชาพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ ๔ เทคโนโลยี ไปจัดทำเป็นรายวิชาพื้นฐาน

๒) สถานศึกษาสามารถจัดรายวิชาเพิ่มเติมได้ตามความพร้อม จุดเน้นของสถานศึกษา ความต้องการและความถนัดของผู้เรียน โดยจัดเป็นรายปี ตามโครงสร้างเวลาเรียนที่กำหนด และกำหนดผลการเรียนรู้ของรายวิชานั้น ๆ

๑.๒ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

๑) สถานศึกษาสามารถจัดรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ได้ตามความเหมาะสม ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้อาจจัดได้มากกว่า ๑ รายวิชา ในแต่ละภาค/ปี

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๑ จำนวน และพีชคณิต สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น ไปจัดทำเป็นรายวิชาพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ ๔ เทคโนโลยี ไปจัดทำเป็นรายวิชาพื้นฐาน

๒) สถานศึกษาสามารถจัดรายวิชาเพิ่มเติมได้ตามความพร้อม จุดเน้นของสถานศึกษา ความต้องการและความถนัดของผู้เรียน และเกณฑ์การจบ โดยจัดเป็นรายภาค ตามโครงสร้างเวลาเรียนที่กำหนด และกำหนดผลการเรียนรู้ของรายวิชานั้น ๆ

๑.๓ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

๑) สถานศึกษาสามารถจัดรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ได้ตามความเหมาะสม ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้อาจจัดได้มากกว่า ๑ รายวิชา โดยภายใน ๓ ปี ต้องครบทุกตัวชี้วัดที่กำหนด

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๑ จำนวน และพีชคณิต สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น ไปจัดทำเป็นรายวิชาพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ ๔ เทคโนโลยี ไปจัดทำเป็นรายวิชาพื้นฐาน

๒) สถานศึกษาสามารถจัดรายวิชาเพิ่มเติมได้ตามความพร้อม จุดเน้นของสถานศึกษา ความต้องการและความถนัดของผู้เรียน และเกณฑ์การจบ โดยจัดเป็นรายภาค ตามโครงสร้างเวลาเรียน ที่กำหนด และกำหนดผลการเรียนรู้ของรายวิชานั้น ๆ สำหรับผู้เรียนที่มีศักยภาพด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ทักษะที่จำเป็นในการ เรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ การดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ สถานศึกษาควรพิจารณานำผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และ วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมไปจัดทำรายวิชาเพิ่มเติม

๓) สถานศึกษาสามารถนำตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ วิทยาศาสตร์ไปสู่การปฏิบัติ โดยอาจจัดให้ตรงตามชั้นปีที่กำหนด หรือยืดหยุ่นระหว่างชั้นปี ซึ่งอาจจัดไม่ตรง ตามชั้นปีที่กำหนดได้ตามความเหมาะสมและตามศักยภาพของผู้เรียน

๒. การบริหารจัดการเวลาเรียน

เป็นไปตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ ลงวันที่ ๑๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ เรื่อง การบริหาร จัดการเวลาเรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

๓. การจัดการเรียนการสอน

๓.๑ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เน้นการเชื่อมโยงความรู้ กับกระบวนการ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย เน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ส่งเสริม ให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น ตามบริบท ความต้องการ ความเหมาะสม ความพร้อมของ สถานศึกษาและศักยภาพของผู้เรียน

๓.๒ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคโนโลยี สถานศึกษาควรวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับบริบท ความต้องการ ความพร้อมของสถานศึกษาและศักยภาพของผู้เรียน โดยอาจพิจารณา ดำเนินการจากแนวทางการจัดกิจกรรม ดังนี้

๑) บูรณาการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนำ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๔ เทคโนโลยี กับสาระอื่น ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาบูรณาการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

๒) บูรณาการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับกลุ่ม สาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๔ เทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีความสอดคล้อง หรือเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ ๒ การออกแบบและเทคโนโลยี และสาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระ การเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มาบูรณาการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำผลการประเมินไปใช้ ประกอบการตัดสินผลการเรียนได้ทั้งสองกลุ่มสาระการเรียนรู้

๓.๓ การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาพื้นฐานในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อพัฒนาผู้เรียน ให้เต็มตามศักยภาพ สถานศึกษาสามารถพิจารณานำผลการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานมาจัดการเรียนรู้ เพื่อต่อยอด หรือเสริมศักยภาพของผู้เรียน ได้ตามความเหมาะสมและศักยภาพของผู้เรียน