

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทนำ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ นี้ได้กำหนดสาระ การเรียนรู้ ออกเป็น ๔ สาระ ได้แก่ สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ ๔ เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม ๔ สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของ เนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งใน การวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มี ความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ สำหรับกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนด ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียน เป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไป ใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้ วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของ เนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ ในการ ค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูล หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญ ของการ จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัด และสาระการ เรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้ เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียน การสอน ตลอดจนการวัดและ ประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุง เพื่อให้ความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระ การเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ใน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดจน การเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มี ความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของ วิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับ นานาชาติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สรุปลงเป็นแผนภาพได้ ดังนี้

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม • สาระชีววิทยา • สาระเคมี • สาระฟิสิกส์ • สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

วิสัยทัศน์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นภายใต้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษา เพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ กล่าวคือ

๑. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย

๒. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัด และความสนใจแตกต่างกัน ในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

๓. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

๔. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในโรงเรียน

๕. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจ และวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

๖. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

๗. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนา และสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลก ธรรมชาติ รอบตัวเรา มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถามสามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทหายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเกิดความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลาย ในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ช่างสังเกตและเห็นความสำคัญของ ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลายๆ ด้าน เป็นความรู้

แบบองค์รวมอันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

๑. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
๒. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
๓. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
๔. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
๕. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
๖. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
๗. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

✧ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

✧ วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

✧ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

✧ เทคโนโลยี

- การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

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

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

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

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้อง

มี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหา ที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง สรุปได้ดังนี้

๑. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

๒. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น

เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา และเคมี ได้พิจารณาแล้วจัด ให้เรียนในสาระชีววิทยา เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ได้ พิจารณาแล้วจัด ให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

- เรื่องกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้ เรียนใน สาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ ทับซ้อนกันใน สาระเคมีและฟิสิกส์

- เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งในสาระ เคมี และฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี

๓. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน

- เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุ และมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับ มัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ซ้อนทับกัน

๔. ลดทอนเนื้อหาที่ยาก เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

๕. มีการเพิ่มเนื้อหาด้านต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิต ในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมใน สาระชีววิทยา เรื่อง ทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี นวัตกรรมและการแก้ปัญหา ที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสาร ด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับสังคมและ เศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้อง กับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ถึงแม้ว่าสถานศึกษาสามารถจัดให้ผู้เรียนได้เรียนตามความ เหมาะสมและ ตามจุดเน้นของสถานศึกษา แต่ในแนวทางปฏิบัติสถานศึกษาควรจัดให้ผู้เรียน ได้เรียนทุกสาระเพื่อให้มี ความรู้เพียงพอในการนำไปใช้เพื่อการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาของวิชา โลก ดาราศาสตร์ และ อวกาศ ที่สถานศึกษามักมองข้ามความสำคัญของการเรียนสาระนี้ ซึ่งเป็นการ บูรณาการความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาช่วยในการอธิบายและ เข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ทั้งการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลก และ การเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมดดังกล่าวล้วนส่งผลซึ่งกันและกัน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วย และที่สำคัญคือ ความรู้ในวิชานี้ สามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพ ในหลาย ๆ ด้าน เช่น อาชีพที่เกี่ยวข้องกับวัสดุศาสตร์ การเดินเรือ การบิน การเกษตร การศึกษา ประวัติศาสตร์ วิศวกรรม อุตสาหกรรมน้ำมัน เหมือง นักธรณีวิทยา นักอุตุนิยมวิทยา นักดาราศาสตร์ นักบิน

อวกาศ ดังนั้นพื้นฐานความรู้ทางวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ 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 และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ✧ เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลง ของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี
- ✧ ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน
- ✧ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลง ทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์ กับมนุษย์

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สาร ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและ หน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์
๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิด เกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลาย ทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์
๓. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียง ของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนอง ของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การ

เคลื่อนที่ การสืบทอดและการเจริญเติบโต ฮอริโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรม ของสัตว์ รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียน สารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากร และรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหา และ ผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมี ไฟฟ้า รวมทั้ง การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๓. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์

๑. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและ การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะ ของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์ อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๑. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง ทรัพยากรอวกาศ

๓. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่ง ดาวบนทรงกลมฟ้า และปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

๑. เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สารที่เป็น องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

๒. เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีน บนอโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชันในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เจเนอซของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต กลุ่มแบคทีเรีย โปรทิสต์ พืช ฟังไจ และสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่และวิธีการเขียน ชื่อวิทยาศาสตร์

๓. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสาร ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและการประยุกต์ใช้ และการตอบสนองของพืช

๔. เข้าใจกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการ ต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงาน ของระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ระบบสืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเจริญเติบโต ฮอโมน และพฤติกรรมของสัตว์

๕. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลง จำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไข ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

๖. เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอน ในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มี ความสัมพันธ์ กับพันธะเคมี กฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของ สารประกอบอินทรีย์ และ ประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

๗. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุล ในปฏิกิริยาเคมีและ ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยา รีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

๘. เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการ ใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตร โมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของ สารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และ ทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ใน ชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

๙. เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้อง กับการ เคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนาม โน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัมและการดล กฎ การอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

๑๐. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและ การแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ แสงและการมองเห็นแสงสี

๑๑. เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทาน และกฎ ของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้าน พลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก ไฟฟ้า ไฟฟ้า กระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

๑๒. เข้าใจผลของความร้อนต่อสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพุง ของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี กัมมันตภาพ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน แรงภายในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้าน ฟิสิกส์อนุภาค

๑๓. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ ของแผ่น ธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐาน ทางธรณีวิทยาที่ พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการ เกิดแผ่นดินไหว ภูเขา ไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนก ชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและ การสำรวจแหล่งปิโตรเลียม

และถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทาง ธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

๑๔. เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงานจากดวงอาทิตย์ กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศการหมุนเวียน ของอากาศตามเขต ละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียน ของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพ อากาศและการเกิดเมฆ การเกิด แนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ ลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์ ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้น จากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

๑๕. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่ สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อ ความส่องสว่างของดาว ฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิ ผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ วิวัฒนาการ และการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวาร ของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการ ดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาว ในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของ ดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลา สุริยคติ และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจ อวกาศและการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีอวกาศ

๑๗. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

๑๘. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทาง วิทยาศาสตร์ ที่ แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้ อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัดสุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งใน เชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

๑๙. วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำ ข้อมูลและนำเสนอ ข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้ จากผลการสำรวจ ตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐาน อ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

๒๐. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะ หาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

๒๑. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

๒๒. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

๒๓. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจาก ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

๒๔. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ (ปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ม. ๔-๖
ใช้ปีการศึกษา ๒๕๖๔ - ๒๕๖๖

รายวิชาพื้นฐาน

ว๓๐๑๑๑	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๑๒	วิทยาศาสตร์กายภาพ ๑	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๑๓	วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๑๔	วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๑๑๐๑	การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ๑	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๒๑๐๑	การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ๒	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต

รายวิชาเพิ่มเติม

ว๓๐๒๐๑	ฟิสิกส์ ๑	๔ ชั่วโมง/สัปดาห์	๘๐ ชั่วโมง/ภาค	๒.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๒	ฟิสิกส์ ๒	๔ ชั่วโมง/สัปดาห์	๘๐ ชั่วโมง/ภาค	๒.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๓	ฟิสิกส์ ๓	๔ ชั่วโมง/สัปดาห์	๘๐ ชั่วโมง/ภาค	๒.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๔	ฟิสิกส์ ๔	๔ ชั่วโมง/สัปดาห์	๘๐ ชั่วโมง/ภาค	๒.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๕	ฟิสิกส์ ๕	๔ ชั่วโมง/สัปดาห์	๘๐ ชั่วโมง/ภาค	๒.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๖	ฟิสิกส์ ๖	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๗	ฟิสิกส์ ๗	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๘	ฟิสิกส์ ๘	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๙	ฟิสิกส์ ๙	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๐	ฟิสิกส์ ๑๐	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๑	เคมี ๑	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๒	เคมี ๒	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๓	เคมี ๓	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๔	เคมี ๔	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๕	เคมี ๕	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๖	เคมี ๖	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๗	เคมี ๗	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๘	เคมี ๘	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๑๙	เคมี ๙	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๓๐	เคมี ๑๐	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต

รายวิชาเพิ่มเติม (ต่อ)

ว๓๐๒๔๑	ชีววิทยา ๑	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๒	ชีววิทยา ๒	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๓	ชีววิทยา ๓	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๔	ชีววิทยา ๔	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๕	ชีววิทยา ๕	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๖	ชีววิทยา ๖	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๗	ชีววิทยา ๗	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๘	ชีววิทยา ๘	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๙	ชีววิทยา ๙	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๕๐	ชีววิทยา ๑๐	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๑	โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ๑	๓ ชั่วโมง/สัปดาห์	๖๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๘๑	เทคนิคปฏิบัติการฟิสิกส์และคอมพิวเตอร์ ๑	๑ ชั่วโมง/สัปดาห์	๒๐ ชั่วโมง/ภาค	๐.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๘๒	เทคนิคปฏิบัติการชีววิทยาและเคมี	๑ ชั่วโมง/สัปดาห์	๒๐ ชั่วโมง/ภาค	๐.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๒๘๓	โครงงานวิทยาศาสตร์ ๑	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๘๔	โครงงานวิทยาศาสตร์ ๒	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๘๕	ระเบียบวิธีวิจัย	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๐	คอมพิวเตอร์เพื่อการนำเสนอ	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๑	โปรแกรมภาษาซี	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๒	การจัดการฐานข้อมูล	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๓	การสร้างภาพเคลื่อนไหว	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๔	การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์	๔๐ ชั่วโมง/ภาค	๑.๐ หน่วยกิต

ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐)

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ	บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตาม สภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มี ระบบนิเวศที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิดความหลากหลายของไบโอม	
	๒. สืบค้นข้อมูล อธิบายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	- การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเอง ตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ - การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของ กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ทางกายภาพและทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศ เปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้	
	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาด ของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๔. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	• มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม • ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น บางปัญหาก็ส่งผลกระทบในระดับประเทศ และบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับโลก • การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดี เป็นตัวอย่างของแนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน	

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสารและเปรียบเทียบ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ	- เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างเป็นเยื่อหุ้มสองชั้นที่มีลิพิดเป็นองค์ประกอบ และมีโปรตีนแทรกอยู่ - สารที่ละลายได้ในลิพิดและสารที่มีขนาดเล็กสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง ส่วนสารขนาดเล็กที่มีประจุต้องลำเลียงผ่านโปรตีนที่แทรก อยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมี ๒ แบบ คือ การแพร่แบบ ฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ในกรณีสาร ขนาดใหญ่ เช่น โปรตีนจะลำเลียงเข้าโดย กระบวนการเอนโดไซโทซิสหรือลำเลียงออกโดย กระบวนการเอกไซโทซิส	
	๒. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต	การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดเกิดจากการทำงานของไต ซึ่งเป็นอวัยวะในระบบขับถ่ายที่มีความสำคัญในการกำจัดของเสียที่มีในโตรเจนเป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำและ สารที่มีปริมาณเกินความต้องการของร่างกาย	
	๓. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด	การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสในเลือดเกิดจากการทำงานของไตที่ทำหน้าที่ขับหรือดูดกลับ ไฮโดรเจนไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน และแอมโมเนียมไอออน และการทำงานของปอด ที่ทำหน้าที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์	
	๔. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และ กล้ามเนื้อโครงร่าง	การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย เกิดจากการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดที่ ควบคุมปริมาณเลือดไปที่ผิวหนัง การทำงานของ ต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่างซึ่งส่งผลถึง ปริมาณความร้อนที่ถูกเก็บหรือระบายออกจาก ร่างกาย	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๕. อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนอง ของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อ สิ่งแปลกปลอมของร่างกาย	- เมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นเข้าสู่เนื้อเยื่อ ในร่างกาย ร่างกายจะมีกลไกในการต่อต้านหรือ ทำลายสิ่งแปลกปลอมทั้งแบบไม่จำเพาะและ แบบจำเพาะ - เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์จะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ - กลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบบจำเพาะเป็นการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาว ลิ้มโฟไซต์ชนิดบีและชนิดที ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดขาว ทั้งสองชนิดจะมีตัวรับแอนติเจน ทำให้เซลล์ ทั้งสองสามารถตอบสนองแบบจำเพาะต่อแอนติเจน นั้น ๆ ได้ - เซลล์บีทำหน้าที่สร้างแอนติบอดี ซึ่งช่วยในการ จับกับสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เพื่อทำลายต่อไป โดยระบบภูมิคุ้มกัน เซลล์ที่ทำหน้าที่หลากหลาย เช่น กระตุ้นการทำงานของเซลล์บี และเซลล์ที ชนิดอื่น ทำลายเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัสและเซลล์ ที่ผิดปกติอื่น ๆ	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบ ภูมิคุ้มกัน	บางกรณีร่างกายอาจเกิดความผิดปกติของระบบ ภูมิคุ้มกัน เช่น ภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจน บางชนิดอย่างรุนแรงมากเกินไปหรือร่างกาย มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อแอนติเจนของตนเอง อาจทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติได้	
	๗. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV	บุคคลที่ได้รับเลือดหรือสารคัดหลั่งที่มีเชื้อ HIV ซึ่งสามารถทำลายเซลล์ที ทำให้ภูมิคุ้มกันบกพร่อง และติดเชื้อต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น	
	๘. ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ ๙. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิด สร้างขึ้น	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างน้ำตาลในพืช พืชเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นสารอาหารและสารอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช และสัตว์	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		มนุษย์สามารถนำสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น ไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นยาหรือสมุนไพร ในการรักษาโรคบางชนิด ใช้ในการไล่แมลง กำจัด ศัตรูพืชและสัตว์ ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโต ของแบคทีเรีย และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม	
	๑๐. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับ ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ๑๑. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการ เจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช	- ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหาร คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ปัจจัยภายใน เช่น ฮอโมนพืช ซึ่งพืชมีการ สังเคราะห์ขึ้น เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในช่วง ชีวิตต่าง ๆ - มนุษย์มีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโต ของพืชโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืชเพื่อนำมาใช้ ควบคุมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช	
	๑๒. สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต	- การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชแบ่งตามความสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าได้ ได้แก่ แบบที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น ดอกทานตะวันหันเข้าหาแสง ปลายรากเจริญ เข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลก และแบบที่ไม่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น การหุบ และบานของดอก หรือการหุบและกางของใบพืชบางชนิด - การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชบางอย่างส่งผลต่อการเจริญเติบโต เช่น การเจริญในทิศทางเข้าหา หรือตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก การเจริญ ในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแสง และการ ตอบสนองต่อการสัมผัสสิ่งเร้า	

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม	ดีเอ็นเอ มีโครงสร้างประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ มาเรียงต่อกัน โดยยีนเป็นช่วงของสายดีเอ็นเอที่มี ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่กำหนดลักษณะของโปรตีน ที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดลักษณะทาง พันธุกรรมต่าง ๆ	
	๒. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ และมัลติเปิลแอลลีล	ลักษณะบางลักษณะมีโอกาสพบในเพศชาย และเพศหญิงไม่เท่ากัน เช่น ตาบอดสี และฮีโมฟีเลีย ซึ่งควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมเพศ บางลักษณะ มีการควบคุมโดยยีนแบบมัลติเปิลแอลลีล เช่น หมู่เลือดระบบ ABO ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมดังกล่าวจัดเป็นส่วนขยายของ พันธุศาสตร์เมนเดล	
	๓. อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับ นิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของ สิ่งมีชีวิต ๔. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์	- มิวเทชันที่เปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือจำนวนโครโมโซม อาจส่งผลทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งอาจมีผลดีหรือผลเสีย - มนุษย์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำ ให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่างจากเดิม โดยการใช้รังสีและสารเคมีต่าง ๆ	
	๕. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ และเกษตรกรรม เช่น การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อผลิต ยาและวัคซีน ด้านการเกษตร เช่น พืชดัดแปร พันธุกรรมที่ต้านทานโรคหรือแมลง สัตว์ดัดแปร พันธุกรรมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และด้าน นิติวิทยาศาสตร์ เช่น การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด หรือเพื่อหา ผู้กระทำผิด	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบทางด้านสังคม	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็น ผลมาจากวิวัฒนาการ	- สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะที่ปรากฏให้เห็น แตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลาย ของลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเกิดจากมิวเทชัน ร่วมกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ - ผลจากระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ทำให้ สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมในการดำรงชีวิตสามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ - กระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นหลักการที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๕	๑. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี	• สารเคมีทุกชนิดสามารถระบุได้ว่าเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปของอะตอม โมเลกุล หรือไอออนได้ โดยพิจารณาจากสูตรเคมี	
	๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง ของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลอง อะตอมแบบกลุ่มหมอก	• แบบจำลองอะตอมใช้อธิบายตำแหน่งของโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนในอะตอม โดยโปรตอน และนิวตรอนอยู่รวมกันในนิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอน เคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ซึ่งในแบบจำลองอะตอม ของโบร์ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวง โดยแต่ละวง มีระยะห่างจากนิวเคลียสและมีพลังงานต่างกัน และอิเล็กตรอนวงนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน • แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก แสดงโอกาส ที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในลักษณะ กลุ่มหมอก เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กและ เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึงไม่สามารถ ระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้	
	๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว	• อะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน การระบุชนิด ของธาตุพิจารณาจากจำนวนโปรตอน • เมื่ออะตอมของธาตุมีการให้หรือรับอิเล็กตรอน ทำให้ จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน เกิดเป็นไอออน โดยไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอน น้อยกว่าจำนวนโปรตอน เรียกว่า ไอออนบวก ส่วนไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่า โปรตอน เรียกว่า ไอออนลบ	
	๔. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป	• สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมและเลขมวล โดยเลขอะตอมเป็นตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในอะตอม เลข	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		มวล เป็นตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับ นิวตรอนในอะตอม ธาตุชนิดเดียวกันแต่มี เลขมวลต่างกัน เรียกว่าไอโซโทป	
	๕. ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็น โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ	ธาตุจัดเป็นหมวดหมู่ได้อย่างเป็นระบบ โดยอาศัย ตารางธาตุ ซึ่งในปัจจุบันจัดเรียงตามเลขอะตอม และความคล้ายคลึงของสมบัติ แบ่งออกเป็นหมู่ ซึ่งเป็นแถวในแนวดิ่ง และคาบซึ่งเป็นแถวในแนวนอน ทำให้ธาตุที่มีสมบัติเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ อยู่เป็นกลุ่มบริเวณใกล้เคียง ๆ กัน และแบ่งธาตุออกเป็นกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน	
	๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ	ธาตุในกลุ่มโลหะ จะนำไฟฟ้าได้ดี และมีแนวโน้มให้อิเล็กตรอน ส่วนธาตุในกลุ่มอโลหะจะไม่นำ ไฟฟ้า และมีแนวโน้มรับอิเล็กตรอน โดยธาตุ เรฟรีเซนเททีฟในหมู่ IA - IIA และธาตุแทรนซิชันทุกธาตุ จัดเป็นธาตุในกลุ่มโลหะ ส่วนธาตุเรฟรีเซนเททีฟ ในหมู่ IIIA - VIIA มีทั้งธาตุในกลุ่มโลหะและอโลหะ ส่วนธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่ VIIIA จัดเป็นธาตุ อโลหะทั้งหมด	
	๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และ อันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน	ธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หลากหลาย ซึ่งธาตุบางชนิดมีสมบัติที่เป็นอันตราย จึงต้อง คำนึงถึงการป้องกันอันตรายเพื่อความปลอดภัย ในการใช้ประโยชน์	
	ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอน ระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง	พันธะโคเวเลนต์ เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมด้วยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน เกิด เป็นโมเลกุล โดยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๑ คู่เรียกว่า พันธะเดี่ยว เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ ๑ เส้น ในโครงสร้างโมเลกุล ส่วนการใช้ เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๒ คู่ และ ๓ คู่ เรียกว่า พันธะคู่ และพันธะสาม เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ ๒ เส้น และ ๓ เส้นตามลำดับ	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๙. ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม ๑๐. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง ๑๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสาร โคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตาม สภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน	• สารที่มีพันธะภายในโมเลกุลเป็นพันธะโคเวเลนต์ ทั้งหมดเรียกว่า สารโคเวเลนต์ โดยสารโคเวเลนต์ ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน เป็นสารไม่มีขั้ว ส่วนสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันเป็นสาร มีขั้ว สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยอะตอม มากกว่า ๒ อะตอม อาจเป็นสารมีขั้วหรือไม่มีขั้ว ขึ้นอยู่กับรูปร่างของโมเลกุล ซึ่งสภาพขั้วของ สารโคเวเลนต์ส่งผลต่อแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล ที่ทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสาร โคเวเลนต์แตกต่างกัน นอกจากนี้สารบางชนิด มีจุดเดือดสูงกว่าปกติเนื่องจากมีแรงดึงดูด ระหว่างโมเลกุลสูงที่เรียกว่าพันธะไฮโดรเจน ซึ่งสารเหล่านี้มีพันธะ N-H O-H หรือ F-H ภายในโครงสร้างโมเลกุล	
	๑๒. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก	• สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกัน ของไอออนบวกของธาตุโลหะและไอออนลบของ ธาตุโลหะ ในบางกรณีไอออนอาจประกอบด้วย กลุ่มของอะตอม โดยเมื่อไอออนรวมตัวกันเกิด เป็นสารประกอบไอออนิกจะมีสัดส่วนการรวมตัว เพื่อทำให้ประจุของสารประกอบเป็นกลางทาง ไฟฟ้า โดยไอออนบวกและไอออนลบจะจัดเรียงตัว สลับต่อเนื่องกันไปใน ๓ มิติ เกิดเป็นผลึกของสารซึ่งสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกประกอบด้วย สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกตามด้วย สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขที่ แสดงจำนวนไอออนแต่ละชนิดเป็นอัตราส่วน อย่างต่ำ	
	๑๓. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ หรือนอนอิเล็กโทรไลต์	• สารจะละลายน้ำได้เมื่อองค์ประกอบของสารสามารถเกิดแรงดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ โดยการละลายของสารในน้ำเกิดได้ ๒ ลักษณะ คือการละลายแบบแตกตัว และการละลายแบบ ไม่แตกตัว การละลายแบบแตกตัวเกิดขึ้นกับสารประกอบไอออนิก และสารโคเวเลนต์บางชนิด ที่	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยเมื่อสารเกิด การละลายแบบแตกตัวจะได้ไอออนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ทำให้ได้สารละลายที่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ การละลายแบบไม่แตกตัวเกิดขึ้นกับสารโคเวเลนต์ที่มีขั้วสูง สามารถดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ดี โดยเมื่อเกิด การละลายโมเลกุลของสารจะไม่แตกตัวเป็น ไอออน และสารละลายที่ได้จะไม่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์	
	๑๔. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอน ว่าอิมัลชันหรือไม่อิมัลชันจากสูตรโครงสร้าง	• สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอน สามารถเกิดพันธะกับคาร์บอนด้วยกันเองและธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้พันธะระหว่าง คาร์บอนยังมีหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม • สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและ ไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน อิมัลชันมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยว ทุกพันธะในโครงสร้าง ส่วนสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนไม่อิมัลชันมีพันธะระหว่างคาร์บอน เป็นพันธะคู่หรือพันธะสามอย่างน้อย ๑ พันธะ ในโครงสร้าง	
	๑๕. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติ ทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น	• สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี ทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลว การละลาย	
	๑๖. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	• สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-COOH$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นกรด ส่วนสารประกอบอินทรีย์ ที่มีหมู่ $-NH_2$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นเบส	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๗. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร	การละลายของสารพิจารณาได้จากความมีขั้วของ ตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารสามารถ ละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน โดยสารมีขั้วละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว ส่วนสารไม่มีขั้วละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว และสารมีขั้วไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว	
	๑๘. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและ เทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำ พอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	โครงสร้างของพอลิเมอร์อาจเป็นแบบเส้นแบบกิ่ง หรือแบบร่างแห โดยพอลิเมอร์แบบเส้นและ แบบกิ่ง มีสมบัติเทอร์มอพลาสติก ส่วนพอลิเมอร์ แบบร่างแห มีสมบัติเทอร์มอเซต จึงมีการใช้ ประโยชน์ได้แตกต่างกัน	
	๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข	การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการลดปริมาณการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่	
	๒๐. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และ แปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมี ของปฏิกิริยาเคมี	- ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงานความร้อน พลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถนำไป ใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ - ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งมีสูตรเคมี ของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และ สูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวา โดยจำนวน อะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวา เท่ากัน นอกจากนี้สมการเคมียังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยา เคมีที่ใช้	
	๒๑. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การ	- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นอุณหภูมิ พื้นที่ผิว หรือตัวเร่งปฏิกิริยา - ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	เกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม		
	๒๓. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์	ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยารีดอกซ์	
	๒๔. อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี	สารที่สามารถแผ่รังสีได้เรียกว่า สารกัมมันตรังสี ซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม เรียกว่าครึ่งชีวิต โดยสาร กัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน	
	๒๕. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตราย ที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี	รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิด มาใช้ ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ
ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๕	๑. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบาย ความเร่งของวัตถุ	- การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนความเร็ว เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ความเร่งเป็น อัตราส่วนของความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลาและ เป็นปริมาณเวกเตอร์ ในกรณีที่วัตถุที่อยู่นิ่งหรือ เคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็วคงตัววัตถุนั้น มีความเร่งเป็นศูนย์ - วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ถ้าความเร็วและความเร่ง มีทิศเดียวกัน และมีความเร็วลดลง ถ้าความเร็ว และความเร่งมีทิศตรงกันข้าม	
	๒. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจาก แรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อ วัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์	เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง โดยแรง ทุกแรงอยู่ในระนาบเดียวกัน สามารถหาแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุนั้นได้ โดยรวมแบบเวกเตอร์	
	๓. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศทางเดียวกับ แรงลัพธ์โดยขนาดของความเร่งขึ้นกับขนาดของ แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	
	๔. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	แรงกระทำระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เป็นแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน เกิดขึ้นพร้อมกัน กระทำกับวัตถุคนละก้อน แต่มีทิศทางตรงข้าม	
	๕. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการ เคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่ แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวหรือความเร่ง ไม่คงตัว อาจเป็นการเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แนวโค้ง หรือการเคลื่อนที่แบบสั่น การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการตกแบบเสรี การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วย ความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบ โพรเจก	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ไทม์ การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่ง มีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา นำไปใช้ อธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่ กลับไปกลับมาด้วยความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดที่ แรงลัพธ์เป็นศูนย์ เรียกจุดนี้ว่าตำแหน่งสมดุล ซึ่งนำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบสั่น	
	๖. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง เมื่อมีวัตถุที่มีมวล จะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกกระทำ ต่อวัตถุ แรงนี้นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของ วัตถุต่าง ๆ เช่น ดาวเทียม และดวงจันทร์รอบโลก	
	๗. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในบริเวณ รอบแนวการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า หากทิศทาง ของสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้าได้จาก กฎมือขวา	
	๘. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์	ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เมื่อมีอนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่โดยไม่อยู่ในแนวเดียวกับ สนามแม่เหล็ก หรือมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ โดยกระแสไฟฟ้าไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนาม แม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำ ซึ่งเป็นพื้นฐาน ในการสร้างมอเตอร์	
	๙. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	เมื่อมีสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดอีเอ็มเอฟ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	
	๑๐. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน	ภายในนิวเคลียสมีแรงเข้มที่เป็นแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคในนิวเคลียส และเป็นแรงหลักที่ใช้ อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส นอกจากนี้ ยังมีแรงอ่อน ซึ่งเป็นแรงที่ใช้อธิบายการสลาย ให้อนุภาคบีตาของธาตุกัมมันตรังสี	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๕	๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวล กับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชัน และฟิวชัน	พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ โดยฟิชชันเป็นปฏิกิริยา ที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มี มวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียส ที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวล มากขึ้น พลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกมาจาก ฟิชชันและฟิวชัน มีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	
	๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเปลี่ยนพลังงาน ทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพ และความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย	- การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ - เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้าง อุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	
	๓. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น	เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง จะเกิดการสะท้อน เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่าง ตัวกลางที่ต่างกัน จะเกิดการหักเห เมื่อคลื่น เคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางจะเกิดการเลี้ยวเบน เมื่อคลื่นสองขบวนมาพบกันจะเกิดการรวมคลื่น เกิดรูปร่างของคลื่นรวม หลังจากคลื่นทั้งสอง เคลื่อนที่ผ่านพ้นกันแล้ว จะแยกกัน โดยแต่ละคลื่น ยังคงมีรูปร่างและทิศทางเดิม	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๔. สังเกต และอธิบายความถี่ ธรรมชาติ การสั่นพ้องและผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง	เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นแล้วหยุดกระตุ้น วัตถุจะสั่น ด้วยความถี่ที่เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ ถ้ามีแรง กระตุ้นวัตถุที่กำลังสั่นด้วยความถี่ของการ ออกแรงตรงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น จะทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดมากขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง เช่น การสั่นพ้องของอาคารสูง การสั่นพ้องของสะพาน การสั่นพ้องของเสียง ในเครื่องดนตรีประเภทเป่า	
	๕. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง	เสียงมีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่นเช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ	
	๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มเสียง กับระดับเสียงและผลของความถี่ กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง	ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกเสียงสูง เสียงต่ำ โดยความถี่ที่คนได้ยินมีค่าอยู่ระหว่าง ๒๐-๒๐,๐๐๐ เฮิรตซ์ ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้ บอกความดังของเสียงซึ่งขึ้นกับความเข้มเสียง โดยความเข้มเสียงเป็นพลังงานเสียงที่ตกตังฉาก บนพื้นที่หนึ่งหน่วย ในหนึ่งหน่วยเวลา เสียงที่มี ความดังมากเกินไปเป็นอันตรายต่อหู	
	๗. สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง	- เมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเดินทางไปกระทบ วัตถุ แล้วสะท้อนกลับมายังผู้ฟัง ถ้าผู้ฟังได้ยินเสียง ที่ออกจากแหล่งกำเนิดและเสียงที่สะท้อนกลับมา แยกจากกัน เสียงที่ได้ยินนี้ เป็นเสียงสะท้อนกลับ - เมื่อคลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่ใกล้เคียง กันมารวมกันจะเกิดบีต - เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ผู้ฟังเคลื่อนที่ หรือ ทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่ ผู้ฟังจะได้ยิน เสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์ - ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่ เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่าง การนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวนด์ใช้ในทางการแพทย์ บิตของเสียงในการปรับเทียบเสียงของเครื่องดนตรี การสันฟ้องของเสียงใช้ ในการออกแบบเครื่องดนตรี และอธิบายการ เปล่งเสียงของมนุษย์	
	๙. สังเกต และอธิบายการมองเห็น สีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี	เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงสีบางสี โดยขึ้นกับสารสีบนผิววัตถุ และสะท้อนแสงสี ที่เหลือออกมา ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นกับแสงสีที่สะท้อนออกมา ความผิดปกติ ในการมองเห็นสีหรือการบอดสี เกิดจากความ บกพร่องของเซลล์รูปกรวยบนจอตา	
	๑๐. สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรอง แสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และ การนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	- แผ่นกรองแสงสียอมให้แสงสีบางสีผ่านออกไปได้และกั้นบางแสงสี - การผสมแสงสีทำได้แสงสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วน ที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว - การผสมสารสีทำได้สารสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำสารสีปฐมภูมิในปริมาณ ที่เท่ากันมาผสมกันจะได้สารสีผสมเป็นสีดำ - การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง	
	๑๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลัก การทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วย สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยสนามทั้งสองมีทิศทางตั้งฉากกัน และตั้งฉาก กับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น - อุปกรณ์บางชนิดทำงานโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องถ่ายภาพ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และ เครื่องถ่ายภาพ การสันฟ้องแม่เหล็ก	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล	- ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณสำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม - สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิด คือ แอนะล็อกและดิจิทัล การส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัลสามารถส่งผ่านได้โดยมีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก	

สาระที่ ๓ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

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

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๖	๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิด บิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการ ของเอกภพ	ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีบิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบงที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมาก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาและวิวัฒนาการของเอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบง เอกภพเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิลดลง มีสสารคงอยู่ในรูปอนุภาคและปฏิยานุภาคหลายชนิด และมี วิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ เป็นสมาชิก บางส่วนของเอกภพ	
	๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทาง ของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟ พื้นหลังจากอวกาศ	หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและ ระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่างออกจากโลก และหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟ พื้นหลัง ที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทาง และสอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗๓ เคลวิน	
	๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็น ทางช้างเผือกของคนบนโลก	- กาแล็กซี ประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวนมาก แสง ล้านดวง ซึ่งอยู่กันเป็นระบบของดาวฤกษ์ นอกจากนี้ ยังประกอบด้วยเทห์ฟ้าอื่น เช่น เนบิวลา และสสารระหว่างดาว โดยองค์ประกอบ ต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซีอยู่รวมกันด้วย แรงโน้มถ่วง - กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกัน โดยระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีก้นห้น แบบมีคาน มีโครงสร้าง คือ นิวเคลียสจาน และ ฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียส และจาน โดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง ของกาแล็กซีทางช้างเผือกประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสง ซึ่งทางช้างเผือกที่	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็น บริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมอง ของคนบนโลก แถบผ้าสีขาวจาง ๆ ของ ทางช้างเผือกคือดาวฤกษ์ ที่อยู่อย่างหนาแน่น ในกาแล็กซีทางช้างเผือก	
	๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดง การเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์	- ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์ คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไป ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ เกิดจาก การยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้ แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลา มีขนาดเล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เกิดเป็นดาวฤกษ์ ก่อนเกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นจนเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ก่อนเกิดจะกลายเป็น ดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ในสภาพสมดุลระหว่าง แรงดันกับแรงโน้มถ่วงซึ่งเรียกว่า สมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีเสถียรภาพและปลดปล่อย พลังงานเป็นเวลานาน ตลอดช่วงชีวิตของ ดาวฤกษ์ - ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ เป็นปฏิกิริยาหลักของ กระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ที่แก่น ของดาวฤกษ์ ทำให้เกิดการหลอม นิวเคลียสของ ไฮโดรเจนเป็นนิวเคลียสฮีเลียม แล้วก่อให้เกิด พลังงานอย่างต่อเนื่อง	
	๕. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์	ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจากดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาทีต่อ หน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจาก ตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึงกำหนดค่าการ เปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ด้วยค่า โชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดงระดับความส่องสว่าง ของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต	
	๖. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์	สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้สเปกตรัมในการจำแนกชนิดของดาวฤกษ์	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๗. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของดาวฤกษ์	• มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิด ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้พลังงานมาก จึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย • ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกัน การวิวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่เทียบกับจำนวน เท่าของมวลดวงอาทิตย์	
	๘. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ และการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของ ดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต	• ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่นและแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊ส ประมาณร้อยละ ๙๙.๘ ของมวล ได้รวมตัวเป็น ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อนหรือ พลาสมา สสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และ บริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขต บริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิด และองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และดงดาวหาง • โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิต เพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ใน ระยะทางที่เหมาะสม อยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต มีอุณหภูมิ เหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคงสถานะเป็น ของเหลวได้ ปัจจุบันมีการค้นพบดาวเคราะห์ ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมาก และมีดาวเคราะห์ บางดวงที่อยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต คล้ายโลก	
	๙. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิด ลมสุริยะ พายุสุริยะ และสืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ นำเสนอ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย	• ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็นแก่นเขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อน และมี ชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อน ซึ่งแบ่ง เป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโครโมสเฟียร์ และโคโรนา ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืดดวงอาทิตย์ การลุกจ้า ที่ทำให้เกิดลมสุริยะ และพายุสุริยะ ซึ่งส่งผลต่อโลก	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		• ลมสุริยะ เกิดจากการแผ่กระจายของอนุภาค จากชั้นโคโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาค ที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุ ลมสุริยะส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสง และชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ • พายุสุริยะ เกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุ พลังงานสูงจำนวนมาก มักเกิดบ่อยครั้ง ในช่วงที่มีการลุกจ้า และในช่วงที่มีจุดมืด ดวงอาทิตย์จำนวนมาก และในบางครั้งมีการ พ่นก้อนมวลโคโรนา พายุสุริยะอาจส่งผลต่อ สนามแม่เหล็กโลก จึงอาจรบกวนระบบการส่งกระแสไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผล ต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของดาวเทียม นอกจากนั้น มักทำให้เกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ ที่สังเกตได้ชัดเจน	
	๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียมยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอ แนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน หรือในอนาคต	• มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษา เพื่อขยาย ขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะ เดียวกันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์ อาหาร การแพทย์ • นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์เพื่อศึกษา แหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศ ในช่วง ความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลต และรังสีเอ็กซ์ • ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อสำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานีอวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการลอยฟ้า ที่โคจรรอบโลก ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก • ดาวเทียม คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุท้องฟ้า และนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสาร โทรคมนาคม การระบุตำแหน่ง	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		บนโลก การสำรวจ ทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียม มีหลายประเภท สามารถแบ่งได้ตามเกณฑ์วงโคจร และการใช้ งาน	

สาระที่ ๓ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๖	๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบ ทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน ที่เคลื่อนที่ผ่านโลก จึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้าง โลก ได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบ ทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตาม สมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน	
	๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาค การเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีดังกล่าว อธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมี รากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎี การแผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขา ซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอยการเคลื่อนที่ของ ตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้งการค้นพบ สันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร	
	๓. ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อ ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของ แผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ	การพาความร้อนของแมกมาภายในโลก ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐาน และธรณีโครงสร้าง ที่บริเวณแนวรอยต่อของ แผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟ รูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ ยังพบ	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		การเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อ ของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบ ได้แก่ แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณี เคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ	
	๔. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย	• ภูเขาไฟระเบิด เกิดจากการแทรกดันของแมกมา ขึ้นมาตามส่วนเปราะบาง หรือรอยแตกบนเปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณี ทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย ผลจาก การระเบิดของภูเขาไฟมีทั้งประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดและความรุนแรง และผลจาก แผ่นดินไหว รวมทั้ง สืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและ นำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย	• แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน มักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของแผ่นธรณี และพื้นที่ภายใต้อิทธิพลของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหาย เกิดอันตราย ต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทาง ในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	• สึนามิ คือ คลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำในปริมาตรมหาศาล ส่วนมากจะเกิดในทะเลหรือมหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อย และอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อคลื่น เคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น จึงทำให้พื้นที่บริเวณ ชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิ ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้าง ในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทาง ในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๗. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงาน จากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณ ของโลก	พื้นผิวโลกแต่ละบริเวณได้รับพลังงานจาก ดวงอาทิตย์ในปริมาณที่ต่างกัน เนื่องจาก ปัจจัยสำคัญหลายประการ เช่น สัณฐานและ การเอียงของแกนโลก ลักษณะของพื้นผิว ละอองลอย และเมฆ ทำให้แต่ละบริเวณบนโลก มีอุณหภูมิไม่เท่ากัน ส่งผลให้มีความกดอากาศ แตกต่างกัน และเกิดการถ่ายโอนพลังงานระหว่างกัน	
	๘. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศ ที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ	การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจากความ กดอากาศที่ต่างกันระหว่างสองบริเวณ โดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกด อากาศสูง ไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจน ในการเคลื่อนที่ของอากาศ ในแนวราบ และเมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของ อากาศในแนวตั้งจะพบว่าอากาศเหนือบริเวณ ความกดอากาศต่ำจะมีการยกตัวขึ้นขณะที่ อากาศเหนือบริเวณความกดอากาศสูง จะจมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวราบและ แนวตั้งนี้ ทำให้เกิดเป็นการหมุนเวียนของอากาศ	
	๙. อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดแรงคอริอลิส ส่งผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศเบนไป โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณซีกโลกเหนือ จะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณ ซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจากทิศทางเดิม	
	๑๐. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	- โลกมีความกดอากาศแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ รวมทั้งอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการหมุนเวียน ของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบ โดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่ การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศแบบ หนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลาง มีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียน แถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น - นอกจากนี้บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละแถบละติจูด จะมีลักษณะลมฟ้าอากาศ ที่แตกต่างกัน เช่น บริเวณใกล้ศูนย์สูตร	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		มีปริมาณ หยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐ องศา มีอากาศแห้งแล้ง ส่วน บริเวณละติจูด ๖๐ องศา อากาศมีความ แปรปรวนสูง	
	๑๑. อธิบายปัจจัยที่ทำให้ เกิดการหมุนเวียนของน้ำ ผิวหน้าในมหาสมุทร และ รูปแบบการหมุนเวียน ของ น้ำผิวหน้าในมหาสมุทร	การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร ได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศ ในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลักทำให้บริเวณ ซีกโลกเหนือมีการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาใน ซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร มีทั้งกระแสน้ำอุ่น และกระแสน้ำเย็น	
	๑๒. อธิบายผลของการ หมุนเวียนของอากาศ และ น้ำผิวหน้าในมหาสมุทรที่มี ต่อลักษณะ ภูมิอากาศ ลม ฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม	การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทร ส่งผลต่อภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม ที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรปไม่หนาวเย็น เกินไป และเมื่อการหมุนเวียนอากาศและน้ำ ในมหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิดผลกระทบต่อ สภาพลมฟ้าอากาศ เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวน ของลมค้าและส่งผลต่อประเทศที่อยู่บริเวณ มหาสมุทรแปซิฟิก	
	๑๓. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ของโลก พร้อมทั้งนำเสนอ แนวปฏิบัติ เพื่อลดกิจกรรม ของมนุษย์ ที่ส่งผลต่อการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	- โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยปริมาณพลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ย ที่โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในแต่ละปีค่อนข้างคงที่และมีลักษณะภูมิอากาศ ที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของ โลกและภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากปัจจัยหลายประการทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้น ตามธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ เช่น แก๊สเรือนกระจก ลักษณะผิวโลก และละอองลอย - มนุษย์มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้โดยการลดกิจกรรมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงาน เช่น ลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกและละอองลอย	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๔. แปลความหมาย สัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ ที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูล สารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิต ให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ	- แผนที่อากาศผิวพื้นแสดงข้อมูลการตรวจอากาศในรูปแบบสัญลักษณ์หรือตัวเลข เช่น บริเวณความกดอากาศสูง หย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่องความกดอากาศต่ำ การแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ ทำให้ทราบลักษณะลมฟ้าอากาศ ณ บริเวณหนึ่ง - การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม สามารถนำมาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การเลือกช่วงเวลาในการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาล การเตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน	

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และ สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี	- ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่ สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกัน และทำงาน ร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงาน ของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และ ผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กันนอกจากนี้ ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตาม วัตถุประสงค์ โดยระบบทางเทคโนโลยีอาจมีระบบย่อยหลายระบบ (sub-systems) ที่ทำงาน สัมพันธ์กันอยู่ และหากระบบย่อยใดทำงาน ผิดพลาดจะส่งผลต่อการทำงานของระบบอื่นด้วย - เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่ อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม	
	๒. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทาง ปัญญา	- ปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม เช่น ปัญหาด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง สุขภาพและการแพทย์ การบริการ ซึ่งแต่ละด้านอาจมีได้หลากหลาย ปัญหา - การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจใช้ เทคนิค หรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจ เงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้น ดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ความรู้จาก ศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบ แนวทางการแก้ปัญหา	
	๓. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น จำเป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ ช่วยในการออกแบบ วางแผน ขั้นตอนการทำงาน และ ดำเนินการแก้ปัญหา	- การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูล ที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพยากร ปัญหา เงื่อนไขและทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม - การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน - ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอ มีหลากหลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน - การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงาน ก่อนดำเนินการแก้ปัญหาคือช่วยให้การทำงาน สำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของ การทำงานที่อาจเกิดขึ้น	
	๔. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์ และให้เหตุผล ของ ปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้ กรอบเงื่อนไข หา แนวทางการปรับปรุงแก้ไข และ นำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอ แนวทางการ พัฒนาต่อยอด	- การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบ ชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตาม วัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหา ข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจ ทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ - การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน และชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัด นิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ หรือ การนำเสนอต่อภาคธุรกิจ เพื่อการพัฒนาต่อยอดสู่งานอาชีพ	
	๕. ใช้ความรู้และทักษะ เกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่	วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม่สังเคราะห์ โลหะ จึงต้องมีการวิเคราะห์ สมบัติ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ซับซ้อนในการแก้ปัญหา หรือ พัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	- การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LDR sensor เพื่อ รอก คาน วงจรสำเร็จรูป - อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน หรือ พัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้ง รู้จักเก็บรักษา	
ม.๕	๑. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน	- การทำโครงการ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากร ในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อ แก้ปัญหาหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน - การทำโครงการการออกแบบและเทคโนโลยี สามารถดำเนินการได้ โดยเริ่มจาก การสำรวจ สถานการณ์ปัญหาที่สนใจ เพื่อกำหนดหัวข้อ โครงการ แล้วรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา ออกแบบแนวทางการ แก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง	- การพัฒนาโครงการ - การนำแนวคิดเชิงคำนวณไปพัฒนาโครงการ ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน เช่น การจัดการพลังงาน อาหาร การเกษตร การตลาด การค้าขาย การทำธุรกรรม สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม - ตัวอย่างโครงการ เช่น ระบบดูแลสุขภาพ ระบบ อัตโนมัติควบคุมการปลูกพืช ระบบจัดเส้นทาง การขนส่งผลผลิต ระบบแนะนำการใช้งานห้องสมุด ที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล	
ม.๕	๑. รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยี สารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่า ให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริง อย่างสร้างสรรค์	- การนำความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล และเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้แก้ปัญหา กับชีวิตจริง - 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 - คุณค่าของข้อมูลและกรณีศึกษา - กรณีศึกษาและวิธีการแก้ปัญหา - ตัวอย่างปัญหา เช่น	

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดความสนใจและตรงตามความต้องการผู้ใช้ในแต่ละประเภท - การกำหนดตำแหน่งป้ายรถเมล์เพื่อลดเวลาเดินทางและปัญหาการจราจร - สำรวจความต้องการรับประทานอาหารในชุมชน และเลือกขายอาหารที่จะได้กำไรสูงสุด - ออกแบบรายการอาหาร ๗ วัน สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	
ม.๖	๑. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ และแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และ วัฒนธรรม	• การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูล เช่น การเขียนบล็อก อัปโหลดวิดีโอ ภาพ อินโฟกราฟิก • การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย เช่น ระมัดระวังผลกระทบที่ตามมา เมื่อมีการ แบ่งปันข้อมูลหรือเผยแพร่ข้อมูล ไม่สร้าง ความเดือดร้อนต่อตนเองและผู้อื่น • จริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ • เทคโนโลยีเกิดใหม่ แนวโน้มในอนาคต การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี • นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน • อาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ • ผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และ วัฒนธรรม	

สาระชีววิทยา

๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิต ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้	- สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงาน มีการเจริญเติบโต มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์ มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงาน ร่วมกันขององค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ สิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต - การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็ก ไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบ อวัยวะ และสิ่งมีชีวิต ตามลำดับ	
	๒. อภิปราย และบอก ความสำคัญของการระบุ ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่าง ปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้ง ออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	- วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถาม ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวม ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล - การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความรู้จากแขนงวิชา ต่าง ๆ ของชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง และควรคำนึงถึงชีวจริยธรรมและจรรยาบรรณ การใช้สัตว์ทดลอง	
	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	- สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน และออกซิเจน มีสมบัติในการเป็นตัวทำละลาย ที่ดี เก็บความร้อนได้ดี และมีความจุความร้อนสูง ซึ่งช่วยรักษาคุณภาพของเซลล์ได้ - ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออน ในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุ เป็นองค์ประกอบด้วย	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญ ของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งตามขนาดโมเลกุล ออกได้เป็น ๓ กลุ่ม คือ มอโนแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์	
	๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน บางชนิดอาจมี ธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบ	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญ ที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์	
	๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก และระบุ ชนิดของกรดนิวคลีอิก และ ความสำคัญของ กรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วย หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ - กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรม ทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม มี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA	
	๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	- เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วยปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา - เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีน ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่ง ถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้ สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		• อุณหภูมิ สภาพความเป็นกรด-เบส และ ตัวยับยั้งเอนไซม์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	
	๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏ ภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษา กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง	• กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิต ขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและ รายละเอียดโครงสร้างของเซลล์ • กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอออสคัลเลปส์ ในการทำให้เกิดภาพขยาย • กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยาย โดยออสคัลเลปส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่าน และชนิดส่องกราด • ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้แสงต้องมีวิธีการเตรียมที่ถูกต้อง และเหมาะสม กับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ในการศึกษา • กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียด ซับซ้อน และราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้อย่าง ถูกวิธี มีการเก็บและดูแลรักษาที่ถูกต้อง เพื่อให้ สามารถใช้งานได้นาน	
	๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ ๑๓. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส	• เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วย ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส • ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือ เยื่อหุ้มเซลล์ แต่ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืช จะมีผนังเซลล์เป็นส่วนห่อหุ้มเซลล์เพิ่มเติมขึ้นมาอีก ชั้นหนึ่ง • โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วย โมเลกุล ของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีน แทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด • ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของ เซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายใน มี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด	
	๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพ การลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียง สารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการ เอนโดไซโทซิส	- สารต่าง ๆ มีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์ อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต กระบวนการเอกโซไซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส - แก๊สต่าง ๆ เข้าหรือออกจากเซลล์โดยการแพร่ ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยออสโมซิส - ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ จำเป็นต้องอาศัยโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต - แอกทีฟทรานสปอร์ต เป็นการลำเลียงสารจาก บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง - สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ หรือลำเลียงผ่านโปรตีนที่เป็นตัวพาได้จะถูก ลำเลียงออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิส - สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบ ได้แก่ พิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสาร เข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ	
	๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่ง นิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส	- การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็น วัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ประกอบด้วย อินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและ การแบ่งไซโทพลาซึม - การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียส	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		แบบไมโทซิสและการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วย ระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I เทโลเฟส I ระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II แอนาเฟส II และ เทโลเฟส II • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้เซลล์ร่างกาย เพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และซ่อมแซม ส่วนที่สึกหรอหรือถูกทำลายไปได้ • ส่วนการแบ่ง นิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ • การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้า เข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์ • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วย ระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส	
	๑๗. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอน การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน เพียงพอ และ ภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ	• การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหาร ที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับ อิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ และ กระบวนการ ถ่ายทอดอิเล็กตรอน • การหายใจระดับเซลล์ พลังงานส่วนใหญ่ได้จาก ขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้ จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP • ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจ ของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะ ไกลโคลิซิส ผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้ กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และพืชอาจได้ กรดแลกติก หรือเอทิลแอลกอฮอล์	

สาระชีววิทยา

๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลาย ทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลองของเมนเดล ๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และ กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และ นำกฎของ เมนเดลนี้ ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการ เกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F๑ และ F๒	• เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จนสรุปเป็นกฎแห่ง การแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ • กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่เป็นคู่ จะแยกออกจากกันในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะมีเพียง แอลลีลใดแอลลีลหนึ่ง • กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมีใจความว่า หลังจากคู่ของแอลลีลแยกออกจากกัน แต่ละ แอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอลลีลอื่น ๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกันในการเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์	
	๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม ที่เป็น ส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะ ทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง	• การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะ ให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผลการศึกษาของ เมนเดล เรียกลักษณะเหล่านี้ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น การขมไม่สมบูรณ์ การขมร่วมกัน มัลติเปิลแอลลีล ยีนบนโครโมโซมเพศ และพอลิยีน • ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกัน ชัดเจน เช่น การมีติ่งหูหรือไม่มีติ่งหู ซึ่งเป็น ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง • ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยและลดหลั่นกันไป เช่น ความสูงและสีผิวของมนุษย์ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		แปรผันต่อเนื่องและสิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการแสดงลักษณะนั้น	
	๕. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	- โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซม และโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม บางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศ ซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X - เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสอาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของ สารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA ๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีลโปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล	- DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ แต่ละนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และ G - โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สาย เรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวาโดยการเข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของ เบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G - ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโน ของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เอนไซม์ และอื่น ๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏ ลักษณะต่าง ๆ ได้ - DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบ และสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะมีโครงสร้าง และลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม - DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA ๓ ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีน	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยว แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G	
	๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย การเกิดมิวเทชัน ระดับยีน และระดับโครโมโซม สาเหตุ การเกิด มิวเทชัน รวมทั้ง ยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการ ที่เป็นผลของการเกิด มิวเทชัน	- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของ โปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิด ใน เซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยัง รุ่นต่อ ๆ ไปได้ และทำให้เกิดความแปรผันทาง พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมี สาเหตุ มาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น รังสี และ สารเคมี - การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเทชันระดับ ยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ เป็นผล มาจาก การแทนที่คู่เบส - การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไปหรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการ เปลี่ยนแปลง จำนวนโครโมโซม เช่น การลดลง หรือเพิ่มขึ้น ของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งชุด เป็นสาเหตุ ของการเกิดมิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่ม อาการครีดูชาติและกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการ เทอร์เนอร์และกลุ่มอาการไคลน์เฟลเตอร์	
	๑๐. อธิบายหลักการสร้าง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปราย การนำ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้าน สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและ	- การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการ สร้าง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ ต้องการ มาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิต นั้นมีสมบัติ ตามต้องการ - เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติ วิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และ อุตสาหกรรม โดยการ ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	อุตสาหกรรม และข้อควรคำนึง ถึงด้านชีวจริยธรรม	ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม	
	๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐาน ที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้ อธิบายการเกิด วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	- หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์ กายวิภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทาง ภูมิศาสตร์ การศึกษาทางชีวภูมิศาสตร์ และ ด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล - มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ค้นพบ และจากการ เปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์ กับไพรเมตอื่นๆ	
	๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ของชาลส์ ดาร์วิน	- ฌอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า สิ่งมีชีวิตมีการ เปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อม โดยอาศัยกฎการใช้และไม่ใช้ และกฎแห่งการ ถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ - ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับ วิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มี ลักษณะแตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียง จำนวนหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถมีชีวิตรอด และถ่ายทอดลักษณะ ที่เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้	
	๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะ สมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ในประชากร พร้อมทั้ง คำนวณหาความถี่ ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	เมื่อประชากรอยู่ในภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก โดยประชากรมีขนาดใหญ่ ไม่มีการถ่ายเทยีน ระหว่างประชากร ไม่เกิดมิวเทชัน สมาชิก ทุกตัว มีโอกาสผสมพันธุ์ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือก โดยธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของ แอลลีลของ ลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่รุ่น ก็ตาม เป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีล ในประชากร เกิดจากปัจจัยหลายประการ นำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ	
	๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	- สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีกประชากรหนึ่ง ในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้ประชากรทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน และวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ - ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ ๒ แนวทาง คือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทาง ภูมิศาสตร์และการเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขต ภูมิศาสตร์ เดียวกัน	
ม.๖	๑. อภิปรายความสำคัญของ ความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่าง ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลาย ของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ	- ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วย ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลาย ของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ - การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้ มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้นและสืบทอดลูกหลาน ต่อไป - สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ หรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนาน หลายชั่วรุ่น ซึ่งอาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ ส่งผลให้ เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ - แหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละแหล่งที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้น จะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศ	
	๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ โดยเซลล์รูปแบบแรก ที่เกิดขึ้นคือ เซลล์โพรคาริโอต และมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอต และจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้าง	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		แบบง่าย ๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ	
	๓. อธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิต กลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิต กลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิต กลุ่มสัตว์	• แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพหุเซลล์โพรคาริโอต ผนังเซลล์ มีเพปทิโดไกลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญ แบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต แต่แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไซยาโนแบคทีเรียสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง • โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพหุเซลล์โพรคาริโอต มีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ อาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ • พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พหุเซลล์โพรคาริโอต มีผนังเซลล์ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิต แบบสลับ และมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จาก กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง • ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพหุเซลล์โพรคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ผนังเซลล์มีไคตินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้ และ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต • สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พหุเซลล์โพรคาริโอต ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหาร จากสิ่งมีชีวิตอื่น ส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหาร บางชนิดอาจเป็นปรสิต สัตว์มีระยะเอ็มบริโอ ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ • สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณา ลักษณะ ต่าง ๆ คือ เนื้อเยื่อสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของ บลาสโทพอร์ การเจริญในระยะตัวอ่อน ทำให้ อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อย	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เช่น กลุ่มพองน้ำ กลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอยและ หมีก กลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลม กลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้อง กลุ่มดาวทะเลและปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด	
	๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิต จากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการ เขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์ ๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่	• การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นลำดับ ขั้นต่าง ๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็น หมวดหมู่น้อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัม คลาส ออร์เดอร์ แฟมิลี จินัส และสปีชีส์ • ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้น สปีชีส์ ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินามเพื่อใช้ในการระบุถึง สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกัน ประกอบด้วย ๒ ส่วน โดยส่วนแรกเป็นชื่อสกุล ส่วนหลังเป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิต ชนิดนั้น หรือเป็นคำที่มีความหมายเฉพาะ โดยทั้ง ๒ ส่วนนี้ต้องเป็นภาษาละติน • ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อบรรบุหมวดหมู่ ของสิ่งมีชีวิตลำดับขั้นต่าง ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ ในการนำลักษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิต มาพิจารณาเป็นคู่ • วิทเทเกอร์ เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวก ยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวก โปรคาริโอต และจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอม ประกอบด้วย มอเนอร่า โปรทิสตา ฟังไจ และสัตว์ • ไวสซ์ และคณะ จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมน ประกอบด้วย แบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคารีอตา โดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมน เป็นกลุ่มย่อยจะใช้หลักที่ว่า สิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกัน มีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน	

สาระชีววิทยา

๓. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๕	๑. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	- เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร - เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง - เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพิน และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน	
	๒. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	- ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืช เจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช - โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาว ประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์ มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ - โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีล จะพบ มัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ - โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์ม ซึ่งมี คอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรง เพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหาร	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไปเนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น	
	๓. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	- ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่สร้างใบและช่ใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ - โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัด ท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืช ใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ - ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดอร์มและเนื้อเยื่อ ท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น	
	๔. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง	- ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจ ไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ - โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวางประกอบด้วย เนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง	
	๕. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช	- พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทาง ปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทาง รู ปากใบ เรียกว่า การคายน้ำ - ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิ สภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำ ของพืช	
	๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำ	พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	และธาตุอาหารของพืช ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่ สำคัญที่มีผลต่อ การ เจริญเติบโตของพืช	เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นการดูดน้ำ จากดิน สู่น้ำเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และ ลำเลียง ไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวตั้ง • ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอด ของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับ แรง โคฮีชัน แรงแอดฮีชัน • ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก จนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่ เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่า แรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กัตเตชัน • พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของ ธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้ เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มี ผลต่อ การเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุ อาหาร เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ	
	๘. อธิบายกลไกการลำเลียง อาหารในพืช	• อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสง จากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็น ซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดย อาศัยกลไก การลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้อง กับแรงดันน้ำ ไปยังแหล่งรับ	
	๙. สืบค้นข้อมูล และสรุป การศึกษาที่ได้จากการ ทดลองของนักวิทยาศาสตร์ใน อดีตเกี่ยวกับ กระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง	• การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นวัตถุดิบที่พืช ใช้ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และ ผลผลิต ที่ได้ คือ น้ำตาล ออกซิเจน	
	๑๐. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้น ในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C๓	• กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึง คาร์บอนไดออกไซด์ • ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงาน แสง เป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดส์โมเลกุล สารสี ที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิด การ ถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ NADPH+ H ⁺ ในสโตรมาของคลอ โรพลาสต์	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วย คาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์ สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาล ที่มีคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่ง จะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักร โดยพืช C₃ จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย วัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว	
	๑๑. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C ₃ พืช C ₄ และพืช CAM	- พืช C₄ ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์ โดย PEP และเอนไซม์ เพบคาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลง ทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ กรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์ บันเดิลชีทและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป - พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คล้ายพืช C₄ แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึง คาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืน และปล่อยออกมาในเวลากลางวันเพื่อใช้ใน วัฏจักรคัลวินต่อไป	
	๑๒. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช	ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ	
	๑๓. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก	พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์ เรียก ระยะสปอโรไฟต์ (๒n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียก ระยะแกมีโทไฟต์ (n)	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผล ชนิดต่าง ๆ	
	๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้าง เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	- พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน - การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้ แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ ๒ เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์ และเจเนอเรทิฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจเนอเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้ ๒ เซลล์ - การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวุลในรังไข่ โดยเซลล์ที่เรียกว่า เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งไมโอซิสได้เมกะสปอร์ ซึ่งในพืชส่วนใหญ่ จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง ๑ เซลล์ ที่เหลืออีก ๓ เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส ๓ ครั้ง ได้ ๘ นิวเคลียส ที่ประกอบด้วย ๗ เซลล์โดยมี ๑ เซลล์ ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ เรียก เซลล์ไข่ ส่วนอีก ๑ เซลล์มี ๒ นิวเคลียส เรียก โพลาร์นิวคลีไอ - การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ โดย คู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่งกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอ ได้เป็นเอนโดสเปิร์มนิวเคลียส ซึ่งจะเจริญและพัฒนาต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม	
	๑๕. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่าง การใช้	ภายหลังการปฏิสนธิ ออวุลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ด และผล	โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผล ประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อ สิ่งมีชีวิตอื่น	
	๑๖. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด	- เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิด สามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถ งอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว - เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัยบางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด ซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัยที่ยับยั้ง	
	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของ ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอธิบายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ๑๘. สืบค้นข้อมูล ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับ สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืช	- พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก - แสงสว่าง แร่ธาตุ น้ำของเหลวของโลก สารเคมี และน้ำ เป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืช - ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายในและสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุม การเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุผลผลิตได้	

สาระชีววิทยา

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรม ของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๕	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหาร แบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหาร แบบสมบูรณ์ ๒. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและพลาเนเรีย	• รา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในพุดแวคิวโอลโดยเอนไซม์ในไลโซโซม • ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์ โดยเอนไซม์ในไลโซโซม • ไฮดราและพลาเนเรีย มีทางเดินอาหาร แบบไม่สมบูรณ์ จะกินอาหารและขับกากอาหารออกทางเดียวกัน • ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหาร แบบสมบูรณ์	
	๓. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และ กระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	• การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และการย่อยทางเคมีโดยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็ก จนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ • อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วน ดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ ที่เหลือเป็นกากอาหาร จะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก • การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก • สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอย แล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหาร ปรเภทลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมัน จะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของ ฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก ๕. สังเกต และอธิบาย โครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	• ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น • แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลม ซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอย • ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลายอยู่ในน้ำผ่านเหงือก • สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและผิวหนังในการแลกเปลี่ยนแก๊ส • สัตว์เลี้ยงลูก สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยน แก๊สของมนุษย์ ๗. อธิบายการทำงานของปอด และหลอดลมวัด ปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์	• ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย ช่องจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลม และถุงลมในปอด • ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่าง ถุงลมกับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของ เนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยการ แพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยเช่นกัน • การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศภายในปอด โดยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลม และกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง และ ควบคุม โดยสมองส่วนพอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา	
	๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียน เลือดแบบปิด ๙. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือด และการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือด กับความเร็วในการไหลของเลือด	• สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกาย ไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม • สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียง สารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด • ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือด แบบปิด • ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวก หอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียน	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เลือดแบบปิด พบในไส้เดือนดินและสัตว์มีกระดูกสันหลัง	
	๑๐. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดในมนุษย์ ๑๑. สังเกต และอธิบาย โครงสร้างหัวใจของสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือด ผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของ เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา ๑๓. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh	• ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งเลือดไหลเวียน อยู่เฉพาะในหลอดเลือด • หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และ เวนทริเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ โดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนทริเคิล และ ระหว่างเวนทริเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ • เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออาร์ตารี อาร์ตอรีโอล หลอดเลือดฝอย เวนูลเวน และเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ • ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงาน ของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์ เป็นปัจจัย ที่มีผลต่อความดันเลือดและชีพจร • เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ เพลตเลต และพลาสมา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็น เลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิด ของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น เลือดหมู่ Rh+ และ Rh- การให้และรับเลือดมีหลักว่า แอนติเจน ของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และ การให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุดคือ ผู้ให้ และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน	
	๑๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและ หน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง	• ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมาอยู่ระหว่างเซลล์ เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงเซลล์และสามารถแพร่เข้าสู่ หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่งต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอย จะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นและเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวนใกล้หัวใจ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่ นำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด ต่อมน้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาว ทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมากับ น้ำเหลือง	
	๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบกลไก การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ ๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา ๑๗. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	- กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมมีอยู่ ๒ แบบ คือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ - ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ ที่ผิวหนังช่วยป้องกันและ ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อ เชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เซลล์ เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิลและโมโนไซต์ จะมีการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอม โดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิล เกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต แบโซฟิลเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการแพ้ ซึ่งเป็นการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ - การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ ชนิดเซลล์บีและเซลล์ที - อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนองของลิมโฟไซต์ประกอบด้วย ต่อมน้ำเหลือง ทอนซิล ม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก - การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกาย มี ๒ แบบ คือ ภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา - การได้รับวัคซีนหรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของ ภูมิคุ้มกันก่อเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจน เข้าสู่ร่างกาย ส่วนภูมิคุ้มกันรับมา เป็นการรับ แอนติบอดีโดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับ น้ำนมแม่	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		• เอดส์ ภูมิแพ้ และการสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานต่อเนื้อเยื่อ ตนเอง เป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบ ภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ	
	๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบ โครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายของ ฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	• อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ที่มีคอนแทรกไทล์แวคิวโอลทำหน้าที่ในการกำจัด และรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์ • ฟองน้ำและไฮดรามีเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกับน้ำโดยตรง ของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่สภาพแวดล้อม • พลาเนเรียใช้แฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้างตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย • ไส้เดือนดินใช้เนฟริเดียม แมลงใช้มัลปิเกียนทิวบูล และสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่าย ของเสีย	
	๑๙. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และ โครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย ๒๐. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการ กำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียน แผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายโดยหน่วยไต ๒๑. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ	• ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่าย และรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย • ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอก ที่เรียกว่า คอร์เท็กซ์ และบริเวณส่วนใน ที่เรียกว่า เมดัลลา และบริเวณส่วนปลายของเมดัลลาละเอียดเข้าไป จรดกับส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่า กรวยไต โดยกรวยไตจะต่อกับท่อไตซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะไปเก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะเพื่อขับถ่ายออกนอกร่างกาย • ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไตลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วย เรียกว่า โปว์แมนส์แคปซูล ล้อมรอบกลุ่มหลอดเลือดฝอย ที่เรียกว่า โกลเมอรูลัส • กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย ประกอบด้วย การกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสารที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย • โรคนี้่วและโรคไตวายเป็นตัวอย่างของโรคที่เกิดจาก ความผิดปกติของไต ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรักษา ดุลยภาพของสารในร่างกาย	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		นอกจากไตที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำแร่ ธาตุ และกรด-เบส ผิวหนัง และระบบหายใจ ยังมีส่วน ช่วยในการรักษาคุณภาพเหล่านี้ด้วย	
ม.๖	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง ๒. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง และหน้าที่ของ เซลล์ประสาท ๓. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไก การถ่ายทอดกระแสประสาท	- สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาททำให้สามารถรับรู้ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เช่น ไฮดรา มีร่างแห ประสาท พลานาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย และ แมลงมีปมประสาทและเส้นประสาท ส่วนสัตว์ มีกระดูกสันหลัง มีสมอง ไขสันหลัง ปมประสาท และเส้นประสาท - หน่วยทำงานของระบบประสาท คือ เซลล์ประสาท ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ และ เส้นใยประสาทที่ทำหน้าที่รับและส่งกระแสประสาท เรียกว่า เดนไดรต์และแอกซอน ตามลำดับ - เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ ได้เป็น เซลล์ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และเซลล์ประสาทประสานงาน - เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้เป็นเซลล์ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม เซลล์ประสาทสองขั้ว และเซลล์ประสาทหลายขั้ว - กระแสประสาทเกิดจากการเปลี่ยนแปลง ศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเดนไดรต์และแอกซอน ทำให้มี การถ่ายทอดกระแสประสาทจาก เซลล์ประสาท ไปยังเซลล์ประสาท หรือเซลล์อื่น ๆ ผ่านทาง ไซแนปส์ - ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งได้เป็น ๒ ระบบ ตามตำแหน่งและโครงสร้าง คือ ระบบประสาท ส่วนกลาง ได้แก่ สมองและไขสันหลัง และระบบ ประสาทรอบนอก ได้แก่ เส้นประสาทสมอง และเส้นประสาทไขสันหลัง	
	๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก	สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือ สมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วน จะควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน โดยมีเส้นประสาทที่แยกออกจาก สมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งบางคู่ทำ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของ ส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง ๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างการทำงานของ ระบบประสาท โขมาติก และ ระบบประสาทอัตโนมัติ	หน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่สมอง หรือนำคำสั่ง จากสมองไปยังหน่วย ปฏิบัติงาน หรือทำหน้าที่ ทั้งสองอย่าง • ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ภายใน กระดูกสันหลัง และมีเส้นประสาทแยกออกจาก ไขสันหลังเป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลการ ตอบสนองโดยไขสันหลัง เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ ชนิดต่าง ๆ และการถ่ายทอดกระแสประสาท ระหว่างไขสันหลังกับสมอง • เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่รับ ความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่งออกจาก ไขสันหลัง • ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็น ระบบประสาทโสมาติกซึ่งควบคุมการทำงานของ กล้ามเนื้อโครงร่าง และระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่าง ๆ • ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบ ประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงาน ตรงกันข้าม เพื่อรักษาดุลยภาพของกระบวนการ ต่าง ๆ ในร่างกาย	
	๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของ มนุษย์ ยกตัวอย่าง โรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอก แนวทางในการ ดูแลป้องกัน และรักษา ๘. สังเกต และอธิบายการ หาตำแหน่งของจุดบอด โฟเวีย และความไวในการรับ สัมผัสของผิวหนัง	• ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับ ความ รู้สึกที่รับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงมี ความสำคัญ ที่ควรดูแล ป้องกัน และรักษาให้ สามารถทำงาน ได้เป็นปกติ • ตาประกอบด้วย ชั้นสเคลอรา โครอยด์ และเรตินา เลนส์ตาเป็นเลนส์นูนอยู่ถัดจาก กระจกตา ทำหน้าที่รวมแสงจากวัตถุไปที่เรตินา ซึ่ง ประกอบด้วย เซลล์รับแสง และเซลล์ ประสาท ที่นำกระแสประสาทสู่สมอง • หูประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ หูส่วนนอก หู ส่วนกลาง และหูส่วนใน ภายในหูส่วนในมีคอเคลีย ซึ่ง ทำหน้าที่รับและเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็น กระแส ประสาท นอกจากนี้ยังมีเคมีเซอร์คิวลาร์	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		แคแนล ทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย • จมูกมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นอยู่ภายในเยื่อจมูก ที่เป็นตัวรับสารเคมีบางชนิดแล้วเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง • ลิ้นทำหน้าที่รับรส โดยมีตุ่มรับรสกระจายอยู่ทั่วผิวลิ้นด้านบน ตุ่มรับรสมีเซลล์รับรสอยู่ภายใน เมื่อเซลล์รับรสถูกกระตุ้นด้วยสารเคมี จะกระตุ้นเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง • ผิวหนัง มีหน่วยรับสิ่งเร้าหลายชนิด เช่น หน่วย รับสัมผัส หน่วยรับแรงกด หน่วยรับ ความเจ็บปวด หน่วยรับอุณหภูมิ	
	๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก	• สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึม บางชนิดใช้แฟลเจลลัมหรือซิเลีย ในการเคลื่อนที่ • สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมงกะพรุน เคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณขอบกระดิ่งและแรงดันน้ำ • หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อ บริเวณลำตัว ทำให้น้ำภายในลำตัวพุ่งออกมา ทางไซฟอน ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการเคลื่อนที่ • ไส้เดือนดินมีการเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัว และคลายตัวของกล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม • แมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขา ซึ่งมีกล้ามเนื้อภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม • สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา เคลื่อนที่โดยอาศัย การหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับกระดูกสันหลังทั้ง ๒ ข้าง ทำงานในสภาวะ ตรงกันข้าม และมีครีบท่อยในตำแหน่งต่าง ๆ ช่วยโบกพัดในการเคลื่อนที่ ส่วนนกเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		กล้ามเนื้อ กดปีกกับกล้ามเนื้อยกปีกซึ่งทำงานในสภาวะ ตรงกันข้าม	
	๑๐. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการ เคลื่อนไหว และการเคลื่อนที่ของมนุษย์ ๑๑. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิด ต่าง ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อ โครงร่าง ที่เกี่ยวข้องกับการ เคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์	• มนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูก • บริเวณที่กระดูกตั้งแต่ ๒ ขึ้นมาต่อกันเรียกว่าข้อต่อ และยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อ • กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้คำนวณและทำหน้าที่ในการ เคลื่อนไหวของร่างกาย แบ่งตามตำแหน่งได้เป็น กระดูกแกนและกระดูกยางค์ • กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อ โครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อทั้ง ๓ ชนิด พบในตำแหน่งที่ต่างกัน และมีหน้าที่แตกต่างกัน • กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงานร่วมกันเป็นคู่ ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม	
	๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่าง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศในสัตว์	• การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่ไม่มีการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การแตกหน่อและการงอกใหม่ • การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและการปฏิสนธิ ภายใน สัตว์บางชนิดมี ๒ เพศในตัวเดียวกัน แต่การผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะผสมข้ามตัว	
	๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบ สืบพันธุ์เพศหญิง ๑๔. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์	• การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการสร้างสเปิร์ม จากเซลล์สเปิร์มาโทโกเนียมภายในอัณฑะ และ กระบวนการสร้างเซลล์ไข่จากเซลล์โอโอโกเนียม ภายในรังไข่ • อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วย อัณฑะ ทำหน้าที่สร้างสเปิร์มและฮอร์โมนเพศชาย และมีโครงสร้างอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสเปิร์ม สร้างน้ำเลี้ยงสเปิร์ม และสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะ • อัณฑะประกอบด้วยหลอดสร้างสเปิร์ม ซึ่งภายใน มีเซลล์สเปิร์มาโทโกเนียมที่เป็นเซลล์ตั้งต้น ของกระบวนการสร้างสเปิร์ม	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิง ประกอบด้วย รังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด รังไข่ทำหน้าที่ สร้างเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง - กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปิร์มาโท- โกลีเยียมแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ สเปิร์มาโท- โกลีเยียมจำนวนมาก ซึ่งต่อมาบางเซลล์พัฒนา เป็นสเปิร์มาโทไซต์ระยะแรก โดยสเปิร์มาโทไซต์ ระยะแรกจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้สเปิร์มาโทไซต์ ระยะที่สองซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส II ได้สเปิร์มาทิดตามลำดับ จากนั้นพัฒนาเป็น สเปิร์ม - กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเลียเยียมแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้โอโอโกเลียเยียม ซึ่งจะพัฒนา เป็นโอโอไซต์ระยะแรก แล้วแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้โอโอไซต์ระยะที่สองซึ่งจะเกิดการตกไข่ต่อไป เมื่อได้รับการกระตุ้นจากสเปิร์ม โอโอไซต์ระยะ ที่สองจะแบ่งแบบไมโอซิส II แล้วพัฒนาเป็น เซลล์ไข่ - การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ได้ไซโกต ซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝังตัวที่ผนังมดลูก จนกระทั่งครบกำหนดคลอด	
	๑๕. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอ และระยะหลังเอ็มบริโอของ กบ ไก่ และมนุษย์	- การเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น กบ ไก่ และ สัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จะเริ่มต้นด้วยการแบ่ง เซลล์ ของไซโกต การเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ ๓ ชั้น คือ เอกโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม การเกิด อวัยวะ โดยมีการเพิ่มจำนวน ขยายขนาด และ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ เซลล์เพื่อทำหน้าที่ เฉพาะอย่าง ซึ่งพัฒนาการของอวัยวะต่าง ๆ จะทำให้มีการเกิดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด - การเจริญเติบโตของมนุษย์จะมีขั้นตอนคล้าย กับ การเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอื่น ๆ โดยเอ็มบริโอจะฝังตัวที่ผนังมดลูก และมีการ แลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับลูกผ่านทางรก	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุป หน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ และเนื้อเยื่อ ที่สร้างฮอร์โมน	• ฮอร์โมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่าง ๆ ของร่างกาย โดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้ จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วร่างกาย • ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลั่งฮอร์โมน ไม่มีท่อในการ ลำเลียงฮอร์โมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียง โดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง • ต่อมไพเนียลสร้างเมลาโท닌ซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงในรอบวัน • ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอร์โมน โพรแลกติน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอร์โมนซึ่งสร้างจากไฮโปทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินซึ่งควบคุมอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย และสร้างแคลซิโทนินซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ • ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราไทรอยด์ฮอร์โมนซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ • ตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคากอน ซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ • ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างกลูโคคอร์ติคอยด์ มีเนราโลคอร์ติคอยด์ และฮอร์โมนเพศ ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้าง เอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน ซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน • อัณฑะมีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเตอโรน ส่วนรังไข่ มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโตรเจน และโพรเจสเตอโรน ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไทมัด กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้าง ฮอร์โมนได้หลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน - การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้ง การควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้ง และการควบคุม แบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาดุลยภาพ ของร่างกาย - ฟีโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ซึ่งส่งผลกระทบต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน	
	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด และพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์ ๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ ระหว่างพฤติกรรมกับ วิวัฒนาการของระบบประสาท ๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสารระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม	- พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงพฤติกรรม - พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น โอเรียนเตชัน (แทกซิสและไคนีซิส) รีเฟล็กซ์ และฟิกแอคชันแพทเทิร์น - พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ แบ่งได้เป็น แอบิซูเอชัน การฝังใจ การเชื่อมโยง (การลองผิดลองถูกและการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล - ระดับการแสดงพฤติกรรมที่สัตว์แต่ละชนิดแสดงออกจะแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการของระบบประสาทที่แตกต่างกัน - การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่งซึ่งมีหลายวิธี เช่น การสื่อสารด้วยท่าทาง การสื่อสารด้วยเสียง การสื่อสารด้วยสารเคมี และการสื่อสารด้วยการสัมผัส	

สาระชีววิทยา

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียน สาร
ในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตใน
ระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม ปัญหาและ ผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไข
ปัญหา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการ เรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๖	๑. วิเคราะห์ อธิบาย และ ยกตัวอย่างกระบวนการ ถ่ายทอดพลังงานในระบบ นิเวศ ๒. อธิบาย ยกตัวอย่างการ เกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน และ บอกแนวทางในการลดการ เกิด ไบโอแมกนิฟิเคชัน ๓. สืบค้นข้อมูล และเขียน แผนภาพ เพื่ออธิบาย วัฏจักร ไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักร ฟอสฟอรัส	- ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีกระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้น กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การถ่ายทอด พลังงาน และการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอด พลังงานในระบบนิเวศสามารถแสดงได้ด้วย แผนภาพที่เรียกว่า โซ่อาหาร สายใยอาหาร และพีระมิดทางนิเวศวิทยา - พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละลำดับขั้นการกินอาหารมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียไปในรูปความร้อนระหว่างการถ่ายทอด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง - การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้ง อาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วย เรียกว่า การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน ซึ่งอาจมีระดับ ความเข้มข้นของสารพิษมากขึ้นตามลำดับขั้นของ การกินจนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต - สารต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้น ผ่านทั้งในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต กลับคืนสู่ระบบ อย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักร กำมะถัน และวัฏจักร ฟอสฟอรัส	
	๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะ ของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขต ภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก	ไบโอมคือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตาม เขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละ ไบโอมจะมีลักษณะเฉพาะของปัจจัยทางกายภาพ ชนิดของพืช และชนิดของสัตว์	
	๕. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบ การ	ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้ การเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้ระบบ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบหุติยภูมิ	นิเวศสามารถ ปรับสมดุลได้ แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อย่างรวดเร็วอาจส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบ ทางชีวภาพในระบบนิเวศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น • การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา มีทั้งการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบหุติยภูมิ	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุป เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของ สิ่งมีชีวิตบางชนิด ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง การเพิ่มของประชากร แบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก ๘. อธิบาย และยกตัวอย่าง ปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร	• ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะหลายประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของประชากร ความหนาแน่นของประชากร การกระจายตัวของสมาชิกในประชากร โครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่าง เพศ อัตราการเกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้า การอพยพออกของประชากร และการรอดชีวิตของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน • ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อ การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ • การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ • การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง • การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น ปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร และปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่น ของประชากร • ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว แบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมเป็นต้นมา	
	๙. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และ	• ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จาก	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา	กิจกรรม ต่าง ๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้รับการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ - การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสาร อินทรีย์ในน้ำ - การจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรมีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหา คุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำ อย่างถูกต้อง	
	๑๐. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	- การปนเปื้อนของสารเคมี ฝุ่นละออง และจุลินทรีย์ ต่าง ๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิดได้ทั้ง จากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุ การเกิดไฟป่า และการเกิดแก๊สพิษ จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบ ต่าง ๆ - การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย การกำหนดนโยบาย และวางแผนงานเพื่อป้องกัน และแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแล รักษาคุณภาพอากาศ	
	๑๑. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	- มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดินส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ - การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิดมลพิษและความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้ดินอย่างถูกต้อง	
	๑๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบ ที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้ง เสนอ แนวทางในการป้องกัน	พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมี สาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ ทำลายป่า การบุกรุก	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	การทำลายป่าไม้และ การอนุรักษ์ป่าไม้	พื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดิน การเผาป่า การทำเหมืองแร่ - พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลง หรือสูญพันธุ์ได้ - การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่งเสริมการปลูกป่า ป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปลูกจิตสำนึกเรื่อง การอนุรักษ์ป่าไม้	
	๑๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบ ที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทาง ในการอนุรักษ์สัตว์ป่า	- การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องจาก การกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การทำให้ แหล่งที่อยู่อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า - การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการ ให้มีพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอ รวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่า ลดจำนวนลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกัน อนุรักษ์	

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	- นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอม และเสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และผลการทดลอง - แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมาทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาคประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวก ที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลางอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โบร์เสนอว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียส โดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส	
	๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุ จำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของ อะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอก ความหมายของไอโซโทป	สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอน ต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป	
	๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอน ในระดับพลังงานหลักและระดับ	การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊ส ทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และแต่ละระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	พลังงานย่อย เมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ	พลังงานย่อยซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอนเรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอน จะจัดเรียงในออร์บิทัลให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุด สำหรับอะตอมในสถานะพื้น	
	๔. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ	ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอม และสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบ โดยอาจแบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจแบ่งเป็น กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน	
	๕. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ	ธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ธาตุเรฟรีเซนเททีฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกัน ตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไป ตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโตรเนกาติวิตี สมรรถภาพอิเล็กตรอน	
	๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททีฟ	ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททีฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบ ส่วนใหญ่จะมีสี	
	๗. อธิบายสมบัติ และคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี	ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุ มีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียสไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับ ธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี เป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัว จนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่ เฉพาะของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุ มาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม	
	๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะ ไอออนิกโดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์ แบบจุดของลิวิอิส	- สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วย สัญลักษณ์แบบจุดของลิวิอิส โดยการเกิดพันธะเคมี ส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต - พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบ ส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอน และไอออนลบเกิดจากอโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิก ไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็นโครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบจัดเรียงตัวต่อเนื่อง กันไปทั้งสามมิติ	
	๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	- สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้า ตาม ด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลข แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็น องค์ประกอบ - การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบ สำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะด้วย	
	๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา การเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักร บอร์น-ฮาเบอร์	ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุ เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้ง ที่เป็นปฏิกิริยาคูดพลังงานและคายพลังงาน ซึ่งแสดงได้ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบ ไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก	• สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลาย ในน้ำจะนำไฟฟ้า • สารละลายของสารประกอบไอออนิกแสดงสมบัติ ความเป็นกรด-เบส ต่างกัน สารละลายของ สารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และ สารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติ เป็นเบส	
	๑๓. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	• ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก สามารถเขียน แสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิก สุทธิ โดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้น และ ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออน ส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ ทำปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น	
	๑๔. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส	• พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายใน โมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ของธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไป จะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วย พันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สารโคเวเลนต์ พันธะ โคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และ พันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วย โครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ของแต่ละอะตอมด้วยจุด	
	๑๕. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	• สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ โดยทั่วไปเขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับตามค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีจากน้อยไปมาก โดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุ ที่มีมากกว่า ๑ อะตอมในโมเลกุล • การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำได้โดยเรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัด	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		มา โดยมีค่านำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็น องค์ประกอบ	
	๑๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้ง คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของ สารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ	• ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะ และชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดมีค่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสที่เหมาะสมได้มากกว่า ๑ โครงสร้าง ที่เรียกว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ • พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา ซึ่งได้จากผลต่างของพลังงานพันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์	
	๑๗. คาดคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	• รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ อาจพิจารณาโดยใช้ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวน อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางโมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นผลรวม ปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้วของแต่ละพันธะตามรูปร่างโมเลกุล	
	๑๘. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์	• แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็น แรงแผ่กระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้ สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดต่ำกว่าสารประกอบไอออนิก เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก • สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ และไม่ละลายในน้ำ สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตกตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสารที่ไม่แตกตัว	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย- นอนอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้จากสาร ที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายของ สารประกอบคลอไรด์และออกไซด์จะมีสมบัติ เป็นกรด	
	๑๙. สืบค้นข้อมูล และ อธิบายสมบัติของ สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย ชนิดต่าง ๆ	• สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุล ขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่อง เป็น โครงสร้างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและ จุด เดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายที่มี ธาตุ องค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอัญรูปต่างกัน จะมี สมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์	
	๒๐. อธิบายการเกิดพันธะ โลหะและสมบัติของโลหะ	• พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของ ทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่ว ทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอนใน นิวเคลียสทุกทิศทาง • โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถ ตีเป็นแผ่นหรือดัดเป็นเส้นได้ นำความ ร้อนและ นำไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุด เดือดสูง	
	๒๑. เปรียบเทียบสมบัติบาง ประการของสารประกอบ ไอ ออนิก สารโคเวเลนต์ และ โลหะ สืบค้นข้อมูล และ นำเสนอตัวอย่างการใช้ ประโยชน์ของ สารประกอบไอ ออนิก สารโคเวเลนต์ และ โลหะ ได้อย่างเหมาะสม	• สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และ โลหะ มีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่าง กัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลาย น้ำ การนำ ไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม	
ม.๕	๑. อธิบายความสัมพันธ์และ คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะ ต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎ ของชาร์ล กฎของ เกย์-ลู สแซก	• พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบาย ได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎ ของ เกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถ นำมาใช้ ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรือ อุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊ส ที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส		
	๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของ อาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วย กฎของอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมล ของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถ นำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการ เปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊ส ที่ภาวะต่าง ๆ ได้	
	๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊ส ในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน	ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎ ความดันย่อยของดอลตัน	
	๕. อธิบายการแพร่ของแก๊ส โดยใช้ทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของ เกรแฮม	แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊สอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส สัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม	
	๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอ ตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้ อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิต ประจำวันและในอุตสาหกรรม	
ม.๖	๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอ ตัวอย่างสารประกอบ	สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	อินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน	คาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม นอกจากนี้ยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่น ๆ ได้อีกด้วย และมีการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย	
	๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบ อินทรีย์	• โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แสดงได้ด้วย สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ หรือสูตรโครงสร้างแบบเส้น	
	๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน	• สารประกอบอินทรีย์มีหลายประเภท การพิจารณา ประเภทของสารประกอบอินทรีย์อาจใช้หมู่ฟังก์ชัน เป็นเกณฑ์ได้เป็นแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอไมด์	
	๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC	• การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ และเอไมด์ จะเรียกตามระบบ IUPAC หรือ อาจเรียกโดยใช้ชื่อสามัญ	
	๕. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ	• ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติแตกต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ซิม และเรียกสารแต่ละชนิดว่า ไอโซเมอร์ ไอโซเมอร์ที่มี สูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์โครงสร้าง	
	๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและ การละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มี หมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน	• สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างของสารต่างกันจะมีจุดเดือดและ การละลายในน้ำต่างกัน สำหรับการละลายของ สารพิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลาย และตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน	
	๗. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยา	• สารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีนและปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จะให้ผลของ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	กับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	ปฏิกิริยาต่างกัน จึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ ในการจำแนกประเภทของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนได้	
	๘. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยา เอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน ๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน	• กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้ เป็นเอสเทอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเอมีนเกิดเป็น เอไมด์ เอสเทอร์และเอไมด์สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์ ในเบสแอลคาไล เรียกว่า ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน	
	๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม	• สารประกอบอินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ได้มากมายในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำไปใช้เป็น สารตั้งต้นและตัวทำละลายในอุตสาหกรรม ด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและพลังงาน อุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมเกษตร	
	๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์	• พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า มอนอเมอร์ เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยมีทั้ง พอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ อาจเป็นปฏิกิริยาแบบ ควบแน่นหรือปฏิกิริยาแบบเติม ขึ้นอยู่กับหมู่ฟังก์ชันและโครงสร้างของมอนอเมอร์	
	๑๒. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์	• พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกันอาจเป็น โครงสร้าง แบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิด ของมอนอเมอร์และภาวะของปฏิกิริยาการเกิด พอลิเมอร์ ซึ่งโครงสร้างของพอลิเมอร์ส่งผลต่อ จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่น จึงสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ได้ อย่างหลากหลาย	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติก และผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์	• พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วสามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติก ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่ง ส่วนพอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว จึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์โมเซต มีโครงสร้างแบบร่างแห พลาสติกมีทั้งที่เป็นพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติก และพอลิเมอร์เทอร์โมเซต ผลิตภัณฑ์ยางเป็น พอลิเมอร์เทอร์โมเซต ซึ่งทำให้มีสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน	
	๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของ พอลิเมอร์	• การปรับเปลี่ยนโครงสร้างหรือการสังเคราะห์พอลิเมอร์ เช่น วัลคาไนเซชัน การสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้า เป็นการปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น	
	๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข	• การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไข	

สาระเคมี

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมี ไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด	- ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่ เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและ ผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิด ปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี - การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์ หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอม ของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน	
	๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย ๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสาร ในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้	
	๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม	
	๖. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่น ที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ	
ม.๕	๑. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา ๒. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟ การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัด ในปฏิกิริยา	ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจาก สารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์	
	๓. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกัน ของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชน และพลังงานที่เกิดจากการชน	
	๔. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มี ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ๕. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่ กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและ ตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้้อตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำ ปฏิกิริยาด้วย	
	๖. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรม	ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม	
	๗. ทดสอบ และอธิบายความหมายของ	ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้น	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ปฏิบัติการผันกลับได้และภาวะสมดุล ๘. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตรา การเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล	และอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิด ปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิด ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิด ปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุล ที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ เรียกว่า สมดุลพลวัต	
	๙. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา ๑๐. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล	• ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วย ค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง	
	๑๑. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน	• ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จาก ผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำ สมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อย ให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คุณ และ หากมีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุล เป็นตัวหาร	
	๑๒. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและ ค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุล ของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของ เลอชาเตอลิเ	• เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรือ อุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง	
	๑๓. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของ กระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม	• ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบาย กระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม	
	๑๔. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบส โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เร	• สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรด หรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	เนยีส เบรินสเตด-ลาวรี และ ลิวอิส	เบส ของอาร์เรเนยีส เบรินสเตด-ลาวรี หรือลิวอิส	
	๑๕. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี	ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี เมื่อ กรดหรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น จะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้น ที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของ สารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมีโปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน	
	๑๖. คำนวน และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส	กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้ แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัว เป็นไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อน หรือเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย โดยความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดหรือเบสอาจพิจารณาได้จากค่าคงที่ การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณ การแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส	
	๑๗. คำนวนค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของ สารละลายกรดและเบส	- น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียสแตกตัว ให้ไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ เท่ากับ 1.0×10^{-14} - เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายแสดงได้ด้วยค่า pH ซึ่ง สัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน โดยสารละลายกรดมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนมากกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH น้อยกว่า ๗ ส่วน สารละลายเบสมี ความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนน้อยกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า ๗	
	๑๘. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และ ระบุ	ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทิน ระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลาย ที่เป็นกรด	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย หลังการสะเทิน ๑๙. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ	ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อน และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลาย ในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลาย ที่มีสมบัติเป็นเบส	
	๒๐. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ การไทเทรตกรด-เบส	การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณ หรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกันเรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติ จุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถ สังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของ อินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต ดังนั้น อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับ หรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล	
	๒๑. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต	ปริมาณกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันจากการไทเทรตกรด-เบส สามารถนำไปคำนวณความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบความเข้มข้นได้	
	๒๒. อธิบายสมบัติองค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายของกรดอ่อน กับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือเบสอ่อนกับเกลือ ของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติมกรด เบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่า สารละลายทั่วไป สมบัติเฉพาะของสารละลาย บัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
	๒๓. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ กรด-เบส	ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์ และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๒๔. คำนวณเลขออกซิเดชันและระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์	เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ระหว่างพลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้ว ทำให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดง ประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้า สมมติของอะตอมธาตุ เรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์	
	๒๕. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้ง เขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์	ปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอน จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์	
	๒๖. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการ เป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดง ปฏิกิริยารีดอกซ์	การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จาก ผล การทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์	
	๒๗. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา	ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา	
	๒๘. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และ เขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและ แคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์	เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วย สะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอน เคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้า สามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์	
	๒๙. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น	ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จาก ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า เซลล์กัลวานิก แต่ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ไม่สามารถเกิดได้เอง ต้องมีการให้กระแส	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ไฟฟ้าจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก	
	๓๐. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดง ปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ	เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ภายในเซลล์ปฐมภูมิไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยา ย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับ มาใช้ได้ อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายใน เซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ได้โดยการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้ อีก	
	๓๑. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแส ไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแส ไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกัน การกัดกร่อนของโลหะ	เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม หลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยกสารเคมี ด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	
	๓๒. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่าง ความก้าวหน้า ทางเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า ในชีวิตประจำวัน	ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรม ด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	

สาระเคมี

๓. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและ สิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ	การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัย และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควร ศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี เช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การป้องกันอุบัติเหตุ ระหว่างการทดลอง การกำจัดสารเคมี	
	๒. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	อุปกรณ์และเครื่องมือซึ่ง ตวง วัดแต่ละชนิด มีวิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการวัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยง และ ความแม่นยำในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมี การเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการ อย่างเหมาะสม	
	๓. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียน รายงานการทดลอง	การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผน การทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุปและวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูล และการเขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง โดยการทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์	
	๔. ระบุนิยามวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และ เปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอ ด้วยการใส่แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจระบุ อยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกัน จึงมีการกำหนดหน่วยในระบบเอสไอให้เป็นหน่วยสากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วย เพื่อให้เป็นหน่วยสากล สามารถทำได้ด้วยการใช้ แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	
	๕. บอกความหมายของมวล อะตอมของธาตุ และ คำนวณ	มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ ๑ อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน แต่เนื่องจาก	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร	อิเล็กตรอนมีมวลน้อยมาก เมื่อเทียบกับโปรตอน และนิวตรอน ดังนั้น มวลอะตอมจึงมีค่า ใกล้เคียงกับผลรวมของ มวลโปรตอนและ นิวตรอน - มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่า มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้น ตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ - มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของ มวล อะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ของสาร นั้น	
	๖. อธิบาย และคำนวณ ปริมาณใดปริมาณหนึ่ง จาก ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และ ปริมาตรของแก๊สที่ STP	โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ เลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวล อะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสาร ที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมี ปริมาตรเท่ากับ ๒๒.๔ ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP	
	๗. คำนวณอัตราส่วนโดยมวล ของธาตุองค์ประกอบ ของสารประกอบตามกฎ สัดส่วนคงที่	สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุ ตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวล ของธาตุ องค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วน คงที่	
	๘. คำนวณสูตรอย่างง่ายและ สูตรโมเลกุลของสาร	สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่าง ง่าย คำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวล อะตอม ของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวล โมเลกุล ของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุล ได้	
	๙. คำนวณความเข้มข้นของ สารละลายในหน่วย ต่าง ๆ	สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูป ของสารละลาย การบอกปริมาณของสาร ใน สารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น ใน หน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้าน ส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมล	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๐. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มี ความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตร สารละลายตามที่กำหนด	การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ใน ตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้น มาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสาร ที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ	
	๑๑. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไป จากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณ ของตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของ ตัวทำละลาย	
ม.๖	๑. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม	สถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม สามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้	
	๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อ แก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ	การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือ ประเด็นที่สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้ง คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์	
	๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ	การนำเสนองานหรือแสดงผลงาน เป็นการเปิด โอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ผลงาน รวมทั้งเพิ่มโอกาสในการพัฒนางาน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ประกอบกรนำเสนอ ซึ่งจะทำให้การสื่อสาร มีประสิทธิภาพมากขึ้น	
	๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วม การสัมมนา การเข้า ร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ	• การสัมมนา การประชุมวิชาการ หรือการร่วมแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนความคิด แสดงทัศนคติต่อกรณีศึกษา สถานการณ์ หรือประเด็นสำคัญทางเคมี ซึ่งช่วยส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยี เพื่อการค้นคว้า และการสื่อสาร ซึ่งสามารถทำได้หลายระดับ โดย อาจเป็นระดับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียน ชุมชน ระดับชาติ หรือนานาชาติ	

สาระฟิสิกส์

๑. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๔	๑. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของ หลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อ การแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี	- ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับ สสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับ พลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ - การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุป เป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต - ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการ และแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหา ความรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหา ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย	
	๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อน ในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้ง แสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์ และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง	- ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัด ปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและหน่วยวัด - ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือ ต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัด ปริมาณทางวิทยาศาสตร์คือ ระบบหน่วย ระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ - ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ๑ มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ หรือเขียนโดยใช้คำ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		นำหน้าหน่วยของระบบเอสไอ การเขียนโดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียน เพื่อแสดงจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง - การทดลองทางฟิสิกส์เกี่ยวกับการวัดปริมาณต่าง ๆ การบันทึกปริมาณที่ได้จากการวัดด้วยจำนวน เลขนัยสำคัญที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อน การวิเคราะห์และการแปลความหมายจากกราฟ เช่น การหาความชันจากกราฟเส้นตรง จุดตัดแกน พื้นที่ใต้กราฟ เป็นต้น - การวัดปริมาณต่าง ๆ จะมีความคลาดเคลื่อนเสมอ ขึ้นอยู่กับเครื่องมือวิธีการวัด และประสบการณ์ ของผู้วัด ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดง ในการรายงานผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ - การวัดควรเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับ สิ่งที่ต้องการวัด เช่นการวัดความยาวของวัตถุ ที่ต้องการความละเอียดสูง อาจใช้เวอร์เนียร์ แคลลิเปอร์ส หรือไมโครมิเตอร์ - ฟิสิกส์อาศัยคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า และการสื่อสาร	
	๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่ง คงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็ว และความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิด ในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่ง คงตัวมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u + v}{2}\right)t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2}at^2$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		$v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ - การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียน อยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็ว กับเวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชัน ของเส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็น ความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลา เป็นการกระจัด ในกรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต - การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับ ความเร่งโน้มถ่วง ของโลก	
	๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถ หาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธีเขียน เวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ	
	๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- สมบัติของวัตถุที่ด้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณ ที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย - การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ - กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน - กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่ง โดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่าง วัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม และกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่ กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้	
	๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของ สนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมิมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มีมวลสองก้อนดึงดูด ซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทน $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ ได้ด้วยสมการ - รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุ มีน้ำหนัก	
	๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุ หยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทาน ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	- แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อน ในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือ แนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและ แรงปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่นั้น ๆ - ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อ วัตถุนั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุ เริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ ขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ คู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		$f_s \leq \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$ การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	
	๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผล ของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุ อยู่ในสมดุล กล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุล ของแรงสามแรง	- สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว คงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว - วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ - วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือ หมุนด้วย ความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวม ของโมเมนต์ที่ กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ $M = Fl$ - เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่ แต่ไม่สมดุลต่อ การหมุน - การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และ ผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุ อยู่ในสมดุลกล	
	๙. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของ วัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของ วัตถุ	เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่ม่มีแรง เสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวร่งนั้นกระทำ ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ แบบเคลื่อนที่โดยไม่หมุน	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวล และศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของ วัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ	
	๑๐. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จาก สมการ และพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย	- งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของ ขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos \theta$ หรือหาจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่ง โดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัว ก็ได้ - งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$	
	๑๑. อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริง กับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์ และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้น จากแรงลัพธ์	- พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน - พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ - พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง หรือรูปร่างของวัตถุ แบ่งออกเป็น พลังงานศักย์ โนมถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$ - พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$ - แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับ เส้นทางเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและ แรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของ แรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ ด้วยสมการ $W = \Delta Ek$	
	๑๒. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้ง วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	- ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรง อนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียน แทนได้ด้วยสมการ $E_k + E_p = \text{ค่าคงตัว}$ โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ - กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก	
	๑๓. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้ง คำนวณ ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล	การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลลา ใช้หลักของงาน และสมดุลกล ประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ $Efficiency = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$ การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ $M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{out}}{S_{in}}$	
	๑๔. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม	- วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณ เวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวล และความเร็วของวัตถุ ดังสมการ $p = mv$ - เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัม ของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตรา การเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ - แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เวลา เรียกว่า การดล ตามสมการ $\vec{I} = \left[\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right] \Delta t$ ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง แรงดลกับเวลา	
	๑๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบ ยึดหยุด ไม่ยึดหยุด และการติดตัวแยกจากกัน ในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม	- ในการชนกันของวัตถุและการติดตัวออกจากกัน ของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมา กระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $pi = pf$ โดย pi เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ pf เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน - ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของระบบ อาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยึดหยุด ส่วนการชน ที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชน แบบไม่ยึดหยุด	
	๑๖. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการ เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยน ตำแหน่งในแนวตั้งและแนวระดับพร้อมกัน และเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำ จึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ ตามสมการ $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t$	
	๑๗. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวล ของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบ ระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม	• วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมี แรงลัพท์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่ง สู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ $F_c = \frac{mv^2}{r}$ * นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$ * ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมจึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา	

สาระพินิจ

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน
ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง
รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๕	๑. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A \sin(\omega t + \phi)$ $v = A \omega \cos(\omega t + \phi)$ $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A \omega^2 \sin(\omega t + \phi)$ $a = -A \omega^2$ * การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง และการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายที่มีขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับขนาดของการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล แต่มีทิศทางตรงข้าม โดยมีคาบการสั่นของวัตถุที่ติดอยู่ที่ปลายสปริง และคาบการแกว่งของ ลูกตุ้มตามสมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ตามลำดับ	
	๒. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและเกิดการสั่นพ้อง	* เมื่อดึงวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยให้สั่น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่เฉพาะตัวการดึงลูกตุ้มออกจากแนวตั้งแล้วปล่อยให้แกว่ง ลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัวเช่นกัน ความถี่ที่มีค่าเฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติเมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ที่มีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๓. อธิบายปรากฏการณ์คลื่นชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น	* คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง * คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางเรียกว่า คลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ยังจำแนกชนิดของคลื่นออกเป็นสองชนิด ได้แก่ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว * คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วยการกระจัด สันคลื่น ท้องคลื่น เฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็ว โดยอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = f\lambda$ * การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักการของฮอยเกนส์ และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกันจะรวมกันตามหลักการซ้อนทับ	
	๔. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน * คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อของตัวกลางที่แตกต่างกัน แล้วเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม โดยเป็นไปตามกฎการสะท้อน เขียนแทนได้ด้วยสมการ มุมสะท้อน = มุมตกกระทบ * คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตามกฎการหักเห เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ * คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับ โดยกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		$ S_1P - S_2P = n\lambda$ เมื่อ $n = 0,1,2,3,.$ $ S_1Q - S_2Q = (n + \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 0,1,2,3,.$ * คลื่นนิ่งเกิดจากคลื่นอาพันธ์สองขบวนแทรกสอดกันแล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่า ปฏิบัพ และตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบหักล้างตลอดเวลา เรียกว่า บัพ * คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปด้านหลังได้	
	๕. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับ คลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในหน่วยของศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* เสียงเป็นคลื่นกลชนิดคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่น อัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ * เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน	
	๖. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลม เรียกว่า ความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$ * ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน ตามสมการ $\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		* ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน เนื่องจากมีคุณภาพเสียงต่างกัน * เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง	
	๗. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีตคลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๗)	* ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน คำนวณได้จากสมการ $f_n = n \frac{v}{4L} \quad \text{เมื่อ } n = 0,1,2,3,\dots$ * ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อย เป็นจังหวะ * คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง * เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกัน ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ * ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกัน จะเกิดคลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูงมาก มีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก * ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบายหลักการทำงานของเครื่องดนตรี การแปลงเสียงของมนุษย์ การประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* เมื่อแสงผ่านช่องเล็กยาวเดี่ยว (สลิตเดี่ยว) และช่องเล็กยาวคู่ (สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบน และการแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืดและแถบสว่างบนฉาก โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ แถบมืด สำหรับสลิตเดี่ยว $d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$ แถบสว่าง สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ แถบมืด สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$ * เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กยาวที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็นจำนวนมาก และระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อย โดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กัน ใช้สำหรับหาความยาวคลื่นของแสงและศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของแสง โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$	
	๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	**เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อน ซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน **วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการ กรณีกระจกเงาราบ $s' = -s$ กรณีกระจกเงาทรงกลม $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเหรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและลึกปรากฏ มุมวิกฤต และการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวรอยต่อของตัวกลางสองตัวกลางจะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่าคงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่ากฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ * การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้จากสมการ $\frac{s'}{s} = \frac{n_2}{n_1}$ * มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศาเรียกว่า มุมวิกฤต ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$ * การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต	
	๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง ตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	* เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุ โดยตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้นหาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสง หรือคำนวณได้จากสมการ $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$ * ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๒. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มีราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	* กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้ อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด และมีราจ * เมื่อแสงตกกระทบอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศแสงจะเกิดการกระเจิง ใช้ อธิบายการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	
	๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี	* การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี * การผสมสารสีให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม แต่ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว * แผ่นกรองแสงสียอมบางแสงสีผ่านไปได้และดูดกลืนบางแสงสี * การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง * ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็นเซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา	

สาระพินิจ

๓. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๕	๑. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกัน และการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	* การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกันจะทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีковัตถุหนึ่งโดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า * เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านที่ใกล้วัตถุและประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถใช้วิธีการนี้ในการทำใหวัตถุมีประจุได้	
	๒.อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์	* จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกัน โดยมีทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสอง และมีขนาดของแรงระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผลคูณของขนาดของประจุทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างจุดประจุ ซึ่งเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$ เมื่อ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	
	๓. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์	* รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มีสนามไฟฟ้าขนาด $E = k \frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า * สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{12}}{q_2}$ * สนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากจุดประจุหลายจุด ประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		* ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากันแต่อยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลม * สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ	
	๔. อธิบาย และคำนวณ พลังงานไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ	** ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $U = k \frac{q_1 q_2}{r}$ ** พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดยศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุแปรผันตรงกับขนาดประจุ และแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \frac{Q}{r}$ ** ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i}$ * ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า คือ งานในการเคลื่อนประจุบวกหนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$ * ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้าและระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $V_B - V_A = Ed$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๕. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชั้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุของตัวเก็บประจุตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ * ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$ * เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ * เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$	
	๖. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน	* ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายภาพนิวมีโอ และเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ * ความรู้เรื่องไฟฟ้ายังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น พายุฟ้าผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น	
	๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า * กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_d A$	
	๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์	* เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทาน	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน	ของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = \frac{1}{R}V$ * ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัว ขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุ ตามสมการ $R = \rho \frac{l}{A}$ * ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จากแถบสีบนตัวต้านทาน * เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ * เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$	
	๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า	* แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$ * พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $W = I\Delta Vt$ และ $P = I\Delta V$	
	๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน	* เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$ และ $r = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ ตามลำดับ * เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทานภายในสมมูลลดลง ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \dots = \mathcal{E}_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		* กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน คำนวณได้ตามสมการ $I = E/R+r$	
	๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	* การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ * เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	
ม.๖	๑. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนดรวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์	* เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กมีความเข้มมาก * ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณา และอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วยสมการ $B = \frac{\phi}{A}$ * เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือโซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น	
	๒. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับ	* อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น คำนวณได้จากสมการ $F = qvB \sin \theta$ * กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไปโดยรัศมีมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ $r = \frac{mv}{qB}$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	สนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน	* ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้นโดยทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา และคำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = ILB\sin\theta$ * เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง	
	๓. อธิบายหลักการทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบายการทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบคำนวณได้จากสมการ $M = NIAB\cos\theta$	
	๔. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	* เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำจะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ * ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้กฎของเลนส์ * ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบล็คสตาร์ทแบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิดอีเอ็มเอฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า	
	๕. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอฟ	* ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์ * การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับใช้ค่ายังผลหรือค่ามีเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \quad ; \quad I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๖. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับ ๓ เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มีขดลวดตัวนำ ๓ ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่งกันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐ องศา ซึ่งช่วยให้มีประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงานไฟฟ้า * ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้วลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการ โดยใช้หม้อแปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ * ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง จะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟในขดลวดทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิ และจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$	
	๗. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ ไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลัก การทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	• การเหนี่ยวนำต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและ สนามไฟฟ้า ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออก จากแหล่งกำเนิด • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดย สนามทั้งสองมีทิศตั้งฉากกันและตั้งฉากกับ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น • แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง โดยแสงใน ชีวิตประจำวันเป็นแสงไมโครเวฟ ไรส์ เมื่อแสงนั้น ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ ในระนาบเดียวเรียกว่า แสงโพลาไรส์เชิงเส้น สมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาไรเซชัน • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมาย โดย ความถี่นี้มีค่าต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้างเรียกว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องระบุตำแหน่งบน พื้นโลก เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และ เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก	
	๘. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล	- การสื่อสารเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ทำได้โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ สำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม - สัญญาณมีสองชนิดคือแอนะล็อกและดิจิทัล โดยการส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัล มีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก	

สาระฟิสิกส์

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะ ของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแฉกนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์ อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๖	๑. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	* เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิกำนวณได้จากสมการ $Q = mc \Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = mL$ * วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$ * เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน	
	๒. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืด และหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำ ด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่อง สภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน	- สมบัติที่วัสดุเปลี่ยนรูปและกลับสู่รูปเดิม เมื่อหยุด ออกแรงกระทำเรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ถ้ายัง ออกแรงต่อไป วัสดุจะขาดหรือเสียรูปอย่างถาวร - ในกรณีที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความยาว ถ้าออกแรงกระทำต่อเส้นลวดไม่เกินขีดจำกัด การแปรผันตรง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นลวดแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง ทำให้ความเครียดตามยาวที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับเค้นตามยาว โดยความเค้นตามยาว คำนวณได้จากสมการ $\sigma = F/A$ ส่วนความเครียดตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\epsilon = \Delta L / L_0$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- อัตราส่วนความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาว เรียกว่า โมดูลัสของยัง ซึ่งมีค่าขึ้นกับชนิดของวัสดุ คำนวณได้จากสมการ $Y = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ หรือ } Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$ - ถ้าวัสดุมีโมดูลัสของยังสูงแสดงว่าวัสดุนั้นเปลี่ยนแปลงความยาวได้น้อย ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้น เกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น วัสดุไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ สมบัตินี้นำไปใช้พิจารณา ในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน	
	๓. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก	* ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็นความดันในของเหลว * ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho gh$ ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ $P = P_0 + P_g$ * ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ * เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใดๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลว นั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก	
	๔. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล	* วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาดแรงพยุงเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพยุงจากของไหลคำนวณได้จากสมการ $F_B = \rho Vg$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๕. ทดลอง อธิบาย และ คำนวณความตึงผิวของ ของเหลว รวมทั้งสังเกตและ อธิบายแรงหนืดของของเหลว	* ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิว ของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผล จากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลง บางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิว ของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณ ได้จากสมการ $\gamma = \frac{F}{l}$ * ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่ เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืด ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด	
	๖. อธิบายสมบัติของของไหล อุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง และนำความรู้ เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลีไปอธิบาย หลักการทำงานของอุปกรณ์ ต่าง ๆ	* ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่าง สม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหล โดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความ ต่อเนื่อง $Av = \text{ค่าคงตัว}$ * ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกัน ของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอจะมี ผลรวมของความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ต่อ หนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่ง หน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$	
	๗. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง	* แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่ แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น * ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรและ อุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊ส อุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $PV = nRT = Nk_B T$	
	๘. อธิบายแบบจำลองของ แก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของ แก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็ม เอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๘)	* จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการ เคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบาง ประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงาน จลน์เฉลี่ยและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุล ของแก๊สได้	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		* จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{2}{3} N\bar{E}_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส คำนวณได้จากสมการ $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$	
	๙. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน	* ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ $W = P\Delta V$ * โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมีพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุลเรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส * พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$ ** ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ	
	๑๐. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	* พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมพลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตามสมการ $E = nhf$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์ อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ $r_n = \left(\frac{\hbar^2}{mke^2} \right) n^2 \text{ และ}$ $E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2e^4}{\hbar^2} \left(\frac{1}{n^2} \right) \text{ ตามลำดับ}$ ** ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$	
	๑๑. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ	* ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์ * โइनส์ได้นำทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{\max}}$ * การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{\max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ	
	๑๒. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบาย	* การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของ เดอบรอยล์ที่เสนอว่า อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่อ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์	อนุภาคประพัตต์ัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาค ตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ * จากความคิดของไอน์สไตน์และ เดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัติดังกล่าวเรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค	
	๑๓. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา	- กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ออกมา มี ๓ ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา - การแผ่รังสีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยสมการการสลายให้แอลฟา ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$ การสลายให้บีตาลบ ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{-1}^0\text{e} + \bar{\nu}_e$ การสลายให้บีตาบวก ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{+1}^0\text{e} + \nu_e$ การสลายให้แกมมา ${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^AX^* + \gamma$	
	๑๔. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของ นิวเคลียส กัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวน นิวเคลียสกัมมันตภาพรังสี ที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต	- ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสี อัตราการแผ่รังสี ออกมาในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพ ปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลงของจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี คำนวณได้จากสมการ $A = \lambda N$ - ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยจำนวน นิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิตคำนวณได้จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ และ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ตามลำดับ	
	๑๕. อธิบายแรงนิวเคลียร์เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- ภายในนิวเคลียสมีแรงนิวเคลียร์ที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส - การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกัน ต้องใช้พลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว ซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวล และพลังงาน ตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูง จะมีเสถียรภาพดีกว่านิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยว ต่อนิวคลีออนคำนวณได้จากสมการ $\frac{E}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}$	
	๑๖. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์	- ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ - ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมาก แตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อย รวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น - พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตาม ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน ตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$	
	๑๗. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และ รังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสี ในด้านต่าง ๆ	พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุ กัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่ อาจเกิดขึ้นได้	
	๑๘. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐาน และการใช้ประโยชน์ จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค ในด้านต่าง ๆ	- การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียส ด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงพบว่า โปรตอนและนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มี ขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ด้วยแรงเข้ม - นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้ม ซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อน ซึ่งได้แก่ W - โบซอน และ Z - โบซอน - อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้ รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็นอนุภาคมูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน - แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบาย	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		พฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาค ในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพ รังสีระนาบด้วยการปล่อยโพซิตรอนในการ วินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการรักษาความปลอดภัย มีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการ ตรวจวัดอุณหภูมิในสนามบิน	

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๑. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน ที่เคลื่อนที่ผ่านโลก จึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้างโลก ได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบ ทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นในและแก่นโลกชั้นใน นอกจากนี้ ยังมีการค้นพบรอยต่อระหว่างชั้นโครงสร้างโลก เช่น แนวแบ่งเขตโมโฮโรวิชิก แนวแบ่งเขตกูเทนเบิร์ก แนวแบ่งเขตเลห์แมน	
	๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาค การเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีดังกล่าว อธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีการแผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขา ชากตึกดำบรรพ์ ร่องรอยการเคลื่อนที่ของตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้ง การค้นพบสันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร	
	๓. ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของ แผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐาน ทางธรณีวิทยาที่พบ	การพาความร้อนของแมกมาภายในโลก ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้าง ที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟรูป	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		โค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุดและสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบ ได้แก่ แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกันในแนวราบ	
	๔. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบัน และอธิบายลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา ในอดีต	- การลำดับชั้นหิน เป็นการศึกษาการวางตัว การแผ่กระจาย ลำดับอายุ ความสัมพันธ์ของชั้นหิน รอยชั้นไม่ต่อเนื่อง และหลักฐานทางธรณีวิทยา อื่น ๆ ที่ปรากฏ ทำให้ทราบลำดับเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นบนโลกตั้งแต่ กำเนิดโลก จนถึงปัจจุบัน - หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และลักษณะโครงสร้างทางธรณี ซึ่งนำมา หาอายุได้ ๒ แบบ ได้แก่ อายุเปรียบเทียบ คือ อายุของซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือ เหตุการณ์ทางธรณีวิทยา เมื่อเทียบกับ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือ เหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยาอื่น ๆ และอายุสัมบูรณ์ คือ อายุที่ระบุ เป็นตัวเลขของหิน และ/หรือเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยาซึ่งคำนวณได้จากไอโซโทปของธาตุ - ข้อมูลจากอายุเปรียบเทียบและอายุสัมบูรณ์ สามารถนำมาจัดทำมาตราธรณีกาล คือ การลำดับ ช่วงเวลาของโลกตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบัน แบ่งออกเป็น บรมยุค มหายุค ยุค และสมัย ซึ่งแต่ละ ช่วงเวลามีสิ่งมีชีวิต สภาพแวดล้อมและเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้น แตกต่างกันไป	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟ ระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูล พื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	ภูเขาไฟระเบิด เกิดจากการแทรกดันของแมกมาขึ้นมาตามส่วนเปราะบาง หรือรอยแตกบนเปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้งประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน มักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของแผ่นธรณี และพื้นที่ภายใต้อิทธิพลของการเคลื่อนของแผ่นธรณี ทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย แผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหาย เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๗. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิรวมทั้งสืบค้นข้อมูล พื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	สึนามิ คือ คลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำในปริมาณมหาศาล ส่วนมากจะเกิดในทะเลหรือมหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อย และอาจเพิ่ม ความสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น จึงทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิ ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๘. ตรวจสอบ และระบุชนิดแร่ รวมทั้งวิเคราะห์ สมบัติ และนำเสนอการใช้ประโยชน์ จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม	แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่มีสถานะ เป็นของแข็ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีโครงสร้าง ภายในที่เป็นระเบียบ และมีสูตรเคมีและสมบัติ อื่น ๆ ที่แน่นอน หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้ วงจำกัด ทำให้แร่มีสมบัติทางกายภาพที่แน่นอน สามารถนำมาใช้เพื่อ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ตรวจสอบชนิดของแร่ ทางกายภาพ และการทำปฏิกิริยาเคมีกับกรด ทรัพยากรแร่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น อาหารและยา เครื่องมือแพทย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อัญมณี	
	๙. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อหิน รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม	- หิน เป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ตั้งแต่ ๑ ชนิดขึ้นไป หรือประกอบด้วยแก้วธรรมชาติ หรือสสารจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเอง - หินสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและเนื้อหิน ได้เป็น ๓ ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การระบุชื่อของหิน แต่ละประเภท จะใช้ลักษณะและองค์ประกอบ ทางแร่ของหินเป็นเกณฑ์ หินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น วัสดุก่อสร้าง เครื่องประดับ วัตถุดิบในอุตสาหกรรม	
	๑๐. อธิบายกระบวนการเกิดและการสำรวจ แหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูล ทางธรณีวิทยา ๑๑. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์ อย่างเหมาะสม	- ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากร สิ้นเปลืองที่มีอยู่อย่างจำกัด ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ในเวลาอันรวดเร็ว ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินถูกนำมาใช้ ในอุตสาหกรรม ที่สำคัญของประเทศ เช่น การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ - การศึกษากระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหินต้องใช้ความรู้พื้นฐานธรณีวิทยาหลายด้าน เช่น ตะกอนวิทยา การลำดับชั้นหิน ธรณีโครงสร้าง รวมทั้งวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน	
	๑๒. อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ ที่กำหนด พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่าง การนำไปใช้ ประโยชน์	แผนที่ภูมิประเทศ เป็นแผนที่ที่สร้างเพื่อจำลอง ลักษณะของผิวโลกหรือบางส่วนของพื้นที่บนผิวโลก โดยมีทิศทางที่ชัดเจน และมาตราส่วนขนาดต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับการใช้งาน แผนที่ ภูมิประเทศมักแสดงเส้นชั้นความสูง	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		และคำอธิบาย สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่ - แผนที่ธรณีวิทยา เป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของหินกลุ่มต่างๆ ที่โผล่ให้เห็นบนพื้นผิว ทำให้ทราบถึงขอบเขตของหินในพื้นที่ นอกจากนี้ยัง แสดงลักษณะการวางตัวของชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์ และธรณีโครงสร้าง - ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา สามารถนำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์และ ประเมินศักยภาพของพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม เช่น ประเมินศักยภาพแหล่งทรัพยากรธรณีต่าง ๆ การวางผังเมือง การสร้างเขื่อน	

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๒. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง การพยากรณ์อากาศ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๕	๑. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก ๒. อธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก	- บริเวณต่าง ๆ ของโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากโลกมีฐานคล้ายทรงกลมและแกนหมุนโลกเอียงทำมุมกับแนวตั้งฉากกับระนาบการโคจรของโลก รอบดวงอาทิตย์ ส่งผลต่อการตกกระทบของรังสี ดวงอาทิตย์ ซึ่งส่วนที่ผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศจนถึงพื้นผิวโลก จะเกิดกระบวนการสะท้อน ดูดกลืน และถ่ายโอนพลังงาน แล้วปลดปล่อยกลับสู่อวกาศแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะของพื้นผิว ชนิดและปริมาณของแก๊ส เรือนกระจก ละอองลอย และเมฆ ทำให้พื้นผิวโลก แต่ละบริเวณมีอุณหภูมิอากาศแตกต่างกัน - พลังงานจากดวงอาทิตย์โดยเฉลี่ยที่โลกได้รับ เท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกในแต่ละปีค่อนข้าง คงที่	
	๓. อธิบายผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริอลิส แรงสู่ศูนย์กลาง และแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ	การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจาก ความกดอากาศที่แตกต่างกันระหว่างสองบริเวณ โดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ และเมื่อพิจารณาในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้ง จะพบว่าอากาศเหนือบริเวณความกดอากาศต่ำ จะมีการยกตัวขึ้น ขณะที่อากาศเหนือบริเวณ ความกดอากาศสูงจะจมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ ของอากาศทั้งในแนวราบและแนวตั้งนี้ทำให้เกิด เป็นการหมุนเวียนของอากาศ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		• การหมุนรอบตัวเองของโลกจะทำให้เกิด แรงคอรียอลิสซึ่งมีผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ ของอากาศเบนไป โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณซีกโลกเหนือจะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจากทิศทางเดิม เช่น ลมค้า และมรสุม • แรงสู่ศูนย์กลางซึ่งทำให้เกิดการหมุนของลม เช่น พายุหมุนเขตร้อน ทอร์นาโด พายุวงช้าง และ แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือแรงเสียดทาน ส่งผลต่ออัตราเร็วลม เช่น พายุไต้ฝุ่น เมื่อเคลื่อนตัว เข้าสู่ชายฝั่งจะลดระดับความรุนแรงลงเป็นพายุ โซนร้อนหรือดีเปรสชัน	
	๔. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	• แต่ละบริเวณของโลกมีความกดอากาศแตกต่างกัน ประกอบกับอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเอง ของโลกทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการ หมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบ โดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่ การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศ แบบหนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลาง มีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียน แถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น • บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละแถบละติจูด จะมีลักษณะลมฟ้าอากาศที่ต่างกั น เช่น บริเวณใกล้ศูนย์สูตรมีปริมาณหยาดน้ำฟ้า เฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐ องศา มีอากาศแห้งแล้ง ส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศา อากาศมีความแปรปรวนสูง	
	๕. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร	• น้ำในมหาสมุทรมีอุณหภูมิและความเค็มของน้ำ แตกต่างกันในแต่ละบริเวณ และแต่ละระดับความลึก ซึ่งหากพิจารณามวลน้ำในแนวตั้ง และใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่งชั้นน้ำ ได้เป็น ๓ ชั้น คือ น้ำชั้นบน น้ำชั้นเทอร์โมไคลน์ และน้ำชั้นล่าง	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๖. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร	การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร ได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศ ในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลัก ประกอบกับ แรงคอริออลิสทำให้บริเวณซีกโลกเหนือมีการ ไหลเวียนของกระแสน้ำผิวน้ำในทิศทางตาม เข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรมีทั้ง กระแสน้ำอุ่น และกระแสน้ำเย็น ส่วนการหมุนเวียนกระแส น้ำลึกเป็นการหมุนเวียนของน้ำชั้นล่าง เกิดจาก ความแตกต่างของอุณหภูมิ และความเค็มของน้ำ โดยกระแสน้ำผิวน้ำและกระแสน้ำลึกจะ หมุนเวียนต่อเนื่องกัน	
	๗. อธิบายผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม	การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทร ส่งผลต่อ ลักษณะอากาศ สิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม แตกต่างกันไป เช่น การเกิดน้ำผุดน้ำจม จะส่งผลต่อ ความอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่ง เช่น กระแส น้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม ที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรป ไม่หนาวเย็นจนเกินไป นักและเมื่อการหมุนเวียน อากาศและน้ำในมหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิด ผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวน ของลหุค่าและส่งผลต่อสภาพลมฟ้าอากาศของประเทศที่อยู่บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก รวมถึง บริเวณอื่นๆ บนโลก	
	๘. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศและการเกิดเมฆ	เสถียรภาพอากาศ หมายถึง สภาวะของบรรยากาศ ที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศเคลื่อนที่ ขึ้นลงในแนวดิ่ง ในกรณีที่ก้อนอากาศมีอุณหภูมิ ต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่โดยรอบ ก้อนอากาศนั้นจะไม่สามารถยกตัวสูงขึ้นได้มากนัก และจมตัวกลับสู่ที่เดิม เรียกว่าอากาศมีเสถียรภาพ จะพบสภาวะอากาศแจ่มใส เมฆน้อยหรือปราศจาก เมฆ ส่วนสภาวะอากาศไม่มีเสถียรภาพนั้น อุณหภูมิก้อนอากาศจะสูงกว่าอุณหภูมิของ อากาศโดยรอบทำให้ก้อน	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		อากาศยกตัวขึ้น อย่างรวดเร็ว เกิดเมฆในแนวตั้ง เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส	
	๙. อธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง	แนวปะทะอากาศเกิดจากการเคลื่อนที่ปะทะกัน ของก้อนอากาศที่สมบัติต่างกันตั้งแต่สองก้อน ขึ้นไป แนวปะทะอากาศแบ่งออกได้ ๔ รูปแบบ คือ แนวปะทะอากาศอุ่น ซึ่งมักพบเมฆแผ่น เช่น เมฆซีร์รัส อัลโตสเตรตัส เกิดฝนกระจายเป็น บริเวณกว้าง แนวปะทะอากาศเย็น เกิดเมฆก้อน เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส ทำให้อากาศแปรปรวนเกิด ฝนฟ้าคะนอง แนวปะทะอากาศรวม เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัสที่ส่งผลต่อการเกิดพายุฝน แนวปะทะอากาศคงที่ จะมีลักษณะอากาศแจ่มใส จนถึงมีเมฆบางส่วน และอาจส่งผลให้เกิด แนวปะทะอากาศแบบอื่นต่อไปได้	
	๑๐. อธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูล สนับสนุน	โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยปริมาณ พลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่ โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุล พลังงานของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในแต่ละปีค่อนข้างคงที่และมีลักษณะภูมิอากาศ ที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิด การเปลี่ยนแปลงไป จะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของ พื้นผิวโลกและภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีปัจจัยหลายประการ ทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้นตาม ธรรมชาติและปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลง ความรีของวงโคจรโลกรอบ ดวงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของแกน หมุนโลกและการหมุนคงของแกนหมุนโลก รวมทั้งชนิดและปริมาณของละอองลอย เมฆ และแก๊สเรือนกระจก ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ที่ได้จากการวิเคราะห์หลักฐานต่าง ๆ เช่น แกนน้ำแข็ง	
	๑๑. วิเคราะห์ และอภิปรายเหตุการณ์ที่เป็นผลจาก การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอาจส่งผลกระทบ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นของ อุณหภูมิเฉลี่ยโลก การหลอมเหลว	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	และนำเสนอ แนวปฏิบัติของ มนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการ ชะลอ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	ของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงของ ระบบนิเวศทั้งทางบกและ ทางทะเล • มนุษย์อาจมีส่วนช่วยในการชะลอการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกได้โดยการลดปัจจัยที่ ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงานที่เกิด จากกระทำ ของมนุษย์	
	๑๒. แปลความหมาย สัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ บนแผนที่อากาศ	• แบบแสดงข้อมูลของสถานีตรวจอากาศผิวพื้น เป็นการแสดงข้อมูลตรวจอากาศที่แสดงในรูป สัญลักษณ์หรือตัวเลขที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ความเร็ว และทิศทางลม ปริมาณและชนิดของ เมฆ ทำให้ ทราบลักษณะอากาศ ณ สถานีนั้น ๆ ในเวลาที่มี การตรวจวัด เมื่อนำข้อมูลของ สถานีตรวจอากาศ ผิวพื้นมาแสดงในแผนที่ อากาศทำให้สามารถ วิเคราะห์ลักษณะอากาศใน บริเวณกว้างได้ เช่น บริเวณความกดอากาศสูง หย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่อง ความกดอากาศต่ำ	
	๑๓. วิเคราะห์ และ คาดการณ์ลักษณะลมฟ้า อากาศ เบื้องต้นจากแผนที่ อากาศและข้อมูลสารสนเทศ อื่น ๆ เพื่อวางแผนในการ ประกอบอาชีพและ การ ดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับ สภาพลมฟ้า อากาศ	• การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบน แผนที่ อากาศ ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์ อากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และ ค่าทางสถิติ สามารถนำมาวิเคราะห์ รูปแบบ คาดการณ์การเกิดและการเปลี่ยนแปลง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้วางแผนการดำเนินชีวิตให้ สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การ เลือก ช่วงเวลาในการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับ ฤดูกาล การเตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศ แปรปรวน	

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๓. เข้าใจองค์ประกอบลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษา ตำแหน่ง ดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีอวกาศ ในการดำรงชีวิต

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ม.๖	๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ	ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีบิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบงที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมาก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาและวิวัฒนาการของเอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบง เอกภพเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิลดลง มีสสารคงอยู่ในรูปอนุภาคและปฏิยานุภาคหลายชนิด และมีวิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะเป็นสมาชิกบางส่วนของเอกภพ	
	๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุน ทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ	หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่างออกจากโลก และหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟ พื้นหลัง ที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทางและสอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗๓ เคลวิน	
	๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะพร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก	- กาแล็กซี ประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวนมากหลายแสนล้านดวง ซึ่งอยู่กันเป็นระบบของดาวฤกษ์ นอกจากนี้ ยังประกอบด้วยเทพีฟ้าอื่น เช่น เนบิวลา และสสารระหว่างดาว โดยองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซีอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง - กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกัน โดยระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหันแบบมีคาน มีโครงสร้าง คือ นิวเคลียส จาน และฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียสและจาน โดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือก ประมาณ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		๓๐,๐๐๐ ปีแสง ซึ่งทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็นบริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมองของคนบนโลก แถบผ้าสีขาวจาง ๆ ของทางช้างเผือกคือดาวฤกษ์ ที่อยู่อย่างหนาแน่นในกาแล็กซีทางช้างเผือก	
	๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ ๕. อธิบายกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ และผลที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์ปฏิกิริยาฟิวชัน โปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน	- ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์ คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไป ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ เกิดจากการยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลามีขนาดเล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เกิดเป็นดาวฤกษ์ก่อนเกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นจนเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ก่อนเกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ในสภาพสมดุลระหว่างแรงดันกับแรงโน้มถ่วงซึ่งเรียกว่า สมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีเสถียรภาพและปลดปล่อยพลังงานเป็นเวลานาน ตลอดช่วงชีวิตของดาวฤกษ์ - ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ เป็นปฏิกิริยาหลักของกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ทำให้เกิดการหลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจน เป็นนิวเคลียสฮีเลียมที่แก่นของดาวฤกษ์ ซึ่งมี ๒ กระบวนการ คือ ปฏิกิริยาฟิวชันโปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน	
	๖. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์	ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจากดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาทีต่อหน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจากตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความส่องสว่างที่มีค่าน้อยๆ จึงกำหนดค่าการเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ด้วยค่าโชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดงระดับความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๗. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์	สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้สเปกตรัมในการจำแนกชนิดของดาวฤกษ์	
	๘. อธิบายวิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ พร้อมคำนวณหาระยะทางของดาวฤกษ์	การหาระยะทางของดาวฤกษ์ที่มีระยะทางห่างจากโลกไม่เกิน ๑๐๐ พาร์เซก มีวิธีการที่สำคัญ คือ วิธีพารัลแลกซ์ โดยวัดมุมพารัลแลกซ์ ของดาวฤกษ์ เมื่อโลกเปลี่ยนตำแหน่งไปในวงโคจร ทำให้ตำแหน่งปรากฏของดาวฤกษ์เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับดาวฤกษ์อ้างอิง	
	๙. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของดาวฤกษ์ในลำดับวิวัฒนาการจากแผนภาพ เฮิร์ชสปริง-รัสเซลล์	- มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิด ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้พลังงานมาก จึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย - ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกัน การวิวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่เทียบกับจำนวนเท่าของมวลดวงอาทิตย์ - ดาวฤกษ์จะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ตามวิวัฒนาการ โดยนักวิทยาศาสตร์ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยแผนภาพเฮิร์ชสปริง-รัสเซลล์ ซึ่งเป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โซติมาตรสัมบูรณ์และดัชนีสีของดาวฤกษ์ โดยดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในแถบลำดับหลัก ซึ่งเป็นแถบ ที่แสดงว่าดาวฤกษ์จะมีช่วงชีวิตส่วนใหญ่อยู่ใน สภาวะสมดุล	
	๑๐. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของ ดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต ๑๑. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของ นิวตัน พร้อม	ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่นและแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊ส ประมาณร้อยละ ๙๙.๘ ของมวล ได้รวมตัวเป็น ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อนหรือพลาสมา สสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และ บริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขต บริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิด และองค์ประกอบ ได้แก่ ดาว	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	คำนวณคาบการโคจรของดาวเคราะห์	เคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และดงดาวหาง - โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิต เพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสม จึงเป็นเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ทำให้โลก มีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคง สถานะเป็นของเหลวได้ และปัจจุบันมีการค้นพบ ดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมาก โดยมีดาวเคราะห์บางดวงที่มีลักษณะคล้ายโลก และอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต - บริวารของดวงอาทิตย์อยู่รวมกันเป็นระบบภายใต้ แรงโน้มถ่วงระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ ตามกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ส่วนการโคจร ของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์เป็นไปตามกฎเคปเลอร์	
	๑๒. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และสืบค้นข้อมูลวิเคราะห์นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะและพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย	- ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็น แก่น เขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อน และมีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโครโมสเฟียร์ และคอโรนา ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืดดวงอาทิตย์ การลุกจ้า ที่ทำให้เกิดลมสุริยะ และพายุสุริยะ ซึ่งส่งผลต่อโลก - ลมสุริยะ เกิดจากการแพร่กระจายของอนุภาคจากชั้นคอโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาคที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุ ลมสุริยะส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสงและชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์ และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ - พายุสุริยะ เกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุพลังงานสูงจำนวนมากมาศาล มักเกิดบ่อยครั้งในช่วงที่มีการลุกจ้า และในช่วงที่มีจุดมืดดวงอาทิตย์จำนวนมาก และในบางครั้งมีการพ่นก้อนมวลคอโรนา พายุสุริยะอาจส่งผลกระทบต่อสนามแม่เหล็กโลก จึงอาจรบกวนระบบการส่ง	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		กระแสไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของดาวเทียม นอกจากนี้ มักทำให้เกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ที่สังเกตได้ชัดเจน	
	๑๓. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกต และเชื่อมโยงจุดและเส้นสำคัญของแบบจำลองทรงกลมฟ้า กับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบัพิกัด ของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร	• ทรงกลมฟ้า เป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่มีรัศมีอนันต์ มีจุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดศูนย์กลาง ของทรงกลมฟ้า มีดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ ปรากฏอยู่บนผิวของทรงกลมฟ้านี้ การระบัพิกัด ของดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้า ตามระบบที่สำคัญ ได้แก่ - ระบบขอบฟ้า เป็นระบบที่อ้างอิงจากตำแหน่งผู้สังเกตบนโลก โดยระบัพิกัดเป็นมุมทิศและ มุมเงย อ้างอิงกับทิศเหนือและเส้นขอบฟ้าของ ผู้สังเกต - ระบบศูนย์สูตร เป็นระบบที่อ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า และจุดวิษุวัต ระบัพิกัดเป็นไรต์แอสเซนชัน และเดคลิเนชัน	
	๑๔. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์	• โลกหมุนรอบตัวเองจากทางทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก ทำให้เกิดปรากฏการณ์การขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดวงดาวในรอบวัน ซึ่งเส้นทางการปรากฏของการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์ จะเปลี่ยนแปลงตามวันเวลาและตำแหน่งละติจูด ของผู้สังเกต ส่วนเส้นทางการปรากฏของการขึ้น การตกของดาวฤกษ์จะเปลี่ยนแปลงตามละติจูด ของผู้สังเกต	
	๑๕. อธิบายเวลาสุริยคติ ปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูล และเปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่าน เมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน	• การกำหนดเวลาสุริยคติจะเทียบกับดวงอาทิตย์ โดยเวลาสุริยคติ มีทั้งเวลาสุริยคติปรากฏ และ เวลาสุริยคติปานกลาง • เวลาสุริยคติปรากฏ เป็นเวลาที่ได้จากการสังเกต ดวงอาทิตย์จริงที่เคลื่อนที่อยู่บนท้องฟ้าของผู้สังเกต ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลาง ของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนครั้งแรก ถึงครั้งถัดไป เรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปรากฏ	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๖. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก	- เวลาสุริยคติปานกลางกำหนดโดยให้มีดวงอาทิตย์ สมมติเคลื่อนที่บนเส้นศูนย์สูตรฟ้าด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลาง ของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนครั้งแรก ถึงครั้งถัดไป เรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปานกลาง ซึ่งยาว ๒๔ ชั่วโมง - นาที่ ๐ วินาที เวลาสุริยคติปานกลางกรีนิช เป็นเวลาสุริยคติปานกลางที่ใช้เมริเดียนของ หอดูดาวกรีนิชในประเทศอังกฤษเป็นตัวกำหนด ซึ่งนำมาใช้ในการกำหนดเขตเวลามาตรฐานสากล ของตำแหน่งอื่น ๆ บนโลก	
	๑๗. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับตำแหน่ง ในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยงกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก	- โลกและดาวเคราะห์ทุกดวงหมุนรอบตัวเอง และ โคจรรอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไปทาง ทิศตะวันออก หรือในทิศทวนเข็มนาฬิกา จาก มุมมองด้านบน คนบนโลกจะสังเกตเห็นดาวเคราะห์ มีตำแหน่งปรากฏแตกต่างกันในช่วงวัน เวลาต่าง ๆ เพราะดาวเคราะห์มีมุมห่างที่ แตกต่างกันไป - มุมห่างของดาวเคราะห์ คือ มุมระหว่างเส้นตรง ที่เชื่อมระหว่างโลกกับดาวเคราะห์กับเส้นตรงที่ เชื่อมระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เมื่อวัดบน เส้นสุริยวิถี โดยดาวเคราะห์อาจอยู่ห่างจาก ดวงอาทิตย์ไปทางทิศตะวันออก หรือทางทิศ ตะวันตก ซึ่งมีการเรียกชื่อตามตำแหน่งของดาวเคราะห์ในวงโคจร ขนาดของมุมห่าง และ ทิศทางของมุมห่าง - ดาวเคราะห์ที่มีมุมห่างต่างกันจะมีตำแหน่งปรากฏ บนท้องฟ้าแตกต่างกัน โดยตำแหน่งปรากฏของ ดาวเคราะห์ดวงใดจะอยู่ใกล้ขอบฟ้า ในช่วงเวลา ใกล้รุ่งหรือเวลาหัวค่ำ ส่วนตำแหน่งปรากฏ ของดาวเคราะห์ดวงนอกจะสามารถเห็นได้ในช่วงเวลาอื่น ๆ นอกจากนี้ มุมห่างยังสามารถ นำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ เช่น ดาวเคียงเดือน ดาวเคราะห์ชุมนุม ดาวเคราะห์ ผ่านหน้าดวงอาทิตย์	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต ๑๙. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและนำเสนอกิจกรรม การสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่า และ/ หรือ กล้องโทรทรรศน์	• มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษา เพื่อขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์ อาหาร การแพทย์ • นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศ ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลต และรังสีเอ็กซ์ • ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อสำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานีอวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการลอยฟ้า ที่โคจรรอบโลก ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก • ดาวเทียม คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียมมีหลายประเภท สามารถแบ่งได้ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน	

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๑ รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์การรักษาคุณภาพของเซลล์และร่างกายของสิ่งมีชีวิต กลไกการควบคุมคุณภาพของร่างกายมนุษย์ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม การเกิดมิวเตชัน ความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบนิเวศการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต การป้องกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นระดับประเทศและระดับโลก

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์

รหัสตัวชี้วัด

ว ๑.๑ ม.๔/๑ - ว ๑.๑ ม.๔/๔

ว ๑.๒ ม.๔/๑ - ว ๑.๒ ม.๔/๑๒

ว ๑.๓ ม.๔/๑ - ว ๑.๒ ม.๔/๖

รวมทั้งหมด ๒๒ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๑ รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ (ว ๑.๑ม.๔/๑)
๒. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ (ว ๑.๑ม.๔/๒)
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (ว ๑.๑ม.๔/๓)
๔. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม (ว ๑.๑ม.๔/๔)
๕. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ (ว ๑.๒ม.๔/๑)
๖. อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต (ว ๑.๒ม.๔/๒)
๗. อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไต และปอด (ว ๑.๒ม.๔/๓)
๘. อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง (ว ๑.๒ม.๔/๔)
๙. อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย (ว ๑.๒ม.๔/๕)
๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน (ว ๑.๒ม.๔/๖)
๑๑. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV (ว ๑.๒ม.๔/๗)
๑๒. ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ (ว ๑.๒ม.๔/๘)
๑๓. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น (ว ๑.๒ม.๔/๙)
๑๔. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (ว ๑.๒ม.๔/๑๐)
๑๕. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นและยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางการเกษตรของพืช (ว ๑.๒ม.๔/๑๑)
๑๖. สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต (ว ๑.๒ม.๔/๑๒)
๑๗. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม (ว ๑.๓ม.๔/๑)

๑๘. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ และ
มัลติเปิลแอลลีล(ว ๑.๓ม.๔/๒)
๑๙. อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะ
ของสิ่งมีชีวิต (ว ๑.๓ม.๔/๓)
๒๐. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวแทนไปใช้ประโยชน์(ว ๑.๓ม.๔/๔)
๒๑. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
(ว ๑.๓ม.๔/๕)
๒๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ
(ว ๑.๓ม.๔/๖)

รวมทั้งหมด ๒๒ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
รหัสวิชา ว๓๐๑๑๑ รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมและยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่างๆ (ว ๑.๑ม.๔/๑)	• บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิดความหลากหลายของไบโอม	-
	๒. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ (ว ๑.๑ม.๔/๒)	• การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ • การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้	
	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (ว ๑.๑ม.๔/๓)	• การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร • มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
มาตรฐาน ว ๑.๑	๔. สืบค้นข้อมูลและ อภิปรายเกี่ยวกับปัญหา และผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม พร้อมทั้ง นำเสนอแนวทางในการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อม (ว ๑.๑ม.๔/๔)	• ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่นบางปัญหาก็ส่งผลกระทบในระดับประเทศและบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับโลก • การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดี เป็นตัวอย่างของแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน	
มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของ สิ่งมีชีวิต การลำเลียงสาร เข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของ โครงสร้างและหน้าที่ของ ระบบต่าง ๆ ของสัตว์และ มนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของ โครงสร้างและหน้าที่ของ อวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๑. อธิบายโครงสร้างและ สมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้ม เซลล์แบบต่าง ๆ (ว ๑.๒ม.๔/๑)	• เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างเป็นเยื่อหุ้มสองชั้นที่มีลิพิดเป็นองค์ประกอบ และมีโปรตีนแทรกอยู่ • สารที่ละลายได้ในลิพิดและสารที่มีขนาดเล็กสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง ส่วนสารขนาดเล็กที่มีประจุต้องลำเลียงผ่านโปรตีนที่แทรกอยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมี ๒ แบบ คือ การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ในกรณีสารขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน จะลำเลียงเข้าโดยกระบวนการเอนโดไซโทซิส หรือลำเลียงออกโดยกระบวนการเอกไซโทซิส	
	๒. อธิบายการควบคุม คุณภาพของน้ำและสารใน เลือดโดยการทำงานของไต (ว ๑.๒ม.๔/๒)	• การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในเลือดเกิดจากการทำงานของไต ซึ่งเป็นอวัยวะในระบบขับถ่ายที่มีความสำคัญในการกำจัดของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำและสารที่มีปริมาณเกินความต้องการของร่างกาย	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
มาตรฐาน ว ๑.๒	๓. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือด โดยการทำงานของไตและปอด (ว ๑.๒ม.๔/๓)	การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดเกิดจากการทำงานของไตที่ทำหน้าที่ขับหรือดูดกลับ ไฮโดรเจนไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน และแอมโมเนียมไอออน และการทำงานของปอดที่ทำหน้าที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์	
	๔. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง (ว ๑.๒ม.๔/๔)	การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย เกิดจากการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดที่ควบคุมปริมาณเลือดไปที่ผิวหนัง การทำงานของต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งส่งผลถึงปริมาณความร้อนที่ถูกเก็บหรือระบายออกจากร่างกาย	
	๕. อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย (ว ๑.๒ม.๔/๕)	- เมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นเข้าสู่เนื้อเยื่อ ในร่างกายจะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมทั้งแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ - เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์จะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ	
		- กลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะเป็นการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ชนิดบี และชนิดที ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดขาวทั้งสองชนิดจะมีตัวรับแอนติเจน ทำให้เซลล์ทั้งสองสามารถตอบสนองแบบจำเพาะต่อแอนติเจนนั้น ๆ ได้ - เซลล์บีทำหน้าที่สร้างแอนติบอดี ซึ่งช่วยในการจับกับสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เพื่อทำลายต่อไปโดยระบบภูมิคุ้มกัน เซลล์ที่ทำหน้าที่หลากหลาย เช่น กระตุ้นการทำงานของเซลล์บีและเซลล์ทีชนิดอื่น ทำลายเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัสและเซลล์ที่ผิดปกติอื่น ๆ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน (ว ๑.๒ม.๔/๖)	บางกรณีร่างกายอาจเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจน บางชนิดอย่างรุนแรงมากเกินไป หรือร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อแอนติเจนของตนเองอาจทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติได้	
มาตรฐาน ว ๑.๒	๗. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV (ว ๑.๒ม.๔/๗)	บุคคลที่ได้รับเลือดหรือสารคัดหลั่งที่มีเชื้อ HIV ซึ่งสามารถทำลายเซลล์ที ทำให้ภูมิคุ้มกันบกพร่องและติดเชื้อต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น	
	๘. ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ (ว ๑.๒ม.๔/๘) ๙. สืบค้นข้อมูลอภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น (ว ๑.๒ม.๔/๙)	- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นจุดเริ่มต้น ของการสร้างน้ำตาลในพืช พืชเปลี่ยนน้ำตาลไป - มนุษย์สามารถนำสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้นไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นยาหรือสมุนไพรในการรักษาโรคบางชนิด ใช้ในการไล่แมลง กำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และใช้เป็นวัตถุดับในอุตสาหกรรม	
	๑๐. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (ว ๑.๒ม.๔/๑๐) ๑๑. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช (ว ๑.๒ม.๔/๑๑)	- ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหาร คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ปัจจัยภายใน เช่น ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชมีการสังเคราะห์ขึ้น เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในช่วงชีวิตต่าง ๆ - มนุษย์มีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืช เพื่อนำมาใช้ควบคุมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๒. สังเกต และอธิบาย การตอบสนองของพืชต่อ สิ่งเร้าในรูปแบบ ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการ ดำรงชีวิต (ว ๑.๒ม.๔/๑๒)	• การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชแบ่งตาม ความสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าได้ ได้แก่ แบบที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทาง ของสิ่งเร้า เช่น ดอกทานตะวันหันเข้าหา แสง ปลายรากเจริญเข้าหาแรงโน้มถ่วง ของโลก และแบบที่ไม่มีทิศทางสัมพันธ์กับ ทิศทางของสิ่งเร้า เช่น การหุบและบาน ของดอก หรือการหุบและกางของใบพืช บางชนิด • การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชบางอย่าง ส่งผลต่อการเจริญเติบโต เช่น การเจริญ ในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแรงโน้ม ถ่วงของโลก การเจริญในทิศทางเข้าหา หรือตรงข้ามกับแสง และการตอบสนอง ต่อการสัมผัสสิ่งเร้า	
มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและ ความสำคัญของการ ถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทาง พันธุกรรมที่มีผลต่อ สิ่งมีชีวิต ความ หลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์	๑. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างยีน การสังเคราะห์ โปรตีน และลักษณะทาง พันธุกรรม (ว ๑.๓ม.๔/๑)	• ดีเอ็นเอ มีโครงสร้างประกอบด้วยนิวคลี โอไทด์มาเรียงต่อกัน โดยยีนเป็นช่วงของ สายดีเอ็นเอที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ กำหนดลักษณะของโปรตีนที่สังเคราะห์ ขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรม ต่าง ๆ	
	๒. อธิบายหลักการ ถ่ายทอดลักษณะที่ถูก ควบคุมด้วยยีนที่อยู่บน โครโมโซมเพศและมัลติเปิล แอลลีล (ว ๑.๓ม.๔/๒)	• ลักษณะบางลักษณะมีโอกาสพบในเพศ ชายและเพศหญิงไม่เท่ากัน เช่น ตาบอดสี และฮีโมฟีเลีย ซึ่งควบคุมโดยยีนบน โครโมโซมเพศ บางลักษณะ มีการควบคุม โดยยีนแบบมัลติเปิลแอลลีล เช่น หมู่เลือด ระบบ ABO ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมดังกล่าวจัดเป็นส่วนขยายของ พันธุศาสตร์เมนเดล	
	๓. อธิบายผลที่เกิดจากการ เปลี่ยนแปลงลำดับ นิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อ การแสดงลักษณะของ สิ่งมีชีวิต (ว ๑.๓ม.๔/๓)	• มิวเทชันที่เปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอ ไทด์ หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือ จำนวนโครโมโซม อาจส่งผลทำให้ลักษณะ ของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่ง อาจมีผลดีหรือผลเสีย	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๔. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์ (ว ๑.๓ม.๔/๔)	• มนุษย์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่างจากเดิมโดยการใช้รังสีและสารเคมีต่าง ๆ	
	๕. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม (ว ๑.๓ม.๔/๕)	• มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ และเกษตรกรรม เช่น การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อผลิตยาและวัคซีน ด้านการเกษตร เช่น พืชดัดแปรพันธุกรรมที่ต้านทานโรคหรือแมลง สัตว์ดัดแปรพันธุกรรมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และด้านนิติวิทยาศาสตร์ เช่น การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด หรือเพื่อหาผู้กระทำผิด • การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบทางด้านสังคม	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ (ว ๑.๓ม.๔/๖)	• สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะที่ปรากฏให้เห็นแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลายของลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเกิดจากมิวเทชันร่วมกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ • ผลจากกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ทำให้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมในการดำรงชีวิต สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมนั้นๆ • กระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นหลักการ ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๑ รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
๑	การ ลำเลียงสารเข้า และออก จาก เซลล์	มาตรฐาน ๑.๒ ๑.อธิบายโครงสร้างและ สมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียง สารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบ ต่าง ๆ	•เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างเป็นเยื่อหุ้มสองชั้นที่มีลิพิดเป็นองค์ประกอบ และมีโปรตีนแทรกอยู่ •สารที่ละลายได้ในลิพิดและสารที่มีขนาดเล็กสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง ส่วนสารขนาดเล็กที่มีประจุต้องลำเลียงผ่านโปรตีนที่แทรกอยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมี ๒ แบบ คือ การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ในกรณีสารขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน จะลำเลียงเข้าโดยกระบวนการเอนโดไซโทซิส หรือลำเลียงออกโดยกระบวนการเอกโซไซโทซิส
๒	การรักษาคุณภาพของ ร่างกาย	๑. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต ๒.อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด ๓.อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง ๔.อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย ๕.สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	• การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในเลือดเกิดจากการทำงานของไต ซึ่งเป็นอวัยวะในระบบขับถ่ายที่มีความสำคัญในการกำจัดของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำและสารที่มีปริมาณเกินความต้องการของร่างกาย • การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดเกิดจากการทำงานของไตที่ทำหน้าที่ขับหรือดูดกลับไฮโดรเจนไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและแอมโมเนียมไอออน และการทำงานของปอดที่ทำหน้าที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ • การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายเกิดจากการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดที่ควบคุมปริมาณเลือดไปที่ผิวหนัง การทำงานของต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งส่งผลถึงปริมาณความร้อนที่ถูกเก็บหรือระบายออกจากร่างกาย • เมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นเข้าสู่เนื้อเยื่อในร่างกาย ร่างกายจะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมทั้งแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ • เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์จะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ • กลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะเป็นการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ชนิดบีและชนิดที ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดขาวทั้งสองชนิดจะมีตัวรับแอนติเจน ทำให้เซลล์ทั้งสองสามารถตอบสนองแบบจำเพาะต่อแอนติเจนนั้น ๆ ได้

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
๒	การรักษาคุณ ภาพของ ร่างกาย	๖.อธิบายภาวะภูมิคุ้มกัน บกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการ ติดเชื้อ HIV	• เซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างแอนติบอดี ซึ่งช่วยในการจับกับสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เพื่อทำลายต่อไปโดยระบบภูมิคุ้มกัน เซลล์ที่ทำหน้าที่หลากหลายเช่น กระตุ้นการทำงานของเซลล์บีและเซลล์ทีชนิดอื่น ทำลายเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัสและเซลล์ที่ผิดปกติอื่น ๆ • บางกรณีร่างกายอาจเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจนบางชนิดอย่างรุนแรงมากเกินไป หรือร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อแอนติเจนของตนเองอาจทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติได้ • บุคคลที่ได้รับเลือดหรือสารคัดหลั่งที่มีเชื้อ HIV ซึ่งสามารถทำลายเซลล์ที่ ทำให้ภูมิคุ้มกันบกพร่องและติดเชื้อต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น
๓	การดำรงชีวิต ของพืช	๑.ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ ๒.สืบค้นข้อมูล อภิปรายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น ๓.ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ๔.สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช ๕.สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต	• กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างน้ำตาลในพืช พืชเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นสารอาหารและสารอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช และสัตว์ • มนุษย์สามารถนำสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้นไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นยาหรือสมุนไพรในการรักษาโรคบางชนิด ใช้ในการไล่แมลง กำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม • ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหาร คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ปัจจัยภายใน เช่น ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชมีการสังเคราะห์ขึ้น เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในช่วงชีวิตต่าง ๆ • มนุษย์มีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืช เพื่อนำมาใช้ควบคุมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช • การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชแบ่งตามความสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าได้ ได้แก่ แบบที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น ดอกทานตะวันหันเข้าหาแสง ปลายรากเจริญเข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลก และแบบที่ไม่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น การหุบและบานของดอก หรือการหุบและกางของใบพืชบางชนิด

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	การดำรงชีวิต ของพืช		การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืชบางอย่างส่งผลต่อการเจริญเติบโต เช่น การเจริญในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก การเจริญในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแสง และการตอบสนองต่อการสัมผัสสิ่งเร้า
๔	พันธุกรรมและ วิวัฒนาการ	๑.อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม ๒.อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ และมัลติเปิลแอลลีล ๓.อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต ๔.สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์ ๕.สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ๖.สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ	ดีเอ็นเอ มีโครงสร้างประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์มาเรียงต่อกัน โดยยีนเป็นช่วงของสายดีเอ็นเอที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่กำหนดลักษณะของโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ - ลักษณะบางลักษณะมีโอกาสนพบในเพศชายและเพศหญิงไม่เท่ากัน เช่น ตาบอดสี และฮีโมฟีเลียซึ่งควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมเพศ บางลักษณะมีการควบคุมโดยยีนแบบมัลติเปิลแอลลีล เช่น หมู่เลือดระบบ ABO ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมดังกล่าวจัดเป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล - มิวเทชันที่เปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือจำนวนโครโมโซมอาจส่งผลทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งอาจมีผลดีหรือผลเสีย - มนุษย์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่างจากเดิมโดยใช้รังสีและสารเคมีต่าง ๆ - มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ และเกษตรกรรม เช่น การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อผลิตยาและวัคซีน ด้านการเกษตร เช่น พืชดัดแปรพันธุกรรมที่ต้านทานโรคหรือแมลง สัตว์ดัดแปรพันธุกรรมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และด้านนิติวิทยาศาสตร์ เช่น การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด หรือเพื่อหาผู้กระทำผิด - การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรมและผลกระทบทางด้านสังคม - สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะที่ปรากฏให้เห็นแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลายของลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเกิดจากมิวเทชันร่วมกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
๔	พันธุกรรมและ วิวัฒนาการ		• ผลจากกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมในการดำรงชีวิตสามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ • กระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นหลักการที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
๕	ชีวิตและ สิ่งแวดล้อม	๑.สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ ๒.สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ ๓.สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ๔.สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตาม สภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มี ระบบนิเวศที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิด ความหลากหลายของไบโอม • การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ ตลอดเวลา ทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเอง ตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ • การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของ กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ทางกายภาพและทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศ เปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้ • การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร • มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจาก ความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม • ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น บางปัญหาก็ก่อผลกระทบในระดับประเทศ และบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับโลก • การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดี เป็นตัวอย่างของแนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๑ รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	๑. การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ๑.๑ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	๖
๒	๒. การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ ๒.๑ การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกาย ๒.๒ การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือด ๒.๓ การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย ๒.๔ ระบบภูมิคุ้มกัน	๑๒
๓	๓. การดำรงชีวิตของพืช ๓.๑ สารอินทรีย์ในพืช ๓.๒ ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ๓.๓ การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า	๑๒
๔	๔. พันธุกรรมและวิวัฒนาการ ๔.๑ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ๔.๒ ยีนและการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม ๔.๓ การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ๔.๔ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ๔.๕ วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	๑๘
๕	๕. ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ๕.๑ ระบบนิเวศ ๕.๒ มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	๑๒
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๒ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ เปรียบเทียบแบบจำลองอะตอมของโบร์ และกลุ่มหมอก อนุภาคมูลฐานของอะตอม สัญลักษณ์นิวเคลียร์ โมเลกุล ไอออน และไอโซโทปของธาตุ ตารางธาตุในปัจจุบัน สมบัติการนำไฟฟ้าการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ ประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟริเซนเททีฟและธาตุทรานซิชัน ศึกษาการเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ การเกิดพันธะไอออนิก การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก และสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และนอนอิเล็กโทรไลต์ สารประกอบอินทรีย์ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ศึกษาวิเคราะห์ เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น สมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ สมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร โครงสร้าง สมบัติ ประเภทของพอลิเมอร์ ตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิบัติการสังเคราะห์พอลิเมอร์ รวมทั้งการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์ ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาและทดลองปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวันและการใช้ประโยชน์ ปฏิบัติการดีดอกซ์ ศึกษาสมบัติของสารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ประโยชน์และอันตรายของสารกัมมันตรังสี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้และหลักการไปใช้ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความสามารถในการแก้ปัญหา เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสตัวชี้วัด

ว๒.๑ ม.๔-๖/๑ - ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๕

รวมทั้งหมด ๒๕ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๒ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑)
๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒)
๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว (ว๒.๑ ม.๔-๖/๓)
๔. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป (ว๒.๑ ม.๔-๖/๔)
๕. ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเทฟ หรือกลุ่มธาตุ แทรนซิชัน จากตารางธาตุ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๕)
๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๖)
๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเทฟและธาตุทรานซิชัน (ว๒.๑ ม.๔-๖/๗)
๘. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔-๖/๘)
๙. ระบุสภาพขั้วของสารที่ไม่เลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม (ว๒.๑ ม.๔-๖/๙)
๑๐. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๐)
๑๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๑)
๑๒. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๒)
๑๓. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ หรือนอนอิเล็กโทรไลต์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๓)
๑๔. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๔)
๑๕. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๕)
๑๖. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๖)
๑๗. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๗)
๑๘. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๘)
๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๙)

๒๐. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๐)
๒๑. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๑)
๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๒)
๒๓. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๓)
๒๔. อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๔)
๒๕. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๕)

รวมทั้งหมด ๒๕ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
 รหัสวิชา ว๓๐๑๑๒ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๑ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เวลาเรียน ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
มาตรฐาน ว ๒.๑	๑. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑)	• สารเคมีทุกชนิดสามารถระบุได้ว่าเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปของอะตอม โมเลกุล หรือไอออนได้ โดยพิจารณาจากสูตรเคมี	
	๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก (ว ๒.๑ ม.๔-๖/๒)	• แบบจำลองอะตอมใช้อธิบายตำแหน่งของโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนในอะตอม โดยโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกันในนิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ซึ่งในแบบจำลองอะตอมของโบร์ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวง โดยแต่ละวงมีระยะห่างจากนิวเคลียส และมีพลังงานต่างกัน และอิเล็กตรอนวงนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน • แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกแสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในลักษณะกลุ่มหมอก เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึงไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้	
	๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว (ว ๒.๑ ม.๔-๖/๓)	• อะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน การระบุชนิดของธาตุพิจารณาจากจำนวนโปรตอน • เมื่ออะตอมของธาตุมีการให้หรือรับอิเล็กตรอน ทำให้จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน เกิดเป็นไอออน โดยไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่า	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		จำนวนโปรตอน เรียกว่า ไอออนบวก ส่วนไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่า โปรตอน เรียกว่า ไอออนลบ	
	๔. เขียนสัญลักษณ์ นิวเคลียร์ของธาตุและระบุ การเป็นไอโซโทป (ว๒.๑ ม.๔-๖/๔)	สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ประกอบด้วย สัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมและเลขมวล โดยเลขอะตอมเป็นตัวเลขที่แสดงจำนวน โปรตอนในอะตอม เลขมวลเป็นตัวเลขที่ แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับ นิวตรอนในอะตอม ธาตุชนิดเดียวกันแต่มี เลขมวลต่างกัน เรียกว่าไอโซโทป	
	๕. ระบุหมู่และคาบของ ธาตุ และระบุว่าธาตุเป็น โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ (ว๒.๑ ม. ๔-๖/๕)	ธาตุจัดเป็นหมวดหมู่ได้อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยตารางธาตุ ซึ่งในปัจจุบันจัดเรียง ตามเลขอะตอมและความคล้ายคลึงของ สมบัติ แบ่งออกเป็นหมู่ซึ่งเป็นแถวใน แนวตั้ง และคาบซึ่งเป็นแถวในแนวนอน ทำให้ธาตุที่มีสมบัติเป็นโลหะ อโลหะและ กึ่งโลหะ อยู่เป็นกลุ่มบริเวณใกล้ ๆ กัน และแบ่งธาตุออกเป็นกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเท ทีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน	
	๖. เปรียบเทียบสมบัติการ นำไฟฟ้าการให้และรับ อิเล็กตรอนระหว่างธาตุใน กลุ่มโลหะกับอโลหะ (ว ๒.๑ ม.๔-๖/๖)	ธาตุในกลุ่มโลหะ จะนำไฟฟ้าได้ดี และมี แนวโน้มให้อิเล็กตรอน ส่วนธาตุในกลุ่ม อโลหะ จะไม่นำไฟฟ้า และมีแนวโน้มรับ อิเล็กตรอน โดยธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่ IA - IIA และธาตุแทรนซิชันทุกธาตุ จัดเป็นธาตุในกลุ่มโลหะ ส่วนธาตุเรฟรี เซนเททีฟในหมู่ IIIA - VIIA มีทั้งธาตุใน กลุ่มโลหะและอโลหะส่วนธาตุเรฟรีเซนเท ทีฟในหมู่ VIIIA จัดเป็นธาตุอโลหะทั้งหมด	
	๗. สืบค้นข้อมูลและ นำเสนอตัวอย่างประโยชน์ และอันตรายที่เกิดจากธาตุ	ธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ หลากหลาย ซึ่งธาตุบางชนิดมีสมบัติที่เป็น	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	เรพรีเซนเททีฟและธาตุแพ รนซิซัน (ว๒.๑ ม.๔-๖/๗)	อันตราย จึงต้องคำนึงถึงการป้องกัน อันตรายเพื่อความปลอดภัยในการใช้ ประโยชน์	
	๘. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์ เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุ จำนวนคู่อิเล็กตรอน ระหว่างอะตอมคู่ร่วม พันธะ จากสูตรโครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔-๖/๘)	พันธะโคเวเลนต์ เป็นการยึดเหนี่ยว ระหว่างอะตอมด้วยการใช้เวเลนซ์ อิเล็กตรอนร่วมกัน เกิดเป็นโมเลกุล โดย การใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๑ คู่ เรียกว่า พันธะเดี่ยว เขียนแทนด้วยเส้น พันธะ ๑ เส้น ในโครงสร้างโมเลกุล ส่วน การใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๒ คู่ และ ๓ คู่ เรียกว่า พันธะคู่ และพันธะสาม เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ ๒ เส้น และ ๓ เส้น ตามลำดับ	
	๙. ระบุสภาพขั้วของสารที่ โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม (ว๒.๑ ม.๔-๖/๙) ๑๐. ระบุสารที่เกิดพันธะ ไฮโดรเจนได้จากสูตร โครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔- ๖/๑๐) ๑๑. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างจุดเดือดของสาร โคเวเลนต์กับแรงดึงดูด ระหว่างโมเลกุลตามสภาพ ขั้วหรือการเกิดพันธะ ไฮโดรเจน (ว๒.๑ ม.๔- ๖/๑๑)	สารที่มีพันธะภายในโมเลกุลเป็นพันธะ โคเวเลนต์ทั้งหมดเรียกว่า สารโคเวเลนต์ โดยสารโคเวเลนต์ ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน เป็นสารไม่มี ขั้ว ส่วนสารโคเวเลนต์ ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน เป็นสารมีขั้ว สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย อะตอมมากกว่า ๒ อะตอม อาจเป็นสารมี ขั้วหรือไม่มีขั้ว ขึ้นอยู่กับรูปร่างของ โมเลกุล ซึ่งสภาพขั้วของสารโคเวเลนต์ ส่งผลต่อแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่ทำให้ จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารโคเว เลนต์แตกต่างกัน นอกจากนี้สารบางชนิด มีจุดเดือดสูงกว่าปกติ เนื่องจากมีแรง ดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูงที่เรียกว่า พันธะ ไฮโดรเจน ซึ่งสารเหล่านี้มีพันธะ N-H O- H หรือ F-H ภายในโครงสร้างโมเลกุล	
	๑๒. เขียนสูตรเคมีของ ไอออนและสารประกอบ	สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่เกิดจาก การรวมตัวกันของไอออนบวกของธาตุ โลหะและไอออนลบของธาตุอโลหะ ใน	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	ไอออนิก (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๒)	บางกรณีไอออนอาจประกอบด้วยกลุ่มของอะตอม โดยเมื่อไอออนรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกจะมีสัดส่วนการรวมตัว เพื่อให้ประจุของสารประกอบเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยไอออนบวกและไอออนลบจะจัดเรียงตัวสลับต่อเนื่องกันไป ใน ๓ มิติ เกิดเป็นผลึกของสารซึ่งสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขที่แสดงจำนวนไอออนแต่ละชนิดเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ	
	๑๓. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ หรือนอนอิเล็กโทรไลต์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๓)	• สารจะละลายน้ำได้เมื่อองค์ประกอบของสารสามารถเกิดแรงดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ โดยการละลายของสารในน้ำเกิดได้ ๒ ลักษณะ คือ การละลายแบบแตกตัว และการละลายแบบไม่แตกตัว การละลายแบบแตกตัวเกิดขึ้นกับสารประกอบไอออนิก และสารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยเมื่อสารเกิดการละลายแบบแตกตัวจะได้ไอออนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ทำให้ได้สารละลายที่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ การละลายแบบไม่แตกตัวเกิดขึ้นกับสารโคเวเลนต์ที่มีขั้วสูงสามารถดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ดี โดยเมื่อเกิดการละลายโมเลกุลของสารจะไม่แตกตัวเป็นไอออน และสารละลายที่ได้จะไม่นำไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์	
	๑๔. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตร	• สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอน สามารถเกิด	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	โครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๔)	พันธะกับคาร์บอนด้วยกันเองและธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้พันธะระหว่างคาร์บอนยังมีหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม • สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิมตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทุกพันธะในโครงสร้าง ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิมตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่หรือพันธะสามอย่างน้อย ๑ พันธะในโครงสร้าง	
	๑๕. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติ ทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๕)	• สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี ทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลว การละลาย	
	๑๖. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๖)	• สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-COOH$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นกรด ส่วนสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-NH_2$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นเบส	
	๑๗. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๗)	• การละลายของสารพิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน โดยสารมีขั้วละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว ส่วนสารไม่มีขั้วละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว และสารมีขั้วไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	๑๘. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๘)	• โครงสร้างของพอลิเมอร์อาจเป็นแบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห โดยพอลิเมอร์แบบเส้นและแบบกิ่ง มีสมบัติเทอร์โมพลาสติก ส่วนพอลิเมอร์แบบร่างแห มีสมบัติเทอร์โมเซต จึงมีการใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน	
	๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๙)	• การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการลดปริมาณการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่	
	๒๐. ระบุนิยามของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๐)	• ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงาน ความร้อน พลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ • ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวา โดยจำนวน อะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวาเท่ากัน นอกจากนี้สมการเคมียังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีที่ใช้	
	๒๑. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการ	• อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นอุณหภูมิ พื้นที่ผิว หรือตัวเร่งปฏิกิริยา	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	เกิดปฏิกิริยาเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๑)		
	๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๒)	• ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	
	๒๓. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๓)	• ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์	
	๒๔. อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๔)	• สารที่สามารถแผ่รังสีได้เรียกว่า สารกัมมันตรังสี ซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน	
	๒๕. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๕)	• รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมาใช้ ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๒

รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๑

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เวลาเรียน ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
๑	อากาศ	มาตรฐาน ว๒.๑ ๑. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑) ๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์ กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒) ๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว (ว๒.๑ ม.๔-๖/๓) ๔. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป (ว๒.๑ ม.๔-๖/๔) ๕. ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ หรือกลุ่มธาตุทรานซิชัน จากตารางธาตุ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๕)	๑. สารเคมีทุกชนิดสามารถระบุได้ว่าเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปของอะตอม โมเลกุล หรือไอออนได้ โดยพิจารณาจากสูตรเคมี ๒. แบบจำลองอะตอมใช้อธิบายตำแหน่งของโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนในอะตอม โดยโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกันในนิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอน เคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ซึ่งในแบบจำลองอะตอมของโบร์ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวง โดยแต่ละวงมีระยะห่างจากนิวเคลียสและมีพลังงานต่างกัน และอิเล็กตรอนวงนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน ๓. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก แสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในลักษณะกลุ่มหมอก เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึงไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ ๔. อะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน การระบุชนิดของธาตุพิจารณาจากจำนวนโปรตอน ๕. เมื่ออะตอมของธาตุมีการให้หรือรับอิเล็กตรอน ทำให้จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน เกิดเป็นไอออน โดยไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอน เรียกว่า ไอออนบวก ส่วนไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน เรียกว่า ไอออนลบ

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับ อิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๖) ๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน (ว๒.๑ ม.๔-๖/๗)	๖. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ประกอบด้วย สัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมและเลขมวล โดยเลขอะตอมเป็นตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในอะตอม เลขมวลเป็นตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนในอะตอม ธาตุชนิดเดียวกันแต่มีเลขมวลต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป ๗. ธาตุจัดเป็นหมวดหมู่ได้อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยตารางธาตุ ซึ่งในปัจจุบันจัดเรียงตามเลขอะตอมและความคล้ายคลึงของสมบัติ แบ่งออกเป็นหมู่ซึ่งเป็นแถวในแนวดิ่ง และคาบซึ่งเป็นแถวในแนวนอน ทำให้ธาตุที่มีสมบัติเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ อยู่เป็นกลุ่มบริเวณใกล้ ๆ กันและแบ่งธาตุออกเป็นกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน ๘. ธาตุในกลุ่มโลหะ จะนำไฟฟ้าได้ดี และมีแนวโน้มให้อิเล็กตรอน ส่วนธาตุในกลุ่มอโลหะ จะไม่นำไฟฟ้า และมีแนวโน้มรับอิเล็กตรอน โดยธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่ IA - IIA และธาตุแทรนซิชันทุกธาตุ จัดเป็นธาตุในกลุ่มโลหะ ส่วนธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่ IIIA - VIIA มีทั้งธาตุในกลุ่มโลหะและอโลหะ ส่วนธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่ VIIIA จัดเป็นธาตุอโลหะทั้งหมด ๙. ธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หลากหลาย ซึ่งธาตุบางชนิดมีสมบัติที่เป็นอันตราย จึงต้องคำนึงถึงการป้องกันอันตรายเพื่อความปลอดภัยในการใช้ประโยชน์
๒	น้ำ	มาตรฐาน ว๒.๑ ๑. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์ เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่	๑. พันธะโคเวเลนต์ เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมด้วยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน เกิดเป็นโมเลกุล โดยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๑ คู่เรียกว่า พันธะเดี่ยว

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔-๖/๘) ๒. ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม (ว๒.๑ ม.๔-๖/๙) ๓. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๐) ๔. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๑) ๕. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๒)	เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ ๑ เส้น ในโครงสร้างโมเลกุล ส่วนการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๒ คู่ และ ๓ คู่ เรียกว่า พันธะคู่ และพันธะสาม เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ ๒ เส้น และ ๓ เส้น ตามลำดับ ๒. สารที่มีพันธะภายในโมเลกุลเป็นพันธะโคเวเลนต์ทั้งหมดเรียกว่า สารโคเวเลนต์ โดยสารโคเวเลนต์ ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน เป็นสารไม่มีขั้ว ส่วนสารโคเวเลนต์ ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน เป็นสารมีขั้ว สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่า ๒ อะตอม อาจเป็นสารมีขั้วหรือไม่มีขั้ว ขึ้นอยู่กับรูปร่างของโมเลกุล ซึ่งสภาพขั้วของสารโคเวเลนต์ส่งผลต่อแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่ทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารโคเวเลนต์แตกต่างกัน นอกจากนี้สารบางชนิดมีจุดเดือดสูงกว่าปกติ เนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูงที่เรียกว่า พันธะไฮโดรเจนซึ่งสารเหล่านี้มีพันธะ N-H O-H หรือ F-H ภายในโครงสร้างโมเลกุล ๓. สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของไอออนบวกของธาตุโลหะและไอออนลบของธาตุอโลหะ ในบางกรณีไอออนอาจประกอบด้วยกลุ่มของอะตอม โดยเมื่อไอออนรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกจะมีสัดส่วนการรวมตัวเพื่อให้ประจุของสารประกอบเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยไอออนบวกและไอออนลบจะจัดเรียงตัวสลับต่อเนื่องกันไป ใน ๓ มิติ เกิดเป็นผลึกของสารซึ่งสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขที่แสดงจำนวนไอออนแต่ละชนิดเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		๖. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่า สารละลายที่ได้เป็น สารละลายอิเล็กโทรไลต์ หรือนอนอิเล็กโทรไลต์ (ว๒.๑ ม. ๔-๖/๑๓)	๔. สารจะละลายน้ำได้เมื่อองค์ประกอบของสารสามารถเกิดแรงดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ โดยการละลายของสารในน้ำเกิดได้ ๒ ลักษณะ คือ การละลายแบบแตกตัว และการละลายแบบไม่แตกตัว การละลายแบบแตกตัวเกิดขึ้นกับสารประกอบไอออนิก และสารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยเมื่อสารเกิดการละลายแบบแตกตัว จะได้ไอออนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ทำให้ได้ สารละลายที่นำไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ การละลายแบบไม่แตกตัวเกิดขึ้นกับสารโคเวเลนต์ที่มีขั้วสูงสามารถดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ดี โดยเมื่อเกิดการละลายโมเลกุลของสารจะไม่แตกตัวเป็นไอออน และสารละลายที่ได้จะไม่นำไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์
๓	อาหาร	มาตรฐาน ว๒.๑ ๑. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่า อิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๔) ๒. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติ ทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๕)	๑. สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอน สามารถเกิดพันธะกับคาร์บอนด้วยตัวเองและธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้พันธะระหว่างคาร์บอนยังมีหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม ๒. สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทุกพันธะในโครงสร้าง ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่หรือพันธะสามอย่างน้อย ๑ พันธะในโครงสร้าง ๓. สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		๓. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๖) ๔. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๗) ๕. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๘) ๖. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข (ว๒.๑ ม.๔-๖/๑๙)	มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี ทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะจุดหลอมเหลวการละลาย ๔. สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-COOH$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นกรด ส่วนสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-NH_2$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นเบส ๕. การละลายของสารพิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน โดยสารมีขั้วละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วส่วนสารไม่มีขั้วละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว และสารมีขั้วไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว ๖. โครงสร้างของพอลิเมอร์อาจเป็นแบบเส้นแบบกึ่ง หรือแบบร่างแห โดยพอลิเมอร์แบบเส้นและแบบกึ่ง มีสมบัติเทอร์มอพลาสติก ส่วนพอลิเมอร์แบบร่างแห มีสมบัติเทอร์โมเซต จึงมีการใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ๗. การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการลดปริมาณการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่
๔	พลังงาน	มาตรฐาน ว๒.๑ ๑. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๐)	๑. ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงาน ความร้อน พลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ ๒. ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้าน

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		๒. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๑) ๓. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน หรือในอุตสาหกรรม (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๒) ๔. อธิบายความหมายของ ปฏิกิริยารีดอกซ์ (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๓) ๕. อธิบายสมบัติของสาร กัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสาร กัมมันตรังสี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๔) ๖. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอ ตัวอย่างประโยชน์ของสาร กัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจาก กัมมันตภาพรังสี (ว๒.๑ ม.๔-๖/๒๕)	ขวา โดยจำนวน อะตอมรวมของแต่ละธาตุ ทางด้านซ้ายและขวาเท่ากัน นอกจากนี้ สมการเคมียังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยา เคมีที่ใช้ ๓. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิว หรือตัวเร่งปฏิกิริยา ๔. ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม ๕. ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์ ๖. สารที่สามารถแผ่รังสีได้เรียกว่า สารกัมมันตรังสี ซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน ๗. รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมาใช้ ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๒ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	อากาศ	๗
๒	น้ำ	๑๕
๓	อาหาร	๑๙
๔	พลังงาน	๑๙
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๓ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ อธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ อธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น อธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ รอบโลก การเกิดสแนมแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสแนมแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสแนมแม่เหล็ก อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ การเกิดอีเอ็มเอฟ อธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน พลังงานนิวเคลียร์ พิชชันและฟิวชัน ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากพิชชันและฟิวชัน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย อธิบายหลักการและผลที่เกิดจากการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น ความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้องของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง การเกิดเสียงสะท้อนกลับ บิต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง การมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี การทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิด การสื่อสารที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

โดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ

มีความสามารถในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสตัวชี้วัด

ว ๒.๒ ม.๔/๑ - ๑๐

ว ๒.๓ ม.๔/๑ - ๑๒

รวมทั้งหมด ๒๒ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๓ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ (ว ๒.๒ ม.๕/๑)
๒. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ (ว ๒.๒ ม.๕/๒)
๓. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ (ว ๒.๒ ม.๕/๓)
๔. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ (ว ๒.๒ ม.๕/๔)
๕. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น (ว ๒.๒ ม.๕/๕)
๖. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก (ว ๒.๒ ม.๕/๖)
๗. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า (ว ๒.๒ ม.๕/๗)
๘. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ (ว ๒.๒ ม.๕/๘)
๙. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว ๒.๒ ม.๕/๙)
๑๐. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน (ว ๒.๒ ม.๕/๑๐)
๑๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน (ว ๒.๓ ม.๕/๑)
๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย (ว ๒.๓ ม.๕/๒)
๑๓. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น (ว ๒.๓ ม.๕/๓)
๑๔. สังเกต และอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง (ว ๒.๓ ม.๕/๔)
๑๕. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง (ว ๒.๓ ม.๕/๕)
๑๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง (ว ๒.๓ ม.๕/๖)
๑๗. สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับปิด ดอปปเลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง (ว ๒.๓ ม.๕/๗)
๑๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ว ๒.๓ ม.๕/๘)
๑๙. สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี (ว ๒.๓ ม.๕/๙)

๒๐. สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ว ๒.๓ ม.๕/๑๐)
๒๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ว ๒.๓ ม.๕/๑๑)
๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล (ว ๒.๓ ม.๕/๑๒)

มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
 รหัสวิชา ว๓๐๑๑๓ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๑. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ (ว ๒.๒ ม.๕/๑)	- การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนความเร็ว เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ความเร่งเป็นอัตราส่วนของความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลาและเป็นปริมาณเวกเตอร์ ในกรณีที่วัตถุที่อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็วคงตัว วัตถุนั้นมีความเร่งเป็นศูนย์ - วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ถ้าความเร็วและความเร่งมีทิศเดียวกัน และมีความเร็วลดลง ถ้าความเร็วและความเร่งมีทิศตรงกันข้าม	
	๒. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ (ว ๒.๒ ม.๕/๒)	เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง โดยแรงทุกแรงอยู่ในระนาบเดียวกัน สามารถหาแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุนั้นได้ โดยรวมแบบเวกเตอร์	
	๓. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ (ว ๒.๒ ม.๕/๓)	เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ โดยขนาดของความเร่งขึ้นกับขนาดของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	
	๔. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ (ว ๒.๒ ม.๕/๔)	แรงกระทำระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ เป็นแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันเกิดขึ้นพร้อมกัน กระทำกับวัตถุคนละก้อน แต่มีทิศทางตรงข้าม	
ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงใน	๕. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่	วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวหรือความเร่งไม่คงตัว อาจเป็นการเคลื่อนที่แนวตรงการเคลื่อนที่แนวโค้ง หรือการ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่ กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการ เคลื่อนที่แบบ ต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์	การเคลื่อนที่แนวตรง การ เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ การเคลื่อนที่แบบสั่น (ว ๒.๒ ม.๕/๕)	เคลื่อนที่แบบสั่น การเคลื่อนที่แนวตรง ด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการตก แบบเสรี การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วย ความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการ เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่ แนวโค้งด้วยความเร่งมีทิศทางตั้งฉากกับ ความเร็วตลอดเวลา นำไปใช้อธิบายการ เคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่กลับไป กลับมาด้วยความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดที่ แรงลัพธ์เป็นศูนย์ เรียกจุดนี้ว่าตำแหน่ง สมดุล ซึ่งนำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบ สั่น	
	๖. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย แรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการ เคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบ โลก (ว ๒.๒ ม.๕/๖)	• ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง เมื่อมีวัตถุที่ มีมวลจะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูด ของโลกกระทำต่อวัตถุ แรงนี้นำไปใช้ อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ เช่น ดาวเทียม และดวงจันทร์รอบโลก	
	๗. สังเกตและอธิบายการเกิด สนามแม่เหล็กเนื่องจาก กระแสไฟฟ้า (ว ๒.๒ ม.๕/๗)	• กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กใน บริเวณรอบแนวการเคลื่อนที่ของ กระแสไฟฟ้า หาทิศทางของ สนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้าได้ จากกฎมือขวา	
	๘. สังเกตและอธิบายแรง แม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่ มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ใน สนามแม่เหล็ก และแรง แม่เหล็กที่กระทำต่อลวด ตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านใน สนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบาย หลักการทำงานของมอเตอร์ (ว ๒.๒ ม.๕/๘)	• ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เมื่อมี อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่โดยไม่อยู่ ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก หรือมี กระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำโดย กระแสไฟฟ้าไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนาม แม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้างมอเตอร์	
ว ๒.๒ เข้าใจ ธรรมชาติของ แรงใน ชีวิตประจำวัน	๙. สังเกตและอธิบายการเกิด อีเอ็มเอฟ รวมทั้ง ยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	• เมื่อมีสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัด ขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดอีเอ็มเอฟ ซึ่งเป็น พื้นฐานในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	(ว ๒.๒ ม.๕/๙) ๑๐. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน (ว ๒.๒ ม.๕/๑๐)	ภายในนิวเคลียสมีแรงเข้มที่เป็นแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคในนิวเคลียส และเป็นแรงหลักที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส นอกจากนี้ยังมีแรงอ่อน ซึ่งเป็นแรงที่ใช้อธิบายการสลายให้อนุภาคบีตาของธาตุกัมมันตรังสี	
ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงานในพลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๑๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน (ว ๒.๓ ม.๕/๑) ๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย (ว ๒.๓ ม.๕/๒)	- พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ โดยฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น พลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน มีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน - การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ - เทคโนโลยีต่างๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน เป็นการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	
ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การ	๑๓. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห	เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง จะเกิดการสะท้อน เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
เปลี่ยนแปลง และการถ่าย โอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานใน ชีวิตประจำวัน	การเลี้ยวเบน และการรวม คลื่น (ว ๒.๓ ม.๕/๓)	จะเกิดการหักเห เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบ ขอบสิ่งกีดขวางจะเกิดการเลี้ยวเบน เมื่อ คลื่นสองขบวนมาพบกันจะเกิดการรวม คลื่นเกิดรูปร่างของคลื่นรวม หลังจากคลื่น ทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันแล้วจะแยกกัน โดยแต่ละคลื่นยังคงมีรูปร่างและทิศทาง เดิม	
ชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่น ปรากฏการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับ เสียง แสง และ คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์	๑๔. สังเกต และอธิบาย ความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่น พ้อง (ว ๒.๓ ม.๕/๔)	เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นแล้วหยุดกระตุ้น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่ที่เรียกว่า ความถี่ ธรรมชาติ ถ้ามีแรงกระตุ้นวัตถุที่กำลังสั่น ด้วยความถี่ของการออกแรงตรงกับความถี่ ธรรมชาติของวัตถุนั้น จะทำให้วัตถุสั่น ด้วยแอมพลิจูดมากขึ้น เรียกว่า การสั่น พ้อง เช่น การสั่นพ้องของอาคารสูง การ สั่นพ้องของสะพาน การสั่นพ้องของเสียง ในเครื่องดนตรีประเภทเป่า	
	๑๕. สังเกต และอธิบายการ สะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวม คลื่นของคลื่นเสียง (ว ๒.๓ ม.๕/๕)	เสียงมีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น เช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ	
	๑๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มเสียงกับระดับเสียงและผล ของความถี่กับระดับเสียงที่มี ต่อการได้ยินเสียง (ว ๒.๓ ม.๕/๖)	ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นปริมาณที่ใช้ บอกเสียงสูงเสียงต่ำ โดยความถี่ที่คนได้ยิน มีค่าอยู่ระหว่าง ๒๐-๒๐,๐๐๐ เฮิรตซ์ ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกความดัง ของเสียงซึ่งขึ้นกับความเข้มเสียง โดยความเข้มเสียงเป็นพลังงานเสียงที่ตก ตั้งฉากบนพื้นที่หนึ่งหน่วยในหนึ่งหน่วย เวลา เสียงที่มีความดังมากเกินไปเป็น อันตรายต่อหู	
ว ๒.๓ เข้าใจ ความหมายของ พลังงาน การ เปลี่ยนแปลง และการถ่าย	๑๗. สังเกต และอธิบายการ เกิดเสียงสะท้อนกลับ บิต ดอปเพลอร์ และการสั่น พ้องของเสียง (ว ๒.๓ ม.๕/๗)	เมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเดินทางไป กระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังผู้ฟัง ถ้า ผู้ฟังได้ยินเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดและ เสียงที่สะท้อนกลับมา แยกจากกัน เสียงที่ ได้ยินนี้เป็นเสียงสะท้อนกลับ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
โอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น	ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่น	• เมื่อคลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่ใกล้เคียงกัน มารวมกันจะเกิดบีต • เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ผู้ฟังเคลื่อนที่ หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่ ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ • ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่ เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้นจะเกิดการสั่นพ้องของเสียง	
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๑๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ว ๒.๓ ม.๕/๘)	• ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวนด์ใช้ในทางการแพทย์ บีตของเสียงในการปรับเทียบเสียงของเครื่องดนตรี การสั่นพ้องของเสียงใช้ในการออกแบบเครื่องดนตรีและอธิบายการเปล่งเสียงของมนุษย์	
	๑๙. สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี (ว ๒.๓ ม.๕/๙)	• เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงสีบางสี โดยขึ้นกับสารสีบนผิววัตถุ และสะท้อนแสงสีที่เหลือออกมา ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นกับแสงสีที่สะท้อนออกมา ความผิดปกติ ในการมองเห็นสีหรือการบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวยบนจอตา	
ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานใน	๒๐. สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ว ๒.๓ ม.๕/๑๐)	• แผ่นกรองแสงสียอมให้แสงสีบางสีผ่านออกไปได้ และกันบางแสงสี • การผสมแสงสีทำได้แสงสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกัน จะได้แสงขาว • การผสมสารสีทำได้สารสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำสารสีปฐมภูมิในปริมาณที่เท่ากันมาผสมกัน จะได้สารสีผสมเป็นสีดำ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่น		การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านศิลปะด้านการแสดง	
ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๒๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการ ทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่ อาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ว ๒.๓ ม.๕/๑๑)	- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยสนามทั้งสองมีทิศทางตั้งฉากกัน และตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น - อุปกรณ์บางชนิดทำงานโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ คอมพิวเตอร์ และเครื่องถ่ายภาพ การสั่นพ้องแม่เหล็ก	
	๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย การสื่อสาร โดยอาศัยคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่าน สารสนเทศและเปรียบเทียบ การสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล (ว ๒.๓ ม.๕/๑๒)	- ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ สำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม - สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิดคือ แอนะล็อกและดิจิทัล การส่งผ่านสารสนเทศ ด้วยสัญญาณดิจิทัลสามารถส่งผ่านได้โดยมีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๓ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	การเคลื่อนที่	มาตรฐาน ว ๒.๒ ๑. วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบาย ความเร็วของวัตถุ (ว ๒.๒ ม.๕/๑) ๒. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ (ว ๒.๒ ม.๕/๒) ๓. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ (ว ๒.๒ ม.๕/๓) ๔. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ (ว ๒.๒ ม.๕/๔) ๕. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่	๑. การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนความเร็ว เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ความเร่งเป็นอัตราส่วนของความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลาและเป็นปริมาณเวกเตอร์ ในกรณีที่วัตถุที่อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็วคงตัว วัตถุนั้นมีความเร่งเป็นศูนย์ วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ถ้าความเร็วและความเร่งมีทิศเดียวกัน และมีความเร็วลดลง ถ้าความเร็วและความเร่งมีทิศตรงกันข้าม ๒. เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง โดยแรงทุกแรงอยู่ในระนาบเดียวกันสามารถหาแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุนั้นได้โดยรวมแบบเวกเตอร์ ๓. เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ กระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ โดยขนาดของความเร่งขึ้นกับขนาดของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ ๔. แรงกระทำระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ เป็นแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันเกิดขึ้นพร้อมกัน กระทำกับวัตถุคนละก้อน แต่มีทิศทางตรงข้าม ๕. วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว หรือความเร่งไม่คงตัว อาจเป็นการเคลื่อนที่แนวตรงการเคลื่อนที่แนวโค้ง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น (ว ๒.๒ ม.๕/๕)	หรือการเคลื่อนที่แบบสั่น การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการตกแบบเสรี การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งมีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่ที่กลับไปกลับมาด้วยความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดที่แรงลัพธ์เป็นศูนย์ เรียกจุดนี้ว่าตำแหน่งสมดุล ซึ่งนำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบสั่น
๒	แรงในธรรมชาติ	มาตรฐาน ว ๒.๒ ๖. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ รอบโลก (ว ๒.๒ ม.๕/๖) ๗. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า (ว ๒.๒ ม.๕/๗) ๘. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ (ว ๒.๒ ม.๕/๘) ๙. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว ๒.๒ ม.๕/๙)	๖. ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง เมื่อมีวัตถุที่มีมวลจะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ แรงนี้ นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ เช่น ดาวเทียม และดวงจันทร์รอบโลก ๗. กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในบริเวณรอบแนวการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า หาทิศทางของสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้าได้จากกฎมือขวา ๘. ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เมื่อมีอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่โดยไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก หรือมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำโดยกระแสไฟฟ้าไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้างมอเตอร์ ๙. เมื่อมีสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดลวดตัวนำ ทำให้เกิดอีเอ็มเอฟ ซึ่ง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๑๐. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรง เข้มและแรงอ่อน (ว ๒.๒ ม.๕/๑๐)	เป็นพื้นฐานในการสร้างเครื่องกำเนิด ไฟฟ้า ๑๐. ภายในนิวเคลียสมีแรงเข้มที่เป็น แรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคในนิวเคลียส และเป็นแรงหลักที่ใช้อธิบายเสถียรภาพ ของนิวเคลียส นอกจากนี้ยังมีแรงอ่อน ซึ่งเป็นแรงที่ใช้อธิบายการสลายให้ อนุภาคบีตาของธาตุกัมมันตรังสี
๓	พลังงาน	มาตรฐาน ว ๒.๓ ๑๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย พลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิว ชัน และความสัมพันธ์ระหว่าง มวลกับพลังงานที่ปลดปล่อย ออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน (ว ๒.๓ ม.๕/๑) ๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการ เปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและ ความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย (ว ๒.๓ ม.๕/๒)	๑๑. พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจาก ฟิชชัน หรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงาน นิวเคลียร์ โดย ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวล มากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อย กว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียส ที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็น นิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น พลังงาน นิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชัน และฟิวชัน มีค่าเป็นไปตาม ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน ๑๒. การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็น การแก้ปัญหาหรือตอบสนองความ ต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยน พลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า ใน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเซลล์สุริยะ เทคโนโลยีต่างๆ ที่นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการทางด้าน พลังงานเป็นการนำความรู้ทักษะและ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้าง อุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๔	ปรากฏการณ์ ของคลื่น	มาตรฐาน ว ๒.๓ ๑๓. สังเกต และอธิบายการ สะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น (ว ๒.๓ ม.๕/๓)	๑๓. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง จะเกิดการสะท้อน เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน จะเกิดการหักเห เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไป พบขอบสิ่งกีดขวางจะเกิดการเลี้ยวเบน เมื่อคลื่นสองขบวนมาพบกันจะเกิดการ รวมคลื่นเกิดรูปร่างของคลื่นรวม หลังจากคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้นกัน แล้วจะแยกกัน โดยแต่ละคลื่นยังคงมี รูปร่างและทิศทางเดิม
๔	ปรากฏการณ์ ของคลื่น (ต่อ)	๑๔. สังเกต และอธิบายความถี่ ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่ เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง (ว ๒.๓ ม.๕/๔)	๑๔. เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นแล้วหยุด กระตุ้น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่ที่เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ ถ้ามีแรงกระตุ้นวัตถุที่ กำลังสั่นด้วยความถี่ของการออกแรง ตรงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้น จะทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดมากขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง เช่น การสั่นพ้อง ของอาคารสูง การสั่นพ้องของสะพาน การสั่นพ้องของเสียงในเครื่องดนตรี ประเภทเป่า
๕	เสียง	๑๕. สังเกต และอธิบายการ สะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น ของคลื่นเสียง (ว ๒.๓ ม.๕/๕) ๑๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม เสียงกับระดับเสียงและผลของ ความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยิน เสียง (ว ๒.๓ ม.๕/๖)	๑๕. เสียงมีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น เช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ ๑๖. ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นปริมาณที่ ใช้บอกเสียงสูงเสียงต่ำ โดยความถี่ที่คน ได้ยินมีค่าอยู่ระหว่าง ๒๐-๒๐,๐๐๐ เฮิรตซ์ ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอก ความดังของเสียงซึ่งขึ้นกับความเข้ม เสียง โดยความเข้มเสียงเป็นพลังงาน เสียงที่ตกตังฉากบนพื้นที่หนึ่งหน่วยใน หนึ่งหน่วยเวลา เสียงที่มีความดังมาก เกินไปเป็นอันตรายต่อหู

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๑๗. สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ ปัด ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง(ว ๒.๓ ม.๕/๗)	๑๗. เมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเดินทาง ไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายัง ผู้ฟัง ถ้าผู้ฟังได้ยินเสียงที่ออกจาก แหล่งกำเนิดและเสียงที่สะท้อนกลับมา แยกจากกัน เสียงที่ได้ยินนี้เป็นเสียง สะท้อนกลับ เมื่อคลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่ ใกล้เคียงกัน มารวมกันจะเกิดปัด เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ผู้ฟัง เคลื่อนที่ หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟัง เคลื่อนที่ ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่ เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอป เพลอร์ ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่น เสียงที่มีความถี่ เท่ากับความถี่ธรรมชาติ ของอากาศในท่อนั้นจะเกิดการสั่นพ้อง ของเสียง
		๑๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่าง การนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ว ๒.๓ ม.๕/๘)	๑๘. ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปใช้ ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น คลื่นเหนือ เสียงหรือ อัลตราซาวด์ใช้ในทางการแพทย์ ปี ตของเสียงในการเปรียบเทียบเสียงของ เครื่องดนตรี การสั่นพ้องของเสียงใช้ ในการออกแบบเครื่องดนตรีและอธิบาย การเปล่งเสียงของมนุษย์
๖	แสงสี	๑๙. สังเกต และอธิบายการ มองเห็นสีของวัตถุ และความ ผิดปกติในการมองเห็นสี (ว ๒.๓ ม.๕/๙) ๒๐. สังเกต และอธิบายการ ทำงานของแผ่นกรองแสงสี	๑๙. เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ วัตถุจะ ดูดกลืนแสงสีบางสี โดยขึ้นกับสารสีบน ผิววัตถุ และสะท้อนแสงสีที่เหลือ ออกมา ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นกับแสงสีที่สะท้อนออกมา ความ ผิดปกติ ในการมองเห็นสีหรือการบอดสี เกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูป กรวยบนจอตา ๒๐. แผ่นกรองแสงสียอมให้แสงสีบางสี ผ่านออกไปได้ และกั้นบางแสงสี

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ว ๒.๓ ม.๕/๑๐)	การผสมแสงสีทำให้ได้แสงสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำสารสีปฐมภูมิในปริมาณที่เท่ากันมาผสมกันจะได้สารสีผสมเป็นสีดำ การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านศิลปะด้านการแสดง
๗	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	๒๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ว ๒.๓ ม.๕/๑๑)	๒๑. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยสนามทั้งสองมีทิศทางตั้งฉากกัน และตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น อุปกรณ์บางชนิดทำงานโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ คอมพิวเตอร์ และเครื่องถ่ายภาพ การสั่นพ้องแม่เหล็ก
		๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล (ว ๒.๓ ม.๕/๑๒)	๒๒. ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ สำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิด คือ แอนะล็อกและดิจิทัล การส่งผ่านสารสนเทศ ด้วยสัญญาณดิจิทัลสามารถส่งผ่านได้โดยมีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๓ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	การเคลื่อนที่และแรง - การเคลื่อนที่แนวตรง - แรงและการเคลื่อนที่ - การเคลื่อนที่แบบต่างๆ	๑๒
๒	แรงในธรรมชาติ - แรงโน้มถ่วงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ รอบโลก - สนามแม่เหล็กจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน - แรงแม่เหล็กที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าและเส้นลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน - การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า - แรงอ่อนและแรงเข้ม	๑๐
๓	พลังงาน - เซลล์สุริยะ - พลังงานนิวเคลียร์ - เทคโนโลยีด้านพลังงาน	๖
๔	ปรากฏการณ์ของคลื่น - คลื่นกล - พฤติกรรมของคลื่น - ความถี่ธรรมชาติ และการสั่นพ้อง	๑๐
๕	เสียง - พฤติกรรมของเสียง - การได้ยิน - ปรากฏการณ์อื่นๆ ของเสียง - ประโยชน์ของเสียงในด้านต่างๆ	๑๐
๖	แสงสี - การมองเห็นสีของวัตถุ - ตากับการเห็นสี - การבודสี - แผ่นกรองแสงสี - การผสมสารสี - การมองเห็นสีของวัตถุภายใต้แสงสีต่างๆ - การนำไปใช้ประโยชน์ของสารสีและแสงสี	๘

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๗	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - ส่วนประกอบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	๔
	รวม	๖๐

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๔ รายวิชา วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเนบิวลา กาแล็กซี กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ ความส่องสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ มวลของดาวฤกษ์ การกำเนิดระบบสุริยะ ดวงอาทิตย์ เขตของบริวารดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต กล้องโทรทรรศน์ การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศ โครงสร้างโลก การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี หลักฐานและข้อมูลทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี กระบวนการที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ลักษณะและผลที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ภูเขาไฟ แผ่นดินไหว สึนามิ ปัจจัยที่ทำให้พื้นผิวโลกแต่ละบริเวณได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในปริมาณที่แตกต่างกัน การหมุนเวียนของระบบลมของโลก แบบจำลองการหมุนเวียนของระบบลมของโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การแบ่งชั้นน้ำมหาสมุทร ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ปรากฏการณ์เรือนกระจก การตรวจอากาศ การพยากรณ์อากาศ แผนที่อากาศ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมค่านิยมที่เหมาะสม โดยมุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

รหัสตัวชี้วัด

ว ๓.๑ ม.๖/๑ - ๑๐

ว ๓.๒ ม.๖/๑ - ๑๔

รวมทั้งหมด ๒๔ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๔ รายวิชา วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงานสสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบง ในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ (ว๓.๑ ม.๖/๑)
๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ (ว๓.๑ ม.๖/๒)
๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือกและระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก (ว๓.๑ ม.๖/๓)
๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดันอุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ (ว๓.๑ ม.๖/๔)
๕. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ (ว๓.๑ ม.๖/๕)
๖. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ (ว๓.๑ ม.๖/๖)
๗. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ (ว๓.๑ ม.๖/๗)
๘. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะและการแบ่งเขตบริหารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต (ว๓.๑ ม.๖/๘)
๙. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์การเกิดลมสุริยะพายุสุริยะและสืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะและพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย (ว๓.๑ ม.๖/๙)
๑๐. สืบค้นข้อมูลอธิบายการสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ดาวเทียมยานอวกาศ สถานีอวกาศและนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต (ว๓.๑ ม.๖/๑๐)
๑๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน (ว๓.๒ ม.๖/๑)
๑๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี (ว๓.๒ ม.๖/๒)
๑๓. ระบุสาเหตุและอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ (ว๓.๒ ม.๖/๓)
๑๔. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย (ว๓.๒ ม.๖/๔)
๑๕. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรงและผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย (ว๓.๒ ม.๖/๕)
๑๖. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย (ว๓.๒ ม.๖/๖)

๑๗. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก (ว๓.๒ ม.๖/๗)
๑๘. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ (ว๓.๒ ม.๖/๘)
๑๙. อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก (ว๓.๒ ม.๖/๙)
๒๐. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขต ละติจูดและผลที่มีต่อภูมิอากาศ (ว๓.๒ ม.๖/๑๐)
๒๑. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียน ของ น้ำผิวหน้าในมหาสมุทร (ว๓.๒ ม.๖/๑๑)
๒๒. อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้า อากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม (ว๓.๒ ม.๖/๑๒)
๒๓. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกพร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติ เพื่อลด กิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (ว๓.๒ ม.๖/๑๓)
๒๔. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศและนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มา วางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ (ว๓.๒ ม.๖/๑๓)

มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
รหัสวิชา ว๓๐๑๑๔ รายวิชา วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจ องค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการ เกิด และ วิวัฒนาการ ของเอกภพ กาแล็กซี ดาว ฤกษ์ และ ระบบสุริยะ รวมทั้ง ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบ สุริยะ ที่ส่งผล ต่อสิ่งมีชีวิต และการ ประยุกต์ ใช้ เทคโนโลยี อวกาศ	๑. อธิบายการกำเนิดและ การเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของ เอกภพหลังเกิดบิกแบงใน ช่วงเวลาต่าง ๆ ตาม วิวัฒนาการของเอกภพ (ว ๓.๑ ม.๖/๑)	-ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีบิกแบงระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจาก บิกแบงที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมาก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาและวิวัฒนาการของเอกภพ โดยหลังเกิด บิกแบง เอกภพเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วมีอุณหภูมิลดลง มีสสารคงอยู่ในรูปอนุภาคและปฏิยานุภาคหลายชนิดและมี วิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะเป็นสมาชิกบางส่วนของเอกภพ	
	๒. อธิบายหลักฐานที่ สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจาก ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วกับระยะทางของ กาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการ ค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจาก อวกาศ (ว ๓.๑ ม.๖/๒)	หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิลโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแนวรัศมี และระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่างออกจากโลก และหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทาง และสอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอวกาศมีค่าประมาณ ๒.๗๓ เคลวิน	
	๓. อธิบายโครงสร้างและ องค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือกและระบุ ตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการ สังเกตเห็นทางช้างเผือกของ คนบนโลก (ว ๓.๑ ม.๖/๓)	-กาแล็กซีประกอบด้วยดาวฤกษ์จำนวนมากหลายแสนล้านดวงซึ่งอยู่กันเป็นระบบของดาวฤกษ์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเทห์ฟ้าอื่น เช่น เนบิวลาและสสารระหว่างดาว โดยองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซีอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง -กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกันโดยระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหันแบบมีแกนมีโครงสร้าง คือ นิวเคลียส จาน และฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณ นิวเคลียสและจาน โดยมีระบบสุริยะ	
มาตรฐาน ว ๓.๑		อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือกประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสง ซึ่งทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็น บริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมองของคนบนโลก แถบฝ้าสีขาวจาง ๆ ของทางช้างเผือกคือ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		ดาวฤกษ์ที่อยู่อย่างหนาแน่นในกาแล็กซีทาง ช้างเผือก	
	๔. อธิบายกระบวนการเกิด ดาวฤกษ์โดยแสดงการ เปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาว ฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ (ว ๓.๑ ม.๖/๔)	-ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบ ดาว ฤกษ์ คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันตั้งแต่ ๒ ดวง ขึ้นไป ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่เกิด จากการยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้ แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลาที่มีขนาด เล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิดเป็น ดาวฤกษ์ก่อนเกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นจน เกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ก่อน เกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ในสภาพ สมดุลระหว่างแรงดันกับแรงโน้มถ่วง เรียกว่า สมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีขนาดคงที่ เป็นเวลานานตลอดช่วงชีวิตของดาวฤกษ์ -- ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาหลัก ของ กระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ที่ แก่นของดาวฤกษ์ ทำให้เกิดการหลอม นิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็นนิวเคลียสฮีเลียม แล้วก่อให้เกิดพลังงานอย่างต่อเนื่อง	
	๕. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อ ความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความส่องสว่างกับ โชติมาตรของดาวฤกษ์ (ว ๓.๑ ม.๖/๕)	- ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจาก ดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาที ต่อหน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่ เนื่องจากตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการ เปลี่ยนแปลง ความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึง กำหนดค่าการเปรียบเทียบความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ด้วยค่าโชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดง ระดับความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่ง ของผู้สังเกต	
	๖. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างสีอุณหภูมิผิวและ สเปกตรัมของ ดาวฤกษ์ (ว๓.๑ ม.๖/๖)	-สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวและ สเปกตรัมของดาวฤกษ์ ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้ สเปกตรัมในการจำแนกชนิดของดาวฤกษ์	
	๗. อธิบายลำดับวิวัฒนาการ ที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง สมบัติบางประการของ ดาวฤกษ์ (ว๓.๑ ม.๖/๗)	-มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ ก่อนเกิด ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้ พลังงานมากจึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวล น้อย	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		- ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกันการวิวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ส่วนใหญ่เทียบกับจำนวนเท่าของมวลดวงอาทิตย์	
	๘. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะและการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต (ว ๓.๑ ม.๖/๘)	-ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่นและแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊สประมาณ ร้อยละ ๙๙.๘ ของมวล ได้รวมตัวเป็นดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อนหรือพลาสมา สสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และบริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิดและองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และดวงดาวหาง --โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิต เพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสมอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต มีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคงสถานะเป็นของเหลวได้ ปัจจุบันมีการค้นพบดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมาก และมีดาวเคราะห์บางดวงที่อยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตคล้ายโลก	
	๙. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์การเกิดลมสุริยะพายุสุริยะและสึบคันข้อมูลวิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะและพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย (ว ๓.๑ ม.๖/๙)	- ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็นแก่นเขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อน และมีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโครโมสเฟียร์ และโคโรนา ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืดดวงอาทิตย์ การลุกจ้าที่ทำให้เกิดลมสุริยะและพายุสุริยะซึ่งส่งผลต่อโลก - ลมสุริยะเกิดจากการแพร่กระจายของอนุภาคจากชั้น โคโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาคที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุลมสุริยะส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสงและชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- พายุสุริยะเกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุพลังงานสูงจำนวนมาก มักเกิดบ่อยครั้งในช่วงที่มีการลุกจ้าและในช่วงที่มีจุดมืดดวงอาทิตย์จำนวนมาก และในบางครั้งมีการพ่นก้อนมวลคอโรนา พายุสุริยะอาจส่งผลกระทบต่อสนามแม่เหล็กโลก จึงอาจรบกวนระบบการส่งกระแสไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ของดาวเทียม นอกจากนั้นมักทำให้เกิดปรากฏการณ์แสงเหนือแสงใต้ที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน	
	๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ดาวเทียมยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต (ว ๓.๑ ม.๖/๑๐)	มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษาเพื่อขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้าน ต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์ อาหาร การแพทย์ - นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศ ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลต และรังสีเอ็กซ์ - ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อสำรวจหรือเดินทางไปยังดวงดาวอื่นส่วนสถานีอวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการลอยฟ้าที่โคจรรอบโลกใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก - ดาวเทียม คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลกการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียมมีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน	
มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์	๑๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน (ว ๓.๒ ม.๖/๑)	- การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลกจึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้างโลกได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้าง	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ของระบบโลก กระบวนการ เปลี่ยนแปลง ภายในโลก และบนผิวโลก		โลกตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิม ภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน	
ธรณีพิบัติภัย กระบวนการ เปลี่ยนแปลง ลมฟ้า อากาศ และภูมิอากาศ โลก รวมทั้งผล ต่อสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม	๑๒. อธิบายหลักฐานทาง ธรณีวิทยาที่สนับสนุนการ เคลื่อนที่ของแผ่นธรณี (ว ๓.๒ ม.๖/๒)	- แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณี ภาค การเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่ อดีตจนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ดังกล่าวอธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎี การแผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่ สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่ สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของ กลุ่มหินและแนวเทือกเขา ซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอยการเคลื่อนที่ของตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล อายุหินของพื้น มหาสมุทร รวมทั้งการค้นพบสันเขากลางสมุทร และ ร่องลึกก้นสมุทร	
	๑๓. ระบุสาเหตุและอธิบาย แนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่ สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของ แผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่าง หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ (ว ๓.๒ ม.๖/๓)	- การพาความร้อนของแมกมาภายในโลกทำให้ เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณี แปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบ หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐาน และธรณีโครงสร้างที่บริเวณแนวรอยต่อของ แผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขา ไฟรูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขา ทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณ แนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ซึ่งหลักฐานดังกล่าว สัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของ แผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบ ได้แก่ แนวแผ่นธรณี แยกตัว แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน แนว แผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกันในแนวราบ	
มาตรฐาน ว ๓.๒	๑๔. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ภูเขาไฟ	- ภูเขาไฟระเบิดเกิดจากการแทรกดันของแมก มาขึ้นตามส่วนเปราะบาง หรือรอยแตกบน	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	ระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูล พื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและ นำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย (ว ๓.๒ ม.๖/๔)	เปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อ ระหว่างแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ เสี่ยงภัย ความรุนแรงของการปะทุและรูปร่าง ของภูเขาไฟที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ของแมกมา ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้ง ประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการ เฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๑๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดขนาดและ ความรุนแรงและผลจาก แผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้น ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนว ทางการเฝ้าระวังและการ ปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย (ว ๓.๒ ม.๖/๕)	- แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่ สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหว สะเทือน แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรง แตกต่างกัน มักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของแผ่น ธรณี ทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย แผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหายเกิด อันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษา แนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย	
	๑๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผล จากสึนามิ รวมทั้งสืบค้น ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนว ทางการเฝ้าระวังและการ ปฏิบัติตนให้ปลอดภัย (ว ๓.๒ ม.๖/๖)	- สึนามิ คือ คลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำ ในปริมาณมหาศาลส่วนมากจะเกิดในทะเล หรือมหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อย และอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคลื่น เคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น ทำให้พื้นที่บริเวณ ชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย สึนามิ ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างใน บริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทางใน การเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๑๗. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มี ผลต่อการได้รับพลังงานจาก ดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ ละบริเวณของโลก (ว ๓.๒ ม.๖/๗)	- พื้นผิวโลกแต่ละบริเวณได้รับพลังงานจากดวง อาทิตย์ในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัย สำคัญหลายประการ เช่น สัณฐานและการ เอียงของแกนโลกลักษณะของพื้นผิว ละออง ลอย และเมฆ ทำให้แต่ละบริเวณบนโลกมี อุณหภูมิไม่เท่ากัน ส่งผลให้มีความกดอากาศ แตกต่างกัน และเกิดการถ่ายโอนพลังงาน ระหว่างกัน	
	๑๘. อธิบายการหมุนเวียน ของอากาศที่เป็นผลมาจาก	- การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจากความกด อากาศที่แตกต่างกันระหว่างสองบริเวณ โดย	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	ความแตกต่างของความกดอากาศ (ว ๓.๒ ม.๖/๘)	อากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ และเมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวดิ่งจะพบว่าอากาศเหนือบริเวณความกดอากาศต่ำจะมีการยกตัวขึ้น ขณะที่อากาศเหนือบริเวณความกดอากาศสูงจะจมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวราบและแนวดิ่งนี้ทำให้เกิดเป็นการหมุนเวียนของอากาศ	
	๑๙. อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก (ว ๓.๒ ม.๖/๙)	- การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดแรง คอริโอลิส ส่งผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศเบนไป โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณซีกโลกเหนือจะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจากทิศทางเดิม	
	๒๐. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขต ละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ (ว ๓.๒ ม.๖/๑๐)	- โลกมีความกดอากาศแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ รวมทั้งอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการหมุนเวียน ของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบโดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่ การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศแบบหนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลางมีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียนแถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น - นอกจากนี้บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละแถบละติจูดจะมีลักษณะลมฟ้าอากาศที่แตกต่างกัน เช่นบริเวณใกล้ศูนย์สูตรมีปริมาณหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐ องศา มีอากาศแห้งแล้ง ส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศา อากาศมีความแปรปรวนสูง	
	๒๑. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียน ของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร (ว ๓.๒ ม.๖/๑๑)	- การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลัก ทำให้บริเวณซีกโลกเหนือมีการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		ผิวหน้าในมหาสมุทรมีทั้งกระแสน้ำอุ่น และ กระแสน้ำเย็น	
	๒๒. อธิบายผลของการ หมุนเวียนของอากาศและน้ำ ผิวหน้าในมหาสมุทรที่มีต่อ ลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้า อากาศ สิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม (ว ๓.๒ ม.๖/๑๒)	- การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทร ส่งผลต่อภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม ที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรปไม่หนาวเย็น เกินไป และเมื่อการหมุนเวียนอากาศและน้ำใน มหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิดผลกระทบต่อ สภาพลมฟ้าอากาศ เช่น ปรากฏการณ์ เอลนี โญและลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวนของ ลมค้าและส่งผลต่อประเทศที่อยู่บริเวณ มหาสมุทรแปซิฟิก	
	๒๓. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของโลกพร้อมทั้งนำเสนอ แนวปฏิบัติ เพื่อลดกิจกรรม ของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (ว ๓.๒ ม.๖/๑๓)	- โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยปริมาณ พลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่ โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศทำให้เกิดสมดุล พลังงานของโลกส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในแต่ละปีค่อนข้างคงที่ และมีลักษณะ ภูมิอากาศที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงาน ของโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกและภูมิอากาศเกิดการ เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากปัจจัยหลายประการ ทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและการกระทำ ของมนุษย์ เช่น แก๊สเรือนกระจก ลักษณะผิว โลก และละอองลอย - มนุษย์มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกได้โดยการลดกิจกรรมที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงาน เช่น ลดการ ปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกและละอองลอย	
	๒๔. แปลความหมาย สัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่ สำคัญจากแผนที่อากาศและ นำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้ สอดคล้องกับสภาพลมฟ้า อากาศ (ว ๓.๒ ม.๖/๑๔)	- แผนที่อากาศผิวพื้นแสดงข้อมูลการตรวจ อากาศในรูปแบบสัญลักษณ์หรือตัวเลข เช่น บริเวณความกดอากาศสูง หย่อมความกด อากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อนร่องความกด อากาศต่ำ การแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้า อากาศทำให้ทราบลักษณะลมฟ้าอากาศ ณ บริเวณหนึ่ง - การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบน แผนที่ อากาศร่วมกับข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียมสามารถนำมาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การเลือกช่วงเวลาในการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาล การเตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๔ รายวิชา วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
๑	เอกภพ กำเนิดเอกภพ และวิวัฒนาการ ของเอกภพ	มาตรฐาน ว ๓.๑ ๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงานสสารขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ (ว ๓.๑ ม.๖/๑) ๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ(ว ๓.๑ ม.๖/๒)	- เอกภพเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่มนุษย์สามารถสังเกตได้ มีขอบเขตกว้างใหญ่ไพศาลที่บรรจุทุกสิ่งทุกอย่าง นับตั้งแต่กลุ่มกระจุกกาแล็กซี กระจุกกาแล็กซี กาแล็กซีกลุ่มท้องถิ่น กาแล็กซีทางช้างเผือก ระบบสุริยะ และโลกตามลำดับในแต่ละกาแล็กซีจะประกอบด้วยกระจุกดาว ระบบของดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ เนบิวลา ฝุ่นธุลี คอสมิก แก๊ส และที่ว่างรวมกันอยู่)ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีบิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบงที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมากซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาและวิวัฒนาการของเอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบงเอกภพเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วมีอุณหภูมิลดลง มีสารคงอยู่ในรูปอนุภาคและปฏิยานุภาคหลายชนิดและมี วิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะเป็นสมาชิก บางส่วนของเอกภพ - หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแนวรัศมีและระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่างออกจากโลก ที่กล่าวว่าความเร็วในการถอยห่างของกาแล็กซี(V)จะแปรผันตรงกับระยะห่างจากกาแล็กซีถึงผู้สังเกตบนโลก(D)เขียนสัญลักษณ์ได้เป็น $V \propto D$ และเขียนให้อยู่ในรูปของสมการได้เป็น $V = H_0 D$ และหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทาง และสอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอวกาศมีค่าประมาณ ๒.๗๓ เคลวิน

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
๑	เอกภพ กำเนิดเอกภพ และวิวัฒนาการ ของเอกภพ	๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือกและระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก (ว ๓.๑ ม.๖/๓)	- กาแล็กซีประกอบด้วยดาวฤกษ์จำนวนมากหลายแสนล้านดวงซึ่งอยู่กันเป็นระบบของดาวฤกษ์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเทพีฟ้าอื่น เช่น เนบิวลาและสสารระหว่างดาว โดยองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซีอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง - กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกันโดยระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหันแบบมีคานามีโครงสร้าง คือ นิวเคลียส จานและฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียสและจาน โดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือก ประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสง ซึ่งทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็นบริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมองของคนบนโลก แถบฝ้าสีขาวจาง ๆ ของทางช้างเผือกคือดาวฤกษ์ที่อยู่อย่างหนาแน่นในกาแล็กซี-ทางช้างเผือก
๒	ดาวฤกษ์	๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดันอุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ (ว ๓.๑ ม.๖/๔)	- ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไป ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่เกิดจากการยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลามีขนาดเล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิดเป็นดาวฤกษ์ก่อนเกิดเมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นจนเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ก่อนเกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ในสภาพสมดุลระหว่างแรงดันกับแรงโน้มถ่วง เรียกว่า สมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีขนาดคงที่เป็นเวลานานตลอดช่วงชีวิตของดาวฤกษ์ - ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาหลักของกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ที่แก่นของดาวฤกษ์ ทำให้เกิดการหลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็นนิวเคลียสฮีเลียมแล้วก่อให้เกิดพลังงานอย่างต่อเนื่อง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		๕. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ (ว ๓.๑ ม.๖/๕)	- ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจากดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาทีต่อหน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจากตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึงกำหนดค่าการเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ด้วยค่าโชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดงระดับความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต
		๖. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของ ดาวฤกษ์ (ว ๓.๑ ม.๖/๖)	- สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้สเปกตรัมในการจำแนกชนิดของดาวฤกษ์
		๗. อธิบายลำดับวิวัฒนาการ ที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ (ว ๓.๑ ม.๖/๗)	- มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิด ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้พลังงานมากจึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย - ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกัน การวิวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ส่วนใหญ่เทียบกับจำนวนเท่าของมวลดวงอาทิตย์
๓	ระบบสุริยะ	๘. กระบวนการเกิดระบบสุริยะและการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต (ว ๓.๑ ม.๖/๘)	- ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่นและแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊สประมาณ ร้อยละ ๙๙.๘ ของมวลได้รวมตัวเป็นดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อนหรือพลาสมา สสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และบริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิดและองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และดวงดาวหาง
			- โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิต เพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสมอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต มีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคงสถานะเป็นของเหลวได้ ปัจจุบันมีการค้นพบดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมากและมีดาวเคราะห์บางดวงที่อยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตคล้ายโลก

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		๙. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์การเกิดลมสุริยะพายุสุริยะและสปีคันข้อมูลวิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะและพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย (ว ๓.๑ ม.๖/๙)	- ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็นแก่น เขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อน และมีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อนซึ่งแบ่งเป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโครโมสเฟียร์ และโคโรนา ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืดดวงอาทิตย์ การลุกจ้าที่ทำให้เกิดลมสุริยะและพายุสุริยะซึ่งส่งผลต่อโลก - ลมสุริยะเกิดจากการแพร่กระจายของอนุภาคจากชั้น โคโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาคที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุลมสุริยะส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสงและชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ - พายุสุริยะเกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุพลังงานสูงจำนวนมาก มักเกิดบ่อยครั้งในช่วงที่มีการลุกจ้าและในช่วงที่มีจุดมืดดวงอาทิตย์จำนวนมาก และในบางครั้งมีการพ่นก้อนมวลโคโรนา พายุสุริยะอาจส่งผลต่อสนามแม่เหล็กโลก จึงอาจรบกวนระบบการส่งกระแสไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผลต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของดาวเทียม นอกจากนั้นมักทำให้เกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน
๔	เทคโนโลยีอวกาศ	๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่น ต่างๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศและนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต (ว ๓.๑ ม.๖/๑๐)	- มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษาเพื่อขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์อาหารการแพทย์ - นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลต และรังสีเอ็กซ์ - ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อสำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่นส่วนสถานี

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
			อวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการลอยฟ้าที่โคจรรอบโลกใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก - ดาวเทียม คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียมมีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน
๕	โครงสร้างของโลก	มาตรฐาน ว ๓.๒ ๑๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน (ว ๓.๒ ม.๖/๑)	- การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลกจึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้างโลกได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน
๖	โลกและการเปลี่ยนแปลง	๑๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี (ว ๓.๒ ม.๖/๒)	- แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาค การเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีดังกล่าวอธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีการแผ่ขยายพื้นสมุทรโดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขา ซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอยการเคลื่อนที่ของตะกอน ธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้งการค้นพบสันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร
		๑๓. ระบุสาเหตุและอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ	- การพาความร้อนของแมกมาภายในโลกทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		(ว ๓.๒ ม.๖/๓)	เช่น ร่องลึกก้นสมุทรมหุ้เกาะภูเขาไฟรูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหวภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบ ได้แก่ แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกันในแนวราบ
๗	ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา	๑๔. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ภูเขาไฟ ระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูล พื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย (ว ๓.๒ ม.๖/๔)	- ภูเขาไฟระเบิดเกิดจากการแทรกดันของแมกมา ขึ้นมาตามส่วนเปราะบาง หรือรอยแตกบนเปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย ความรุนแรงของการปะทุและรูปร่างของภูเขาไฟที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแมกมา ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้งประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการ เฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
		๑๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรงและผลจาก แผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้น ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้า ระวังและการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย(ว๓.๒ม.๖/๕)	- แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่ สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน มักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของแผ่นธรณี และพื้นที่ ภายใต้อิทธิพลของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ทำให้ บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ซึ่ง ส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหายเกิดอันตรายต่อชีวิต และทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้า ระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
		๑๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผล จากสึนามิ รวมทั้งสืบค้น ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้า ระวังและการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย (ว ๓.๒ ม.๖/๖)	- สึนามิ คือ คลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำ ในปริมาณมหาศาลส่วนมากจะเกิดในทะเล หรือ มหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความ ยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่ กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อยและอาจเพิ่ม ความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน บริเวณน้ำตื้น ทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งบาง บริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย สึนามิก่อให้เกิดอันตราย แก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายหาดนั้น จึง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
			ต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
๘	การหมุนเวียนของระบบลมของโลกและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	๑๗. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก (ว ๓.๒ ม.๖/๗)	- พื้นผิวโลกแต่ละบริเวณได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยสำคัญหลายประการ เช่น สัณฐานและการเอียงของแกนโลกลักษณะของพื้นผิว ละอองลอย และเมฆ ทำให้แต่ละบริเวณบนโลกมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน ส่งผลให้มีความกดอากาศแตกต่างกัน และเกิดการถ่ายโอนพลังงานระหว่างกัน
		๑๘. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ (ว ๓.๒ ม.๖/๘)	- การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจากความกดอากาศที่ต่างกันระหว่างสองบริเวณ โดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ และเมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวดิ่งจะพบว่าอากาศเหนือบริเวณความกดอากาศต่ำจะมีการยกตัวขึ้น ขณะที่อากาศเหนือบริเวณความกดอากาศสูงจะจมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวราบและแนวดิ่งนี้ทำให้เกิดเป็นการหมุนเวียนของอากาศ
		๑๙. อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก (ว ๓.๒ ม.๖/๙)	- การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดแรงคอริอลิส ส่งผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศเบนไป โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณซีกโลกเหนือจะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจากทิศทางเดิม
		๒๐. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขต ละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ (ว ๓.๒ ม.๖/๑๐)	- โลกมีความกดอากาศแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ รวมทั้งอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบโดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่ การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศแบบหนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลางมีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียนแถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น นอกจากนี้บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละแถบละติจูดจะมีลักษณะลมฟ้าอากาศที่ต่างกัน เช่นบริเวณใกล้ศูนย์สูตรมีปริมาณหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยสูงกว่า

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
			บริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐ องศา มีอากาศแห้งแล้ง ส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศา อากาศมีความแปรปรวนสูง
		๒๑. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียน ของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร (ว ๓.๒ ม.๖/๑๑)	- การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลัก ทำให้บริเวณซีกโลกเหนือมีการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวน้ำในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรมีทั้งกระแสน้ำอุ่น และกระแสน้ำเย็น
๙	ความแปรปรวนของอากาศ	๒๒. อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม (ว ๓.๒ ม.๖/๑๒)	- การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรส่งผลต่อภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม ที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรปไม่หนาวเย็นเกินไป และเมื่อการหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวนของลมค้าและส่งผลต่อประเทศที่อยู่บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก
		๒๓. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกพร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติ เพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (ว ๓.๒ ม.๖/๑๓)	- โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยปริมาณพลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศทำให้เกิดสมดุล พลังงานของโลกส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในแต่ละปีค่อนข้างคงที่ และมีลักษณะภูมิอากาศที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกและภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากปัจจัยหลายประการทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ เช่น แก๊สเรือนกระจก ลักษณะผิวโลก และละอองลอย - มนุษย์มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้โดยการลดกิจกรรมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงาน เช่น ลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกและละอองลอย
๑๐	แผนที่อากาศ	๒๔. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศและ	- แผนที่อากาศผิวพื้นแสดงข้อมูลการตรวจอากาศในรูปแบบสัญลักษณ์หรือตัวเลข เช่น บริเวณความกดอากาศสูง หย่อมความกดอากาศต่ำ

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		นำข้อมูลสารสนเทศ ต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้ สอดคล้องกับสภาพลมฟ้า อากาศ (ว ๓.๒ ม.๖/๑๔)	พายุหมุนเขตร้อนร่องความกดอากาศต่ำ การแปล ความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศทำให้ทราบ ลักษณะลมฟ้าอากาศ ณ บริเวณหนึ่ง - การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่ ที่ อากาศร่วมกับข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม สามารถ นำมาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับ สภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การเลือกช่วงเวลาใน การเพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาล การ เตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๑๑๔ รายวิชา วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๑	เอกภพ - กำเนิดเอกภพและวิวัฒนาการของเอกภพ - กาแล็กซีและกาแล็กซีทางช้างเผือก	๖
๒	ดาวฤกษ์ - กำเนิดดาวฤกษ์ - ความส่องสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์ - สี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ - วิวัฒนาการของดาวฤกษ์	๗
๓	ระบบสุริยะ - การกำเนิดระบบสุริยะและเขตบิรวารของดวงอาทิตย์ - ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ - ดวงอาทิตย์	๗
๔	เทคโนโลยีอวกาศ - กล้องโทรทรรศน์ - ยานอวกาศ และดาวเทียม - การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศ	๗
๕	โครงสร้างของโลก - การศึกษาโครงสร้างโลก - การแบ่งโครงสร้างโลก	๖
๖	โลกและการเปลี่ยนแปลง - ทฤษฎีทวีปเลื่อนและหลักฐานที่สนับสนุน - ลักษณะของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีและผลที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	๗
๗	ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา - ภูเขาไฟ - แผ่นดินไหว - สึนามิ	๗
๘	การหมุนเวียนของระบบลมของโลกและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร - ปัจจัยการเกิดลม - การเคลื่อนที่ของอากาศ - แร่คอริโอลิส	๗

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
	- การหมุนเวียนของอากาศตามเขต ละติจูด - การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	
๙	ความแปรปรวนของอากาศ - ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา - ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก	๓
๑๐	แผนที่อากาศ - แผนที่อากาศ	๓
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว๓๑๐๑ รายวิชา การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาแนวคิดหลักของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นและความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ออกแบบ สร้าง หรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการบริการโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งใช้ความรู้ ทักษะ และเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย คำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน

การแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม ตัวอย่างและประโยชน์ของแนวคิดเชิงคำนวณเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับแก้ปัญหา การแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และเงื่อนไขของปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี การทำซ้ำ การจัดเรียงและค้นหาข้อมูลตัวอย่างการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การศึกษาตัวอย่างโครงงานทางเทคโนโลยีสารสนเทศ การกำหนดปัญหา ศึกษา วางแผน ดำเนินงาน สรุปผลและเผยแพร่ ในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

มีเจตคติที่ดีในการทำงาน มีคุณธรรมและจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยี ตระหนักถึงผลกระทบของการใช้เทคโนโลยีกับสังคม มีมารยาท ระเบียบ และข้อบังคับในการเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีการจัดการเทคโนโลยีด้วยการลดการใช้ทรัพยากรหรือเลือกใช้เทคโนโลยีที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว ๔.๑ ม.๔/๑-๕

รวมทั้งหมด ๕ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

รหัสวิชา ว๓๑๑๐๑ รายวิชา การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

๑. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี (ว๔.๑ ม ๔/๑)

๒. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา (ว๔.๑ ม ๔/๒)

๓. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นไปได้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา (ว๔.๑ ม ๔/๓)

๔. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด (ว๔.๑ ม ๔/๔)

๕. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย (ว๔.๑ ม ๔/๕)

๖. ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (ว๔.๒ ม ๔/๑)

รวมทั้งหมด ๖ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๑๐๑ รายวิชา การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

มฐ.	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ว ๔.๑ เทคโนโลยี (การ ออกแบบ และ เทคโนโลยี)	๑. วิเคราะห์แนวคิด หลักของ เทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์ อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผล กระทบ ที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และ สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการ พัฒนา เทคโนโลยี	๑. ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วน ต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้า ด้วยกันและทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุ วัตถุประสงค์โดยในการทำงานของระบบทาง เทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และ ผลผลิต(output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ ตามวัตถุประสงค์ โดยระบบทางเทคโนโลยี อาจมีระบบย่อยหลายระบบ (subsystems) ที่ทำงานสัมพันธ์กันอยู่ และ หากระบบย่อยใดทำงานผิดพลาดจะส่งผลต่อ การทำงานของระบบอื่นด้วย ๒. เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือ ปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความ ต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม	
	๒. ระบุปัญหาหรือความ ต้องการที่มีผลกระทบ ต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความ ถูกต้องด้านทรัพย์สิน ทางปัญญา	๑. ปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม เช่น ปัญหาด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง สุขภาพและการแพทย์ การบริการ ซึ่งแต่ละด้านอาจมีได้หลากหลาย ปัญหา ๒. การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจ ใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวม ข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำ ไปสู่การออกแบบแนวทางการ แก้ปัญหา	

มฐ.	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๓. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และ ตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบวางแผน ขั้นตอนการทำงานและ ดำเนินการแก้ปัญหา	๓. การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ๔. การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน ๕. ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอมีหลากหลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน ๖. การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาคือช่วยให้การทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น จำเป็นต่อการแก้ปัญหา	
	๔. ทดสอบ ประเมินผลวิเคราะห์ และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด	๗. การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่องและดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหามีประสิทธิภาพ ๘. การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ หรือการนำเสนอต่อภาคธุรกิจเพื่อ การพัฒนาต่อยอดสู่ฐานอาชีพ	
	๕. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ และ	๑. การวิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุในสิ่งของเครื่องใช้ ๒. การวิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้	

มฐ.	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	เทคโนโลยีที่ซับซ้อนใน การแก้ปัญหาหรือ พัฒนางาน ได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม และ ปลอดภัย	๓. การออกแบบอุปกรณ์และนำเสนอ แนวทาง การเลือกใช้วัสดุ และเครื่องมือ พื้นฐาน	
ว. ๔.๒ เทคโนโลยี (วิทยาการ คำนวณ)	ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิง คำนวณ ในการพัฒนาโครงงานที่ มีการ บูรณาการกับวิชาอื่น อย่างสร้างสรรค์และ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง	แนวคิดเชิงคำนวณ ได้แก่การคิดแบบแยก ส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหา รูปแบบของปัญหา การคิดเชิงนามธรรม และ การออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๑๑๐๑ รายวิชา การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	เทคโนโลยี น่ารู้	๑. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี	- ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกันและทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยี อาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยระบบทางเทคโนโลยี อาจมีระบบย่อยหลายระบบ (subsystems) ที่ทำงานสัมพันธ์กันอยู่ และหากระบบย่อยใดทำงานผิดพลาดจะส่งผลต่อการทำงานของระบบอื่นด้วย - เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและ สิ่งแวดล้อม - เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม
๒	เครื่องมือ และกลไก	๑. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้	วัสดุมีอยู่หลายประเภท แต่ละประเภทมีสมบัติที่เหมือนและแตกต่างกัน เราจึงต้องเลือกใช้วัสดุให้ เหมาะสมกับการใช้งาน และต้องเลือกใช้ อุปกรณ์ เครื่องมือในการปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับลักษณะ ของงาน เช่น การตัด และการเจาะ นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือเป็นอย่างดี เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		อย่างถูกต้อง เหมาะสม และ ปลอดภัย	
			กลไก อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้การทำงาน ของสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ของมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพ หรือช่วยอำนวยความสะดวก ในการทำงาน หากสังเกตสิ่งของเครื่องใช้รอบตัว จะพบว่าสิ่งของเครื่องใช้เหล่านี้ได้รับการพัฒนาจนมีระบบการทำงานที่ซับซ้อน และยังมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มาช่วยในการทำงาน ให้เป็นระบบอัตโนมัติเพื่อตอบสนอง ความต้องการของมนุษย์ให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น
๓	การออกแบบเชิงวิศวกรรม	๑ ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการเทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึง ความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา ๒) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่สำคัญเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการ ที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา	- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน เพื่อสร้างแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้ การทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นสามารถย้อนขั้นตอนกลับไปมาได้ และอาจมีการทำงานซ้ำ ในบางขั้นตอนหากต้องการพัฒนาหรือปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น - การทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในการสร้างชิ้นงานและวิธีการแก้ไข้ปัญหา ซึ่งการทำงานตามกระบวนการนี้อาจไม่ได้มีลำดับขั้นตอนที่กำหนดตายตัว สามารถย้อนกลับหรือข้ามขั้นตอนได้ และอาจมีการทำซ้ำ กระบวนการเพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงผลงานให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น กระบวนการแก้ปัญหานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการทำงานในชีวิตประจำวัน และการพัฒนางานเพื่อเป็นแนวทางการเข้าสู่อาชีพได้อีกด้วย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๓) ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของ ปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุง แก้ไข และนำ เสนอผลการ แก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนว ทางการพัฒนาต่อยอด	- การสร้างหรือพัฒนางานบางอย่างอาจมี ความจำ เป็นต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก อุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น ต้องมีความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำ เป็นในสิ่งที่ เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถทำงานได้สำเร็จตาม เป้าหมาย และทำ งานได้อย่างปลอดภัย
๔	แนวคิด เชิง คำนวณ	ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิง คำนวณในการพัฒนา โครงการที่มีการบูรณาการ กับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง	แนวคิดเชิงคำนวณ ได้แก่การคิดแบบแยก ส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหารูปแบบ ของปัญหา การคิดเชิงนามธรรม และการ ออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๑๑๐๑ รายวิชา การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	เทคโนโลยีน่ารู้	๔
๒	เครื่องมือและกลไก	๔
๓	การออกแบบเชิงวิศวกรรม	๑๒
สอบกลางภาค		๒
๔	แนวคิดเชิงคำนวณ	๑๖
สอบปลายภาค		๒
รวม		๔๐

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว๓๒๑๐๑ รายวิชาการออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาหลักการของวิทยาการข้อมูลและหลักการคิดเชิงออกแบบเพื่อเพิ่มคุณค่าให้บริการหรือผลิตภัณฑ์ วิธีการเก็บข้อมูลและเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การประมวลผลข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล การเก็บข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การแปลงข้อมูลให้เป็นภาพ การเลือกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ การใช้ประโยชน์จากข้อมูลและตัวอย่างกรณีศึกษาศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์หรือความต้องการที่คำนึงถึงผู้ใช้ด้วยการคิดเชิงออกแบบและความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อให้เข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง และรอบด้านเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงตามความต้องการ พัฒนาโครงการเพื่อปัญหาจากสถานการณ์ที่ตนสนใจ

โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งใช้ความรู้ทักษะ และเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและเสนอผลงาน มีจริยธรรม และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม โดยปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม

ตัวชี้วัด

ว ๔.๑ ม.๕/๑

ว ๔.๒ ม.๕/๑

รวม ๒ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

รหัสวิชา ว๓๒๑๐๑ รายวิชาการออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

๑. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อ
แก้ปัญหาหรือพัฒนางาน (ว ๔.๑ ม.๕/๑)

๒. รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยี
สารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์
(ว ๔.๒ ม.๕/๑)

รวม ๒ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
รหัสวิชา ว๓๒๑๐๑ รายวิชาการออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
มาตรฐาน ว๔.๑	๑. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน	• การทำโครงการ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากร ในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน • การทำโครงการออกแบบและเทคโนโลยี สามารถดำเนินการได้ โดยเริ่มจาก การสำรวจสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ เพื่อกำหนดหัวข้อโครงการ แล้วรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	
มาตรฐาน ว๔.๒	๒. รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์		

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๒๑๐๑ รายวิชาการออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	ข้อมูลมีคุณค่า	๑. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจาก ศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรใน การทำโครงการเพื่อแก้ปัญหาหรือ พัฒนางาน ๒. รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศใน การแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับ บริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริง อย่างสร้างสรรค์	• การทำโครงการ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากร ในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาหรืออำนวยความสะดวกในการ ทำงาน • การทำโครงการการออกแบบและเทคโนโลยี สามารถดำเนินการได้ โดยเริ่มจาก การสำรวจ สถานการณ์ปัญหาที่สนใจ เพื่อกำหนดหัวข้อ โครงการ แล้วรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบแนวทางการ แก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา
๒	การเก็บ รวบรวมและ สำรวจข้อมูล		
๓	การวิเคราะห์ ข้อมูล		
๔	การทำข้อมูล ให้เป็นภาพ และการสื่อสาร ด้วยข้อมูล		
๕	โครงการ ออกแบบและ เทคโนโลยี		

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๒๑๐๑ รายวิชาการออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ข้อมูลมีคุณค่า	๔
๒	การเก็บรวบรวมและสำรวจข้อมูล	๖
๓	การวิเคราะห์ข้อมูล	๘
๔	การทำข้อมูลให้เป็นภาพและการสื่อสารด้วยข้อมูล	๘
๕	โครงงานออกแบบและเทคโนโลยี	๑๔
รวม		๔๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๑ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์ หน่วยระหว่างชาติ สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ความไม่แน่นอนในการวัด เลขนัย การวัดและการบันทึกผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ การทดลองทางฟิสิกส์ การรายงานความคลาดเคลื่อน ระยะทาง การกระจัด เวลา ความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่ง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กฎการเคลื่อนที่ทั้ง ๓ ข้อ ของนิวตัน แรงการหาแรงลัพธ์มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน แรงดึงดูดระหว่างมวล การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ สมดุลกล ศูนย์กลางมวล และศูนย์ถ่วง สมดุลต่อการเลื่อนที่ สมดุลต่อการหมุน โมเมนต์ของแรง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุเสถียรภาพของวัตถุ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

มีความสามารถในการตัดสินใจนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

รวม ๙ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๑ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

๑. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อ การแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑)
๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๒)
๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๓)
๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๔)
๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๕)
๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๖)
๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๗)
๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๘)
๙. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์กลางที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๙)

รวมทั้งหมด ๙ ผลการเรียนรู้

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ เข้าใจ ธรรมชาติทาง ฟิสิกส์ ปริมาณและ กระบวนการ วัด การ เคลื่อนที่แนว ตรง แรงและ กฎการ เคลื่อนที่ของ นิวตัน กฎ ความโน้มถ่วง สากล แรง เสียดทาน สมดุล กล ของวัตถุ งาน และกฎการ	ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์ ๑. สืบค้น และอธิบาย การค้นหาความรู้ทาง ฟิสิกส์ ประวัติความ เป็นมา รวมทั้งพัฒนาการ ของหลักการและแนวคิด ทางฟิสิกส์ ที่มีผลต่อ การแสวงหา ความรู้ใหม่และการ พัฒนาเทคโนโลยี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑)	** ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ ** การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้ สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่ อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ** ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย	
อนุรักษ์ พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการ อนุรักษ์ โม เม้นตัม การ เคลื่อนที่แนว โค้ง รวมทั้ง นำความรู้ไป ใช้ประโยชน์	๒. วัด และรายงานผล การวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ได้ถูกต้องเหมาะสม โดย นำความคลาดเคลื่อนใน การวัดมาพิจารณาในการ นำเสนอผล รวมทั้ง แสดงผลการทดลอง ในรูปของกราฟ วิเคราะห์ และแปลความหมายจาก กราฟเส้นตรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๒)	** ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและ หน่วยวัด ** ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ ** ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ๑ มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ หรือเขียนโดยใช้คำ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		นำหน้าหน่วยของระบบเอสไอ การเขียนโดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียนเพื่อแสดงจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง	
	การเคลื่อนที่แนวตรง ๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลกและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๓)	** ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็วและความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิดในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัวมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u + v}{2} \right) t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ ** การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียนอยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็วกับเวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชันของเส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นการกระจัด ในกรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต ** การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก	
	๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๔)	** แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรงกระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธีเขียนเวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม. ๔/๕)	** สมบัติของวัตถุที่ด้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณที่บอกให้ทราบว่าวัตถุมีความเฉื่อยมากหรือน้อย ** การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ ** กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ** กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่ง โดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ** เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้	
	๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๖)	** แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุ มีน้ำหนัก	
	๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๗)	** แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อน ในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรงปฏิกิริยาดังฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ** ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อวัตถุนั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ $f_s \leq \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$ ** การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	
	สมดุลกล ๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และ	** สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๘)	** วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้ จากสมการ $M = Fl$ เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่ แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน ** การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล	
	๙. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๙)	** เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน ** วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๑ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	ธรรมชาติและ พัฒนาการ ทางฟิสิกส์	๑. สืบค้น และอธิบาย การค้นหาคำรู้ทาง ฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของ หลักการและแนวคิดทาง ฟิสิกส์ที่มีผลต่อ การแสวงหาคำรู้ใหม่ และการพัฒนาเทคโนโลยี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑)	** ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ ** การค้นคว้าหาคำรู้ทางฟิสิกส์ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการ หรือกฎ ความรู้เหล่านี้ สามารถนำไปใช้อธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ** ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหาคำรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาคำรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย
		๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๒)	** ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและหน่วยวัด ** ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ ** ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ๑ มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ หรือเขียนโดยใช้คำนำหน้าหน่วยของระบบเอสไอ การเขียนโดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียนเพื่อแสดงจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๒	การเคลื่อนที่ แนวตรง	๓. ทดลอง และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในแนวตรงที่มีความเร่งคง ตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๓)	** ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดย ความเร็วและความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่า ขณะหนึ่งซึ่งคิดในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วย ความเร่งคงตัวมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u + v}{2} \right) t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ ** การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียน อยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็วกับ เวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชันของ เส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชัน ของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นความเร่ง และ พื้นที่ ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นการกระจัด ใน กรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่ สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบ กับผู้สังเกต ** การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการ เคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่ง โน้มถ่วงของโลก
๓	แรงและกฎการ เคลื่อนที่	๔. ทดลอง และอธิบายการ หาแรงลัพธ์ของแรงสอง แรงที่ทำมุมต่อกัน (สาระ ฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๔)	** แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและ ทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธี เขียนเวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูป สี่เหลี่ยมด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๓	แรงและกฎการเคลื่อนที่ (ต่อ)	๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๕)	** สมบัติของวัตถุที่ด้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณที่บอกให้ทราบว่าวัตถุมีความเฉื่อยมากหรือน้อย ** การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ ** กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ** กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่ง โดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวลและความเร่ง เขียนแทนได้ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$ ด้วยสมการ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ ที่สองของนิวตัน ** เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้
		๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๖)	** แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทน ได้ด้วยสมการ $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ ** รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุ มีน้ำหนัก
๓	แรงและกฎการเคลื่อนที่ (ต่อ)	๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	** แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อน ในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๗)	ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรงปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ** ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อวัตถุนั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ $f_s \leq \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$ ** การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ใน
๔	สมดุลกล	๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๘)	**สมดุลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้ จากสมการ $M = Fl$ เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่ แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
			การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ อิสระ สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์ และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุ อยู่ในสมดุล
๔	สมดุลกล (ต่อ)	๙. สังเกตและอธิบาย สภาพการเคลื่อนที่ของ วัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อ วัตถุผ่านศูนย์กลางมวล ของวัตถุและผลของศูนย์ ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของ วัตถุ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๙)	** เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มี แรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำ ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบ เลื่อนที่โดยไม่หมุน วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๑ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ธรรมชาติและพัฒนากายทางฟิสิกส์ - ธรรมชาติของฟิสิกส์ - การวัดและการบันทึกผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ - การทดลองทางฟิสิกส์	๑๖
๒	การเคลื่อนที่แนวตรง - ตำแหน่ง - การกระจัดและระยะทาง - อัตราเร็วและความเร็ว - ความเร่ง - กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง - สมการสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง - การตกแบบเสรี	๒๒
๓	แรงและกฎการเคลื่อนที่ - แรง - การหาแรงลัพธ์ - มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ - แรงเสียดทาน - แรงดึงดูดระหว่างมวล - การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่	๒๒
๔	สมดุล - สมดุลกล - ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง - สมดุลต่อการเลื่อนที่ - สมดุลต่อการหมุน โมเมนต์ของแรง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ - เสถียรภาพของวัตถุ	๒๐
	รวม	๘๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๒ รายวิชา ฟิสิกส์ ๒
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ งานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายกำลังเฉลี่ย พลังงานกล พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ การอนุรักษ์พลังงานกล เครื่องกล ประสิทธิภาพของเครื่องกล หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม การดลและแรงดล การอนุรักษ์โมเมนตัม การชนและการติดตัวแยกจากกัน การชนของวัตถุใน ๑ มิติ การติดตัวแยกจากกันของวัตถุใน ๑ มิติ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ การเคลื่อนที่ของดาวเทียม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเสาะหาความรู้การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การอธิบาย การอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิดความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๒ รายวิชา ฟิสิกส์ ๒
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

๑. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายกำลังเฉลี่ย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๐)
๒. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะสปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๑)
๓. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๒)
๔. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๓)
๕. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๔)
๖. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๕)
๗. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๖)
๘. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๗)
๙. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๔/๑)
๑๐. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและเกิดการสั่นพ้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๔/๒)

รวมทั้งหมด ๑๐ ผลการเรียนรู้

สาระ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๒ รายวิชา ฟิสิกส์ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ เข้าใจ ธรรมชาติทาง ฟิสิกส์ ปริมาณและ กระบวนการ วัด การ เคลื่อนที่แนว ตรง แรงและ กฎการ เคลื่อนที่ของ นิวตัน กฎ ความโน้มถ่วง สากล แรง เสียดทาน สมดุล กลของ วัตถุ งาน และ กฎการอนุรักษ์ พลังงานกล โม เม้นตัมและกฎ การอนุรักษ์ โมเมนตัม การ เคลื่อนที่แนว โค้ง รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์	งานและพลังงาน ๑.วิเคราะห์และคำนวณงาน ของแรงคงตัว จากสมการ และพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับ ตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายกำลัง เฉลี่ย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๐)	** งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุ หาได้จากผลคูณของขนาดของแรง และขนาดของการกระจัดกับ โคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการ กระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos\theta$ หรือหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ ระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่ กับตำแหน่งโดยแรงที่กระทำอาจ เป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ ** งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$	
	งานและพลังงาน (ต่อ) ๒.อธิบายและคำนวณ พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหา ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึง สปริงกับระยะสปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่าง งานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างงานของแรงลัพธ์และ พลังงานจลน์ และคำนวณ งานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑)	** พลังงานเป็นความสามารถใน การทำงาน โดยที่พลังงานจลน์เป็น พลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ และ พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่ เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่าง ของวัตถุ แบ่งเป็นพลังงานศักย์ โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงาน ศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$ พลังงานกลเป็นผลรวมของ พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตาม สมการ $E = E_k + E_p$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	ม.๔/๑๑)	** แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ ** งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$	
	งานและพลังงาน (ต่อ) ๓. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๒)	** ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $E_k + E_p = \text{ค่าคงตัวโดยที่}$ พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก	
	งานและพลังงาน (ต่อ) ๔. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมมูลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๓)	** การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และ ล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมมูลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ $Efficiency = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จาก สมการ $M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{out}}{S_{in}}$	
	โมเมนตัมและการชน ๕. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๔)	** วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณ เวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ $p = mv$ ** เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดล $\vec{I} = \left[\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right] \Delta t$ ตามสมการ ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงดลกับเวลา	
	โมเมนตัมและการชน (ต่อ) ๖. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการตีตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๕)	** ในการชนกันของวัตถุและการตีตัวออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำโมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วยสมการโมเมนตัมของระบบก่อนชนเท่ากับโมเมนตัมของระบบหลังชน ** ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงาน	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		จลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น	
	การเคลื่อนที่แนวโค้ง ๗. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๖)	** การเคลื่อนที่แนวโค้ง พาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้งและแนวระดับพร้อมกันและเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำจึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ตามสมการ $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ ** ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับ ไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t$	
	การเคลื่อนที่แนวโค้ง (ต่อ) ๘. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการ	** วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุหมุน วัตถุที่มีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมี แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	อธิบายการโคจรของ ดาวเทียม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๗)	$F_c = \frac{mv^2}{r}$ ** นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$ ** ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมจึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา	
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายอย่างธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏ	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ๙. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑)	** การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A \sin(\omega t + \phi)$ $v = A\omega \cos(\omega t + \phi)$ $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi)$ $a = -A\omega^2$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
การณที่ เกี่ยวข้องกั แสง รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์		** การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง และการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย เป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่มีขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับขนาดของการกระจัด จากตำแหน่งสมดุล แต่มีทิศทางตรงข้าม โดยมีคาบการสั่นของวัตถุที่ติดอยู่ที่ปลายสปริง และคาบการแกว่งของ ลูกตุ้มตาม สมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ตามลำดับ	
	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอ นิ กอย่างง่าย (ต่อ) ๑๐. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและเกิดการสั่นพ้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๒)	** เมื่อตึงวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยให้ สั่น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่เฉพาะตัวการตึงลูกตุ้มออกจากแนวตั้งแล้วปล่อยให้แกว่ง ลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัวเช่นกัน ความถี่ที่มีค่าเฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติเมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ที่มีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๒ รายวิชา ฟิสิกส์ ๒

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๕	งานและ พลังงาน	๑.วิเคราะห์และคำนวณ งานของแรงคงตัว จาก สมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง กับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย กำลังเฉลี่ย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๐)	***งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุได้จาก ผลคูณของขนาดของแรงและขนาดของ การกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรง กับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos\theta$ หรือหาได้จากพื้นที่ใต้ กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับ ตำแหน่งโดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคง ตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$
		๒.อธิบายและคำนวณ พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหา ความสัมพันธ์ระหว่างงาน กับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงาน กับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริง กับระยะสปริงยืดออกและ ความสัมพันธ์ระหว่างงาน กับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างงาน ของแรงลัพธ์และพลังงาน จลน์ และคำนวณงานที่ เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๑)	***พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน โดยที่พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่ กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ และพลังงานศักย์เป็น พลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่าง ของวัตถุ แบ่งเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จาก สมการ $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$ พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงาน จลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$ แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรง นั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรง โน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
			พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$
๕	งานและ พลังงาน (ต่อ)	๓. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๒)	**ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $E_k + E_p =$ ค่าคงตัวโดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก
		๔. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๓)	**การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ แกน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และ ล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมดุลกล ประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ $Efficiency = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$ การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ $M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{out}}{S_{in}}$
๖	โมเมนตัมและการชน	๕. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการลดลงจากการชนและการได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลารวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง	**วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณ เวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ดังสมการ $p = mv$ เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๖	โมเมนตัมและ การชน (ต่อ)	ดลกับโมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๔) ๖. ทดลอง อธิบาย และ คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวกับการชนของวัตถุใน หนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัว แยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่ง เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๕)	เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับ เวลา เรียกว่า การดล $\vec{I} = \left[\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right] \Delta t$ ตามสมการ ซึ่งการ ดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรง ดลกับเวลา ** ในการชนกันของวัตถุและการติดตัว ออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มี แรงภายนอกมากระทำ โมเมนตัมของ ระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการ อนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วยสมการ โมเมนตัมของระบบก่อนชน เท่ากับ โมเมนตัมของระบบหลังชน ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การ ชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการ ชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงาน จลน์ของระบบ ไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น
๗	การเคลื่อนที่ แนวโค้ง	๗. อธิบาย วิเคราะห์ และ คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ และ ทดลองการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๖)	** การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้ สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของ อากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้งและ แนวระดับพร้อมกันและเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการ เคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำจึงมี ความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ มี ความสัมพันธ์ตามสมการ $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
			$v_y^2 = u_y^2 + 2a_y\Delta y$ ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t$
๗	การเคลื่อนที่ แนวโค้ง (ต่อ)	๘. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๗)	** วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมี แรงลัพท์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ $F_c = \frac{mv^2}{r}$ นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$ ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมจึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา
๘	การเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย	๙. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลาย	** การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		สปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑)	แอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจาก ตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชัน แบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมี ความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A \sin(\omega t + \phi)$ $v = A \omega \cos(\omega t + \phi)$ $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A \omega^2 \sin(\omega t + \phi)$ $a = -A \omega^2$
			** การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง และการ แกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่มีขนาดของ ความเร่งแปรผันตรงกับขนาดของการ กระจัดจากตำแหน่งสมดุล แต่มีทิศทางตรง ข้าม โดยมีคาบการสั่นของวัตถุที่ติดอยู่ที่ ปลายสปริง และคาบการแกว่งของ ลูกตุ้ม ตามสมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ตามลำดับ
		๑๐. อธิบายความถี่ ธรรมชาติของวัตถุและเกิด การสั่นพ้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม. ๕/๒)	** เมื่อตั้งวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจาก ตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยให้สั่น วัตถุจะสั่น ด้วยความถี่เฉพาะตัวการตั้งลูกตุ้มออกจาก แนวตั้งแล้วปล่อยให้แกว่ง ลูกตุ้มจะแกว่ง ด้วยความถี่เฉพาะตัวเช่นกัน ความถี่ที่มีค่า เฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติเมื่อ กระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ที่มีค่าเท่ากับ ความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่น ด้วยแอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั่น พ้อง

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๒ รายวิชา ฟิสิกส์ ๒
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๕	งานและพลังงาน - งานเนื่องจากแรงคงตัว - งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว - กำลัง - พลังงานกล พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ - การอนุรักษ์พลังงานกล - เครื่องกล ประสิทธิภาพของเครื่องกล - หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย	๒๒
๖	โมเมนตัมและการชน - โมเมนตัม - แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม - การดลและแรงดล - การอนุรักษ์โมเมนตัม - การชนและการติดตัวแยกจากกัน - การชนของวัตถุใน ๑ มิติ - การติดตัวแยกจากกันของวัตถุใน ๑ มิติ	๒๒
๗	การเคลื่อนที่แนวโค้ง - การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ - การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ - การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	๑๘
๘	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย - ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย - ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย - แรงกับการสั่นของมวลติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย	๑๘
	รวม	๘๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓	รายวิชา ฟิสิกส์ ๓	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๘๐ ชั่วโมง	จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ธรรมชาติของคลื่น อัตราเร็วของคลื่น หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น พฤติกรรมของคลื่น ธรรมชาติของเสียง การได้ยินเสียง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ สลิตเดี่ยว การเลี้ยวเบนผ่านเกรตติง การสะท้อนและหักเหของแสง การมองเห็นและการเกิดภาพ ภาพจากเลนส์บาง กระจกเงาทรงกลม แสง สี การมองเห็นแสงสี ปรากฏการณ์ธรรมชาติและใช้ประโยชน์เกี่ยวกับแสง

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การอธิบาย การอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิดความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓ รายวิชา ฟิสิกส์ ๓
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

๑. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๓)
๒. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๔)
๓. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๕)
๔. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๖)
๕. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๗)
๖. ออกแบบและสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
๗. เขียน Coding เพื่อแสดงขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน
๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๘)
๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๙)
๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเหรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความถี่จริงและถี่ปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)
๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง ตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)
๑๒. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)

๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบดสี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)

รวมทั้งหมด ๑๓ ผลการเรียนรู้

สาระ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓ รายวิชา ฟิสิกส์ ๓

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ความรู้ไปใช้ประโยชน์	คลื่นกล ๑. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๓)	** คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ** คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงานโดยต้องอาศัยตัวกลางเรียกว่า คลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ยังจำแนกชนิดของคลื่นออกเป็นสองชนิด ได้แก่ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว ** คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วยการกระจัด สันคลื่น ท้องคลื่น เฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็ว โดยอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = f\lambda$ ** การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักการของฮอยเกนส์ และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกันจะรวมกันตามหลักการซ้อนทับ	
	คลื่นกล (ต่อ) ๒. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๔)	** คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ** คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อของตัวกลางที่แตกต่างกัน แล้วเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม โดยเป็นไปตามกฎการสะท้อน เขียนแทนได้ด้วยสมการ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		มุมสะท้อน = มุมตกกระทบ ** คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตามกฎการหักเห เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ** คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับ โดยกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $ S_1P - S_2P = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ $ S_1Q - S_2Q = (n + \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$	
		** คลื่นนิ่งเกิดจากคลื่นอาพันธ์สองขบวนแทรกสอดกันแล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่า ปฏิบัพ และตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบหักล้างตลอดเวลา เรียกว่า บัพ ** คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปด้านหลังได้	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	เสียง ๓. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับ คลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในหน่วยของศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๕)	** เสียงเป็นคลื่นกลชนิดคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่น อัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ ** เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน	
	๔. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๖)	** กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลม เรียกว่าความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$ ** ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน ตามสมการ $\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ ** ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันเนื่องจากมีคุณภาพเสียงต่างกัน ** เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	เสียง (ต่อ) ๕. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๗)	** ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ $f_n = n \frac{v}{4L}$ เมื่อ $n = 0,1,2,3,\dots$ ** ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มาก มาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อย เป็นจังหวะ ** คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง	
		** เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกัน ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ** ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกัน จะเกิดคลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูงมาก มีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก ** ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบาย	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		หลักการทำงานของเครื่องดนตรี การเปล่งเสียงของมนุษย์ การ ประสม การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น	
	เสียง (ต่อ) ๖. ออกแบบและสร้าง ชิ้นงานจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้	นำความรู้เรื่องเสียง ไปใช้ในการ ออกแบบและสร้างชิ้นงานจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ ความรู้และกระบวนการตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ ด้าน วิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีและการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	
	เสียง (ต่อ) ๗. เขียน Coding เพื่อ แสดงขั้นตอนการออกแบบ ชิ้นงาน	การเขียน Coding เป็นการแสดง ขั้นตอนการออกแบบ ปรับปรุง และสร้างชิ้นงานอย่างเป็นระบบ ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาที่ เกิดขึ้น โดยใช้เหตุผลและทักษะ กระบวนการในการแก้ปัญหา	
	แสงเชิงคลื่น ๘. ทดลอง และอธิบายการ แทรกสอดของแสงผ่านสลิต คู่และเกรตติง การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของแสง ผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๘)	** เมื่อแสงผ่านช่องเล็กละเอียด (สลิตเดี่ยว) และช่องเล็กละเอียดคู่ (สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบนและ การแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืด และแถบสว่างบนฉาก โดยปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ ตามสมการ แถบมืด สำหรับสลิตเดี่ยว $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$ แถบสว่าง สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ แถบมืด สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กๆยาวที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็นจำนวนมาก และระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อยโดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กัน ใช้สำหรับหาความยาวคลื่นของแสงและศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $d \sin \theta = n\lambda \text{ เมื่อ } n = 0,1,2,3,\dots$	
	แสงและทัศนอุปกรณ์ ๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุ ตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๙)	**เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน **วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการ กรณีกระจกเงาราบ $s' = -s$ กรณีกระจกเงาทรงกลม $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$	
	๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเหรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและลึกปรากฏ มุม	** เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวย่อต่อของตัวกลางสองตัวกลางจะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่า	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	วิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)	คงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ** การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้จากสมการ $\frac{s'}{s} = \frac{n_2}{n_1}$	
		** มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$ ** การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต	
	๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดขึ้นจากเลนส์บาง ตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)	** เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุ โดยตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้นหาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสง หรือคำนวณได้จากสมการ $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$ ** ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	แสงและทัศนอุปกรณ์ (ต่อ) ๑๒.อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)	** กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด และมิราจ ** เมื่อแสงตกกระทบอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศแสงจะเกิดการกระเจิง ใช้อธิบายการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	
	แสงและทัศนอุปกรณ์ (ต่อ) ๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)	** การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี ** การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม แต่ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว ** แผ่นกรองแสงสียอมบางแสงสีผ่านไปได้และดูดกลืนบางแสงสี ** การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง ** ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสี เกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็นเซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓ รายวิชา ฟิสิกส์ ๓

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๙	คลื่นกล	๑. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๓)	** คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ** คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางเรียกว่า คลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ยังจำแนกชนิดของคลื่นออกเป็นสองชนิด ได้แก่ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว ** คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วยการกระจัด สันคลื่น ท้องคลื่น เฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็ว โดยอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = f\lambda$ ** การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักการของฮอยเกนส์ และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกัน จะรวมกันตามหลักการซ้อนทับ
		๒. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่น ผิวน้ำรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๔)	** คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ** คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อของตัวกลางที่แตกต่างกัน แล้วเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม โดยเป็นไปตามกฎการสะท้อน เขียนแทนได้ด้วยสมการ มุมสะท้อน = มุมตกกระทบ ** คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตาม กฎการหักเห เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับ โดยกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $ S_1P - S_2P = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ $ S_1Q - S_2Q = (n + \frac{1}{2})\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ** คลื่นนิ่งเกิดจากคลื่นอาพันธ์สองขบวนแทรกสอดกันแล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่า ปฏิบัพ และตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบหักล้างตลอดเวลา เรียกว่า บัพ ** คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปด้านหลังได้
๑๐	เสียง	๓. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การจัดของอนุภาคกับคลื่น ความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๕)	** เสียงเป็นคลื่นกลชนิดคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นอัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ ** เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน
		๔. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษ	** กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ทางเสียง รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๖)	พื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลม เรียกว่า ความเข้ม เสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$
			** ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน ตามสมการ $\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ ** ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน เนื่องจากมีคุณภาพเสียงต่างกัน ** เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง
		๕. ทดลอง และอธิบายการเกิด การสั่นพ้องของอากาศในท่อ ปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้ง สังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอป เพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่อง เสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๗)	** ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ $f_n = n \frac{v}{4L} \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ** ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อย ๆ เป็นจังหวะ ** คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง ** เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกัน ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ** ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกัน จะเกิดคลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่น

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			กระแทกมีพลังงานสูงมาก มีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก ** ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบายหลักการทำงานของเครื่องดนตรี การแปลงเสียงของมนุษย์ การประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น
		๖. ออกแบบและสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	นำความรู้เรื่องเสียง ไปใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้และกระบวนการตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรม
		๗. เขียน Coding เพื่อแสดงขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน	การเขียน Coding เป็นการแสดงขั้นตอนการออกแบบ ปรับปรุง และสร้างชิ้นงานอย่างเป็นระบบ ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้เหตุผลและทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา
๑๑	แสงเชิงคลื่น	๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ และเกรตติง การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๘)	** เมื่อแสงผ่านช่องเล็กล่างเดี่ยว (สลิตเดี่ยว) และช่องเล็กล่างคู่ (สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบนและการแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืดและแถบสว่างบนฉาก โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ แถบมืด สำหรับสลิตเดี่ยว $d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$ แถบสว่าง สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ แถบมืด สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$ ** เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กล่างที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็นจำนวนมาก และระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อย โดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กัน ใช้สำหรับหาความยาวคลื่นของแสงและศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			และการแทรกสอดของแสง โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $d \sin \theta = n\lambda \text{ เมื่อ } n = 0,1,2,3,\dots$
๑๒	แสงและทัศนอุปกรณ์	๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๙)	**เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน **วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการ กรณีกระจกเงาราบ $s' = -s$ กรณีกระจกเงาทรงกลม $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$
		๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเห รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)	** เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวย่อต่อของตัวกลางสองตัวกลางจะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่าคงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ** การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้จากสมการ $\frac{s'}{s} = \frac{n_2}{n_1}$ ** มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต
๑๒	แสงและทัศนอุปกรณ์	๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง ตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)	** เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุโดยตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้นหาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสง หรือคำนวณได้จากสมการ $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$ ** ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น
		๑๒.อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มिरาจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)	** กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลดและมिरาจ ** เมื่อแสงตกกระทบอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศแสงจะเกิดการกระเจิง ใช้อธิบายการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน
		๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)	** การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี ** การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม แต่ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว **แผ่นกรองแสงสียอมบางแสงสีผ่านไปได้และดูดกลืนบางแสงสี ** การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแต่ง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสี เกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็น เซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓ รายวิชา ฟิสิกส์ ๓

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๙	คลื่น - ธรรมชาติของคลื่น - อัตราเร็วของคลื่น - หลักการซ้อนทับ - พฤติกรรมของคลื่น	๒๐
๑๐	เสียง - ธรรมชาติของเสียง - การได้ยินเสียง - ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง - การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง	๒๒
๑๑	แสงเชิงคลื่น - แนวคิดเกี่ยวแสงเชิงคลื่น - การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ - การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว - การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง	๑๔
๑๒	แสงและทัศนอุปกรณ์ - การสะท้อนและการหักเหของแสง - การมองเห็นและการเกิดภาพ - ภาพจากเลนส์บางและกระจกเงาทรงกลม - แสงสีและการมองเห็นแสงสี - การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและ การใช้ประโยชน์เกี่ยวกับแสง	๒๔
	รวม	๘๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๔ รายวิชา ฟิสิกส์ ๔
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์ แรงไฟฟ้า และกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุและตัวเก็บประจุ กฎของโอห์ม สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย การหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ และ แก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๔ รายวิชา ฟิสิกส์ ๔
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

๑. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑)
๒. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๒)
๓. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๓)
๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๔)
๕. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๕)
๖. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๖)
๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๗)
๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๘)
๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๙)
๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๐)
๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๑)
๑๒. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนดรวมทั้งสังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๑)

๑๓. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๒)
๑๔. อธิบายหลักการทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๓)
๑๕. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๔)
๑๖. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๕)
๑๗. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๖)

รวมทั้งหมด ๑๗ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๔ รายวิชา ฟิสิกส์ ๔
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ เข้าใจแรงไฟฟ้า และกฎของ คูลอมป์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความ จุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของ โอห์ม วงจรไฟฟ้า กระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยน พลังงานทดแทน เป็นพลังงาน ไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่ กระทำกับประจุ ไฟฟ้า และ กระแสไฟฟ้า	ไฟฟ้าสถิต ๑. ทดลอง และอธิบายการ ทำวัตถุที่เป็นกลางทาง ไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดย การขัดสีกันและการ เหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑)	** การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า มาขัดสีกันจะทำให้วัตถุไม่เป็นกลาง ทางไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนถูก ถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตามกฎ การอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ** เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิด ตรงข้ามบนตัวนำทางด้านที่ใกล้วัตถุ และประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกล วัตถุเรียกว่าวิธีนี้ว่า การเหนี่ยวนำ ไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถใช้วิธีนี้ใน การทำให้วัตถุมีประจุได้	
พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยน พลังงานทดแทน เป็นพลังงาน ไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่ กระทำกับประจุ ไฟฟ้า และ กระแสไฟฟ้า	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๒. อธิบาย และคำนวณแรง ไฟฟ้าตามกฎของคูลอมป์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๒)	** จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกัน และกัน โดยมีทิศอยู่ในแนวเส้นตรง ระหว่างจุดประจุทั้งสองและมีขนาด ของแรงระหว่างจุดประจุแปรผัน ตรงกับผลคูณของขนาดของประจุ ทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสอง ของระยะห่างระหว่างจุดประจุ ซึ่ง เป็นไปตามกฎของคูลอมป์เขียน แทนได้ด้วยสมการ $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$ เมื่อ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ (ต่อ) การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟารา เดย์ ไฟฟ้า กระแสสลับ	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๓. อธิบาย และคำนวณ สนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่ กระทำกับอนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์ เนื่องจากระบบจุดประจุ	** รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มี สนามไฟฟ้าขนาด $E = k \frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาค ที่มีประจุไฟฟ้า ** สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	โดยรวมกันแบบเวกเตอร์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๓)	กระทำต่อประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{12}}{q_2}$ ** สนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ ** ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากันแต่อยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลม ** สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ	
	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๔)	** ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้าคำนวณได้จากสมการ $U = k \frac{q_1 q_2}{r}$ ** พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดย ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุแปรผันตรงกับขนาดประจุ และแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \frac{Q}{r}$ ** ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือ ผลรวมของ ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		จุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i}$ ** ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า คือ งานในการเคลื่อนประจุบวกหนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$ ** ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้า สัมพันธ์กับขนาดของสนามไฟฟ้าและระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $V_B - V_A = Ed$	
	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๕.อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๕)	** ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุของตัวเก็บประจุตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ ** ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$ ** เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$	
	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๖. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๖)	** ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายภาพเอกสาร ** ความรู้เรื่องไฟฟ้ายังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ฟาผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น	
	ไฟฟ้ากระแส ๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๗)	** เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ** กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำตามสมการ $I = nev_d A$	
	ไฟฟ้ากระแส (ต่อ) ๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความ	** เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทานของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๘)	โอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = \frac{1}{R} V$ ** ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุ ตามสมการ $R = \rho \frac{l}{A}$ ** ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จากแถบสีบนตัวต้านทาน ** เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ ** เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$	
	ไฟฟ้ากระแส (ต่อ) ๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๙)	** แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$ ** พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $W = I\Delta Vt$ และ $P = I\Delta V$	
	ไฟฟ้ากระแส (ต่อ) ๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อ	** เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	แบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๐)	ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$ และ $r = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ ตามลำดับ ** เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนานอีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทานภายในสมมูลลดลง ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \dots = \mathcal{E}_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ	
	ไฟฟ้ากระแส (ต่อ) ๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๑)	** การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ ** เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ๑๒. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนดรวมทั้งสังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๑)	** เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กมีความเข้มมาก ** ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณาและอัตราส่วนระหว่าง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วยสมการ $B = \frac{\phi}{A}$ **เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือโซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๓. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๒)	** อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นคำนวณได้จากสมการ $F = qvB \sin \theta$ ** กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไปโดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ $r = \frac{mv}{qB}$ ** ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้นโดยทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา และคำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = ILB \sin \theta$ ** เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๔. อธิบายหลักการทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๓)	** เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบายการทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบคำนวณได้จากสมการ $M = NIAB\cos\theta$	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๕. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๔)	** เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลง ตัดขดลวดตัวนำจะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ** ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้กฎของเลนส์ ** ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบลสตัดแบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิดอีเอ็มเอฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกิตาร์ไฟฟ้า	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๖. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอฟ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๕)	** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์ ** การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับใช้ค่าง่ายผลหรือค่ามิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \quad ; \quad I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๗. อธิบายหลักการ ทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับ ๓ เฟส การ	** เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มีขดลวดตัวนำ ๓ ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่งกันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐ องศา ซึ่ง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	แปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๖)	ช่วยให้มีประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงานไฟฟ้า ** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้วลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการ โดยใช้หม้อแปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ ** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง จะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟในขดลวดทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิ และจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๔ รายวิชา ฟิสิกส์ ๔

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๓	ไฟฟ้าสถิต	๑. ทดลอง และอธิบายการทำ วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มี ประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและ การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑)	** การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกันจะ ทำให้อัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจาก อิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีกรวัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ ประจุไฟฟ้า ** เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะ ทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านที่ ใกล้วัตถุและประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกรวมกันว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถ ใช้วิธีการนี้ในการทำให้อัตถุมีประจุได้
		๒.อธิบาย และคำนวณแรง ไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๒)	** จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกัน โดยมี ทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสองและ มีขนาดของแรงระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผล คูณของขนาดของประจุทั้งสองและแปรผกผันกับ กำลังสองของระยะห่างระหว่างจุดประจุ ซึ่ง เป็นไปตามกฎของคูลอมบ์เขียนแทนได้ด้วย สมการ $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$ เมื่อ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
		๓. อธิบาย และคำนวณ สนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่ กระทำกับอนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิ เนื่องจากระบบจุดประจุ โดยรวมกันแบบเวกเตอร์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๓)	** รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มีสนามไฟฟ้า ขนาด $E = k \frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้า ** สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ ไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{12}}{q_2}$ ** สนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากจุดประจุหลายจุด ประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๓	ไฟฟ้าสถิต	๓. อธิบาย และคำนวณ สนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพธ์ เนื่องจากระบบจุดประจุ โดยรวมกันแบบเวกเตอร์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๓) (ต่อ)	** ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากันแต่อยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลม ** สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
		๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๔)	** ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $U = k \frac{q_1 q_2}{r}$ ** พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดยศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุแปรผันตรงกับขนาดประจุ และแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \frac{Q}{r}$ ** ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i}$ ** ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า คือ งานในการเคลื่อนประจุบวกหนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$ ** ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้า และระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $V_B - V_A = Ed$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๓	ไฟฟ้าสถิต	๕.อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๕)	** ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชั้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุของตัวเก็บประจุตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ ** ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$ ** เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ ** เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$
		๖.นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๖)	** ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายเอกสาร ** ความรู้เรื่องไฟฟ้ายังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ฟ้าผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
๑๔	ไฟฟ้ากระแส	๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง	** เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ** กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๗)	หนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำและ พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_d A$
๑๔	ไฟฟ้า กระแส	๘. ทดลอง และอธิบายกฎของ โอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความต้านทานกับความ ยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพ ต้านทานของตัวนำโลหะที่ อุณหภูมิคงตัว และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ ความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัว ต้านทานมาต่อแบบอนุกรมและ แบบขนาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๘)	** เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทาน ของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = \frac{1}{R} V$ ** ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับ ชนิดและรูปร่างของวัตถุ ตามสมการ $R = \rho \frac{l}{A}$ ** ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จาก แถบสีบนตัวต้านทาน ** เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความ ต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ ** เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความ ต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$
		๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณ อีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง รวมทั้งอธิบายและ คำนวณพลังงานไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๙)	** แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงาน ไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้า เมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$ ** พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าใน หนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับ ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จาก สมการ $W = I\Delta V t$ และ $P = I\Delta V$
		๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็ม เอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่ แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้า	** เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟ สมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$ และ $r = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ ตามลำดับ ** เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทาน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		กระแสตรงซึ่งประกอบด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๐)	ภายในสมมูลลดลง ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \dots = \mathcal{E}_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ
๑๔	ไฟฟ้า กระแส	๑๑. อธิบายการเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงาน ไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงาน ไฟฟ้า โดยเน้นด้าน ประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๑)	** การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าใน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ ** เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือ ตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการ นำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การ ใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
๑๕	ไฟฟ้าและ แม่เหล็ก	๑๒. สังเกต และอธิบายเส้น สนามแม่เหล็ก อธิบายและ คำนวณฟลักซ์แม่เหล็กใน บริเวณที่กำหนดรวมทั้งสังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิด จากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ เส้นตรงและโซเลนอยด์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๑)	** เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดง บริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้น สนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่ มีสนามแม่เหล็ก มีความเข้มมาก ** ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ ผ่านพื้นที่ที่พิจารณา และอัตราส่วนระหว่าง ฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วย สมการ $B = \frac{\phi}{A}$ **เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือ โซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น
		๑๓. อธิบาย และคำนวณแรง แม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ใน สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่ กระทำต่อเส้นลวดที่มี กระแสไฟฟ้าผ่านและวางใน สนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้ง ของการเคลื่อนที่เมื่อประจุ	** อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปใน สนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น คำนวณได้จากสมการ $F = qvB\sin\theta$ ** กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปใน สนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไป โดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จาก สมการ $r = \frac{mv}{qB}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เคลื่อนที่ที่ต่างจากกับ สนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบาย แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำ	** ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ใน สนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้น โดยทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา และ
๑๕	ไฟฟ้าและ แม่เหล็ก	คู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๒)	คำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = ILB \sin \theta$ ** เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมี กระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำ ระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง
		๑๔. อธิบายหลักการทำงานของ ของแกลวานอมิเตอร์และ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๓)	** เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ใน สนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำ ต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบาย การทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบคำนวณได้ จากสมการ $M = NIAB \cos \theta$
		๑๕. สังเกตและอธิบายการเกิด อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการ เหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และ คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่อง อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบาย การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๔)	** เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวด ตัวนำจะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\mathcal{E} = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ ** ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้ กฎของเลนส์ ** ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบาย การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบล็กส์ต แบบ ขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิดอีเอ็มเอ ฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า
		๑๖. อธิบาย และคำนวณความ ต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแส ไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๕)	** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความ ต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์ ** การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับใช้ ค่าเฉลี่ยผลหรือค่ามีเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบรากที่ สองกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \quad ; \quad I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๕	ไฟฟ้าและ แม่เหล็ก	๑๗. อธิบายหลักการทำงาน และประโยชน์ของเครื่องกำเนิด ไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส การ แปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๖)	** เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มี ขดลวดตัวนำ ๓ ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่งกันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวด แต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐ องศา ซึ่งช่วยให้มี ประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงานไฟฟ้า ** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็น ไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้า แล้วลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการ โดยใช้หม้อ แปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวด ทุติยภูมิ ** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของหม้อ แปลง จะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวด ทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟในขดลวด ทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิ และ จำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๔ รายวิชา ฟิสิกส์ ๔
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๓	ไฟฟ้าสถิต - ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า - ประจุไฟฟ้า และกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า - การเหนี่ยวนำไฟฟ้า - แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ - สนามไฟฟ้า และเส้นสนามไฟฟ้า - ศักย์ไฟฟ้า - ตัวเก็บประจุและความจุ - การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	๒๘
๑๔	ไฟฟ้ากระแส - กระแสไฟฟ้า - ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ - พลังงานในวงจรไฟฟ้า - การต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่ - การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น - การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน - วงจรไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	๒๔
๑๕	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก - แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก - กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก - แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก - แรงระหว่างลวดตัวนำสองเส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่าน - แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก - การประยุกต์ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน	๒๘

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๕	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) - กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า - หม้อแปลง - ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ - การนำความรู้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์	
	รวม	๘๐

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๕ รายวิชา ฟิสิกส์ ๕
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิว และแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี ความร้อน ผลของความร้อนที่มีต่อสสาร กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

โดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๕ รายวิชา ฟิสิกส์ ๕
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

๑. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๓)
๒. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๔)
๓. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๕)
๔. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๖)
๕. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑)
๖. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๓)
๗. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๘)\
๘. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๙)
๙. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๐)
๑๐. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๑)
๑๑. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๒)

รวมทั้งหมด ๑๑ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๕ รายวิชา ฟิสิกส์ ๕ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ เข้าใจ ความสัมพันธ์ ของความร้อน กับการเปลี่ยน อุณหภูมิและ สถานะของ สสาร สภาพ ยืดหยุ่น ของวัสดุและมอ ดูล์สของยัง ความดันในของ ไหล แรงพุง และหลักของ อาร์คิมิดีส ความตึงผิวและ แรงหนืดของ ของเหลว ของ ไหลอุดมคติ และสมการแบร์ นูลลี กฎของ แก๊ส ทฤษฎี จลน์ของแก๊ส อุดมคติ	ของไหล ๑. อธิบาย และคำนวณ ความดันเกจ ความดัน สัมบูรณ์ และความดัน บรรยากาศ รวมทั้ง อธิบายหลักการทำงานของ แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่อง อัตไฮดรอลิก (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม. ๖/๓) ๒. ทดลอง อธิบาย และ คำนวณขนาดแรงพุง จากของไหล (สาระ ฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๔)	** ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรง เนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิว ภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลว กระทำต้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็น ความดันในของเหลว ** ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho gh$ ส่วนผลรวมของความดัน บรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ $P = P_0 + P_g$ ** ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัด ความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ** เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่ง ใดๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุด ในของเหลวนั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้ นำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องอัด ไฮดรอลิก	
	๒. ทดลอง อธิบาย และ คำนวณขนาดแรงพุง จากของไหล (สาระ ฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๔)	** วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียง บางส่วน จะถูกแรงพุงจากของไหล กระทำ โดยขนาดแรงพุงเท่ากับขนาด น้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตาม หลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอย การจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาด แรงพุงจากของไหลคำนวณได้จาก สมการ $F_B = \rho Vg$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ (ต่อ) และพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์	ของไหล (ต่อ) ๓. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม. ๖/๕)	** ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลว คำนวณได้จากสมการ $\gamma = \frac{F}{l}$ ** ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด	
ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ของไหล (ต่อ) ๔. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม. ๖/๖)	** ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความต่อเนื่อง $Av =$ ค่าคงตัว ** ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอจะมีผลรวมของความดัน สัมบูรณ์ พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$	
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ๕. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	** เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิคำนวณได้จากสมการ $Q = mc \Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = mL$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	(สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม. ๖/๑)	** วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$ ** เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน	
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ) ๖. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม. ๖/๗)	** แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น ** ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรและอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติ เป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $PV = nRT = Nk_B T$	
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ) ๗. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม. ๖/๘)	** จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ยและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊สได้ ** จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{2}{3} N\bar{E}_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ) ๘. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๙)	** ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ $W = P\Delta V$ ** โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมีพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุล เรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส ** พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$ ** ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ	
	ฟิสิกส์อะตอม ๙. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๐)	** พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมพลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตามสมการ $E = nhf$ ** ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และ	
	ฟิสิกส์อะตอม ๙. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๐) (ต่อ)	พลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ $r_n = \left(\frac{\hbar^2}{mke^2} \right) n^2$ และ $E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2 e^4}{\hbar^2} \left(\frac{1}{n^2} \right)$ ตามลำดับ ** ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$	
	ฟิสิกส์อะตอม (ต่อ) ๑๐. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๑)	** ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์ ** โอนส์ไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{\max}}$ ** การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{\max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ฟิสิกส์อะตอม (ต่อ) ๑๑. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๒)	** การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของ เดอบรอยล์ที่เสนอว่าอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาค ตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ ** จากความคิดของไอน์สไตน์และ เดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๕ รายวิชา ฟิสิกส์ ๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๖	ของไหล	๑. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๓)	** ภาวะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็นความดันในของเหลว ** ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho gh$ ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ $P = P_0 + P_g$ ** ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ** เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใดๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลว นั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก
		๒. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๔)	** วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาดแรงพยุงเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพยุงจากของไหลคำนวณได้จากสมการ $F_B = \rho Vg$
		๓. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๕)	** ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้จากสมการ $\gamma = \frac{F}{l}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด
๑๖	ของไหล	๔. อธิบายสมบัติของของไหล อุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๖)	** ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความต่อเนื่อง $Av = \text{ค่าคงตัว}$ ** ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอจะมีผลรวมของความดันสัมผัส พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$
๑๗	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	๕. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑)	** เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิกำนวณได้จากสมการ $Q = mc\Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = mL$ ** วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$ ** เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน
		๖. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๗)	** แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรและอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $PV = nRT = Nk_B T$
๑๗	ความร้อน และทฤษฎี จลน์ของ แก๊ส	๗. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊สและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๘)	** จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ยและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊สได้ ** จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{2}{3} NE_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$
		๘. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๙)	** ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ $W = P\Delta V$ ** โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมีพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุลเรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส ** พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			$Q = \Delta U + W$ ** ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ
๑๘	ฟิสิกส์ อะตอม	๙. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๐)	** พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัม พลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตามสมการ $E = nhf$ ** ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์ อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ $r_n = \left(\frac{h^2}{mke^2} \right) n^2$ และ $E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2 e^4}{h^2} \left(\frac{1}{n^2} \right) \text{ ตามลำดับ}$ ** ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$
		๑๐. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๑)	** ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{\max}}$
๑๘	ฟิสิกส์ อะตอม	๑๐. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๑) (ต่อ)	** การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{\max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ
		๑๑. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๒)	** การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของ เดอบรอยล์ที่เสนอว่า อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาค ตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ ** จากความคิดของไอน์สไตน์และ เดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้กล่าวเรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๕ รายวิชา ฟิสิกส์ ๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

เวลา ๘๐ ชั่วโมง

จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๖	ของไหล - ความหนาแน่น - ความดันในของเหลว - กฎพาสคัล - แรงพยุงและหลักอาร์คิมิดีส - ความตึงผิว - ความหนืด - พลศาสตร์ของของไหล	๒๖
๑๗	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส - ความร้อน - แก๊สอุดมคติ - ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส - พลังงานภายในระบบ - การประยุกต์	๒๖
๑๘	ฟิสิกส์อะตอม - อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน - แบบจำลองอะตอม - สเปกตรัมของอะตอม - ทฤษฎีอะตอมของโบร์ - ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค - กลศาสตร์ควอนตัม	๒๘
	รวม	๘๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๖ รายวิชา ฟิสิกส์ ๖
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์ หน่วยระหว่างชาติ สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ความไม่แน่นอนในการวัด เลขนัย การวัดและการบันทึกผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ การทดลองทางฟิสิกส์ การรายงานความคลาดเคลื่อน ระยะทาง การกระจัด เวลา ความเร็ว อัตราเร็ว ความเร่ง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กฎการเคลื่อนที่ทั้ง ๓ ข้อ ของนิวตัน แรงการหาแรงลัพธ์มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน แรงดึงดูดระหว่างมวล การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ สมดุลกล ศูนย์กลางมวล และศูนย์ถ่วง สมดุลต่อการเลื่อนที่ สมดุลต่อการหมุน โมเมนต์ของแรง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุเสถียรภาพของวัตถุ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

มีความสามารถในการตัดสินใจนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๖ รายวิชา ฟิสิกส์ ๖
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อ การแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑)
๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๒)
๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๓)
๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๔)
๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๕)
๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๖)
๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๗)
๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๘)
๙. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์กลางที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๙)

รวมทั้งหมด ๙ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๖ รายวิชา ฟิสิกส์ ๖
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ เข้าใจ ธรรมชาติ ทางฟิสิกส์ ปริมาณและ กระบวนการ วัด การ เคลื่อนที่ แนวตรง แรงและกฎ การเคลื่อนที่ ของนิวตัน กฎความ ไน้มถ่วง สากล แรง เสียดทาน สมดุล กล ของวัตถุ	ธรรมชาติและพัฒนาการ ทางฟิสิกส์ ๑. สืบค้น และอธิบาย การค้นหาความรู้ทาง ฟิสิกส์ ประวัติความ เป็นมา รวมทั้งพัฒนาการ ของหลักการและแนวคิด ทางฟิสิกส์ ที่มีผลต่อ การแสวงหา ความรู้ใหม่และการ พัฒนาเทคโนโลยี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑)	** ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยา ระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐาน ในธรรมชาติ ** การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ได้มา จากการสังเกต การทดลอง และเก็บ รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หรือจากการ สร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุปเป็น ทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้ สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นใน อนาคต ** ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของ หลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐาน ในการแสวงหาความรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึง การพัฒนาและความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาความรู้ใหม่ ทางวิทยาศาสตร์ด้วย	
งาน และกฎ การอนุรักษ์ พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการ อนุรักษ์ โม เม้นตัม การ เคลื่อนที่ แนวโค้ง รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์	ธรรมชาติและพัฒนาการ ทางฟิสิกส์ (ต่อ) ๒. วัด และรายงานผล การวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ได้ถูกต้องเหมาะสม โดย นำความคลาดเคลื่อนใน การวัดมาพิจารณาในการ นำเสนอผล รวมทั้ง แสดงผลการทดลอง ในรูปของกราฟ วิเคราะห์ และแปลความหมายจาก	** ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการ ทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัด ปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลข และหน่วยวัด ** ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วย เครื่องมือต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณทาง วิทยาศาสตร์คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ ** ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือ มากกว่า ๑ มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญ กรณ์วิทยาศาสตร์ หรือเขียนโดยใช้คำ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	กราฟเส้นตรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๒)	นำหน้าหน่วยของระบบเอสไอ การเขียน โดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียน เพื่อแสดงจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง	
	การเคลื่อนที่แนวตรง ๓. ทดลอง และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในแนวตรงที่มีความเร่งคง ตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๓)	** ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และ ความเร่ง โดยความเร็วและความเร่งมีทั้ง ค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิดในช่วงเวลา สั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ เคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัวมีความ สัมพันธ์ตามสมการ $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u + v}{2} \right) t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ ** การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ สามารถเขียนอยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับ เวลา กราฟความเร็วกับเวลา หรือกราฟ ความเร่งกับเวลา ความชันของเส้นกราฟ ตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชัน ของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็น ความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟความเร็วกับ เวลาเป็นการกระจัด ในกรณีที่ผู้สังเกตมี ความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็น ความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต ** การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการ เคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับ ความเร่งโน้มถ่วงของโลก	
	๔. ทดลอง และอธิบาย การหาแรงลัพธ์ของแรง สองแรงที่ทำมุมต่อกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๔)	** แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาด และทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่ กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธีเขียนเวกเตอร์ของ แรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้าน ขนานของแรงและวิธีคำนวณ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	แรงและกฎการเคลื่อนที่ (ต่อ) ๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม. ๔/๕)	** สมบัติของวัตถุที่ด้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย ** การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ ** กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ** กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่ง โดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ** เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้	
	๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม. ๔/๖)	** แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ ** รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุ มีน้ำหนัก	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	แรงและกฎการเคลื่อนที่ (ต่อ) ๗. วิเคราะห์ อธิบาย และ คำนวณแรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ คู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและ วัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้ง ทดลองหาสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานระหว่าง ผิวสัมผัสของวัตถุ คู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้ เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๗)	** แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสอง ก้อน ในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการ เคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรง ปฏิกริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ** ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่ นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรง พยายามที่กระทำต่อวัตถุนั้น และแรงเสียด ทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะกำลัง เคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดย แรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของ วัตถุคู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ $f_s \leq \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$ ** การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อ การเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	
	สมดุลกล ๘. อธิบายสมดุลกลของ วัตถุ โมเมนต์ และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการ หมุน แรงคู่ควบและผล ของแรงคู่ควบที่มีต่อ สมดุลของวัตถุ เขียน แผนภาพของแรงที่ กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อ วัตถุอยู่ในสมดุล และ คำนวณปริมาณ	** สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพ การเคลื่อนที่ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วย ความเร็วเชิงมุมคงตัว วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่ กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วย สมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๘)	** วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้ จากสมการ $M = Fl$ เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่ แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน ** การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล	
	สมดุลกล (ต่อ) ๙. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๙)	** เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่แข็งแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน ** วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๖ รายวิชา ฟิสิกส์ ๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	ธรรมชาติและ พัฒนาการ ทางฟิสิกส์	๑. สืบค้น และอธิบาย การค้นหาคำรู้ทาง ฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของ หลักการและแนวคิดทาง ฟิสิกส์ที่มีผลต่อ การแสวงหาคำรู้ใหม่ และการพัฒนาเทคโนโลยี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑)	** ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ ** การค้นคว้าหาคำรู้ทางฟิสิกส์ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้ สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ** ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหาคำรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาคำรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย
		๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๒)	** ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและหน่วยวัด ** ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ ** ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ๑ มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ หรือเขียนโดยใช้คำนำหน้าหน่วยของระบบเอสไอ การเขียนโดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียนเพื่อแสดงจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๒	การเคลื่อนที่ แนวตรง	๓. ทดลอง และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในแนวตรงที่มีความเร่งคง ตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๓)	** ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดย ความเร็วและความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่า ขณะหนึ่งซึ่งคิดในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วย ความเร่งคงตัวมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u + v}{2} \right) t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ ** การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียน อยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็วกับ เวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชันของ เส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชัน ของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นความเร่ง และ พื้นที่ ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นการกระจัด ใน กรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่ สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบ กับผู้สังเกต ** การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการ เคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่ง โน้มถ่วงของโลก
๓	แรงและกฎการ เคลื่อนที่	๔. ทดลอง และอธิบายการ หาแรงลัพธ์ของแรงสอง แรงที่ทำมุมต่อกัน (สาระ ฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๔)	** แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและ ทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธี เขียนเวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูป สี่เหลี่ยมด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๓	แรงและกฎการเคลื่อนที่ (ต่อ)	๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๕)	** สมบัติของวัตถุที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณที่บอกให้ทราบว่าวัตถุมีความเฉื่อยมากหรือน้อย ** การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ ** กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ** กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่ง โดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวลและความเร่ง เขียนแทนได้ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$ ด้วยสมการ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ ที่สองของนิวตัน ** เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้
		๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๖)	** แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทน ได้ด้วยสมการ $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ ** รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุ มีน้ำหนัก

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๓	แรงและกฎการ เคลื่อนที่ (ต่อ)	๗. วิเคราะห์ อธิบาย และ คำนวณแรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่ หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและ วัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้ง ทดลองหาสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานระหว่าง ผิวสัมผัสของวัตถุ คู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้ เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๗)	** แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อน ในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือ แนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียด ทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรง ปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่นั้น ๆ ** ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรง เสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อ วัตถุนั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุ เริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียด ทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะกำลัง เคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียด ทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ $f_s \leq \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$ ** การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการ เคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน
๔	สมดุลกล	๘. อธิบายสมดุลกลของ วัตถุ โมเมนต์ และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการ หมุน แรงคู่ควบและผล ของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุล ของวัตถุ เขียนแผนภาพ ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ อิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล กล และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง ทดลองและอธิบายสมดุล ของแรงสามแรง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๘)	**สมดุลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการ เคลื่อนที่ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วย ความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุน ด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_i = 0$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
			โดยโมเมนต์คำนวณได้ จากสมการ $M = Fl$ เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับ ศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่ แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์ และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล
๔	สมดุลกล (ต่อ)	๔. สังเกตและอธิบาย สภาพการเคลื่อนที่ของ วัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อ วัตถุผ่านศูนย์กลางมวล ของวัตถุและผลของศูนย์ ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของ วัตถุ (สาระพิสัยข้อ ๑ ม.๔/๔)	** เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มี แรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำ ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบ เลื่อนที่โดยไม่หมุน วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๖ รายวิชา ฟิสิกส์ ๖
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์ - ธรรมชาติของฟิสิกส์ - การวัดและการบันทึกผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ - การทดลองทางฟิสิกส์	๑๒
๒	การเคลื่อนที่แนวตรง - ตำแหน่ง - การกระจัดและระยะทาง - อัตราเร็วและความเร็ว - ความเร่ง - กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง - สมการสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง - การตกแบบเสรี	๑๘
๓	แรงและกฎการเคลื่อนที่ - แรง - การหาแรงลัพธ์ - มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ - แรงเสียดทาน - แรงดึงดูดระหว่างมวล - การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่	๑๖
๔	สมดุลกล - สมดุลกล - ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง - สมดุลต่อการเคลื่อนที่ - สมดุลต่อการหมุน โมเมนต์ของแรง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ - เสถียรภาพของวัตถุ	๑๔
	รวม	๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๗ รายวิชา ฟิสิกส์ ๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ งานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายกำลังเฉลี่ย พลังงานกล พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ การอนุรักษ์พลังงานกล เครื่องกล ประสิทธิภาพของเครื่องกล หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม การดลและแรงดล การอนุรักษ์โมเมนตัม การชนและการติดตัวแยกจากกัน การชนของวัตถุใน ๑ มิติ การติดตัวแยกจากกันของวัตถุใน ๑ มิติ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ การเคลื่อนที่ของดาวเทียม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเสาะหาความรู้การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การอธิบาย การอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิดความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๗ รายวิชา ฟิสิกส์ ๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายกำลังเฉลี่ย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๐)
๒. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะสปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๑)
๓. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๒)
๔. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๓)
๕. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๔)
๖. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๕)
๗. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๖)
๘. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๗)
๙. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑)
๑๐. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและเกิดการสั่นพ้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๒)

รวมทั้งหมด ๑๐ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๗ รายวิชา ฟิสิกส์ ๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ เข้าใจ ธรรมชาติทาง ฟิสิกส์ ปริมาณและ กระบวนการ วัด การ เคลื่อนที่แนว ตรง แรงและ กฎการ เคลื่อนที่ของ นิวตัน กฎ ความโน้มถ่วง สากล แรง เสียดทาน สมดุล กลของ วัตถุ งาน และ กฎการอนุรักษ์ พลังงานกล โม เม้นตัมและกฎ การอนุรักษ์ โมเมนตัม การ เคลื่อนที่แนว โค้ง รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์	งานและพลังงาน ๑.วิเคราะห์และคำนวณ งานของแรงคงตัว จาก สมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับตำแหน่ง รวมทั้ง อธิบายกำลังเฉลี่ย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๐)	** งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุทำได้ จากผลคูณของขนาดของแรงและขนาด ของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่าง แรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos\theta$ หรือหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง แรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่งโดย แรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คง ตัวก็ได้ ** งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$	
	งานและพลังงาน (ต่อ) ๒.อธิบายและคำนวณ พลังงานจลน์ พลังงาน ศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงาน จลน์ ความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงาน ศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของแรงที่ใช้ดึง สปริงกับระยะสปริงยืด ออกและความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงาน ศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์	** พลังงานเป็นความสามารถในการ ทำงาน โดยที่พลังงานจลน์เป็นพลังงาน ของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จาก สมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ และ พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับ ตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุ แบ่งเป็น พลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จาก สมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$	
	ระหว่างงานของแรงลัพธ์ และพลังงานจลน์ และ	พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงาน จลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	คำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๑)	** แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ ** งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$	
	งานและพลังงาน (ต่อ) ๓. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๒)	** ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $E_k + E_p = \text{ค่าคงตัว}$ โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก	
	งานและพลังงาน (ต่อ) ๔. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมมูลกล รวมทั้งคำนวณ ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๓)	** การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมมูลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ $Efficiency = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$ การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ $M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{out}}{S_{in}}$	
	โมเมนตัมและการชน	** วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณ เวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	๕. อธิบาย และคำนวณ โมเมนตัมของวัตถุ และการลดลงของการเคลื่อนที่จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างแรงดลกับ โมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๔)	ระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ $p = mv$ ** เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้ โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์ เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของ วัตถุแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดล กับเวลา เรียกว่า การดล $\vec{I} = \left[\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right] \Delta t$ ตามสมการ ซึ่งการ ดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง แรงดลกับเวลา	
	โมเมนตัมและการชน (ต่อ) ๖. ทดลอง อธิบาย และ คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวกับการชนของวัตถุ ในหนึ่งมิติ ทั้งแบบ ยึดหยุด ไม่ยึดหยุด และ การติดตัวแยกจากกัน ใน หนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎ การอนุรักษ์โมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม. ๔/๑๕)	** ในการชนกันของวัตถุและการติดตัว ออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มี แรงภายนอกมากระทำ โมเมนตัมของ ระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการ อนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วย สมการ โมเมนตัมของระบบก่อนชน เท่ากับ โมเมนตัมของระบบหลังชน ** ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การ ชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็น การชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่ พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการ ชนแบบไม่ยืดหยุ่น	
	การเคลื่อนที่แนวโค้ง ๗. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ และทดลองการ เคลื่อนที่แบบโปรเจก ไทล์	** การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลา ภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้าน ของอากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโปรเจก ไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้ง และแนวระดับพร้อมกันและเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็น การเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำจึงมี ความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	(สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม. ๔/๑๖)	มีความสัมพันธ์ตามสมการ $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ ** ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t$	
	การเคลื่อนที่แนวโค้ง (ต่อ) ๘. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม. ๔/๑๗)	** วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมี แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ $F_c = \frac{mv^2}{r}$ ** นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$ ** ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		ดาวเทียมจึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา	
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ๙. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม. ๕/๑)	** การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำ ทางเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบ และแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัด จากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็น ฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A \sin(\omega t + \phi)$ $v = A \omega \cos(\omega t + \phi)$ $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A \omega^2 \sin(\omega t + \phi)$ $a = -A \omega^2$ ** การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง และ การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการ เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่มี ขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับขนาด ของการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล แต่มี ทิศทางตรงข้าม โดยมีคาบการสั่นของ วัตถุที่ติดอยู่ที่ปลายสปริง และคาบการ แกว่งของ ลูกตุ้มตามสมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{และ} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ตามลำดับ	
	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (ต่อ) ๑๐. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและเกิดการสั่นพ้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม. ๕/๒)	** เมื่อตั้งวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจาก ตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยให้สั่น วัตถุจะ สั่นด้วยความถี่เฉพาะตัวการตั้งลูกตุ้ม ออกจากแนวตั้งแล้วปล่อยให้แกว่ง ลูกตุ้ม จะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัวเช่นกัน ความถี่ที่มีค่าเฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ ธรรมชาติเมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วย ความถี่ที่มีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		วัตถุ จะทำให้วัตถุสั้นด้วยแอมพลิฟิเคชัน เพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั้นพ้อง	

โครงสร้างรายวิชา ฟิสิกส์ ๗ รหัสวิชา ว๓๐๒๐๗

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๗ รายวิชา ฟิสิกส์ ๗

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๕	งานและ พลังงาน	๑.วิเคราะห์และคำนวณ งานของแรงคงตัว จาก สมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง กับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย กำลังเฉลี่ย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๐)	***งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุได้จากผลคูณ ของขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับ โคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตาม สมการ $W = F\Delta x \cos\theta$ หรือหาได้จาก จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่ กับตำแหน่งโดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัว หรือไม่คงตัวก็ได้ งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลัง เฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$
		๒.อธิบายและคำนวณ พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหา ความสัมพันธ์ระหว่างงาน กับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงาน กับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริง กับระยะสปริงยืดออกและ ความสัมพันธ์ระหว่างงาน กับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างงาน ของแรงลัพธ์และพลังงาน จลน์ และคำนวณงานที่ เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๑)	***พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน โดยที่ พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ และ พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง หรือรูปร่างของวัตถุ แบ่งเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$ พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และ พลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$ แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและ แรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงาน ของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่ เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียน แทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$
๕	งานและ พลังงาน (ต่อ)	๓. อธิบายกฎการอนุรักษ์ พลังงานกล รวมทั้ง วิเคราะห์ และคำนวณ	***ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรง อนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่ง เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียนแทน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๒)	ได้ด้วยสมการ $E_k + E_p =$ ค่าคงตัวโดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก
		๔. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมมูลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๓)	**การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ้ม สกรู และ ล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมมูลกลประกอบการพิจารณา ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ $Efficiency = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$ การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ $M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{out}}{S_{in}}$
๖	โมเมนตัมและการชน	๕. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการลดลงจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลารวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงลดลงกับโมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๔)	**วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ดังสมการ $p = mv$ เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดล $\vec{I} = \left[\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right] \Delta t$ ตามสมการ ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงดลกับเวลา
๖	โมเมนตัมและการชน (ต่อ)	๖. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุใน	** ในการชนกันของวัตถุและการดีดตัวออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไป

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		หนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัว แยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่ง เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๕)	ตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วย สมการ โมเมนตัมของระบบก่อนชน เท่ากับ โมเมนตัมของระบบหลังชน ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของ ระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่ พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบ ยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบ ไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น
๗	การเคลื่อนที่ แนวโค้ง	๗. อธิบาย วิเคราะห์ และ คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ แบบโปรเจกไทล์ และ ทดลองการเคลื่อนที่แบบ โปรเจกไทล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๖)	** การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนาม โน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการ เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยน ตำแหน่งในแนวตั้งและแนวนอนพร้อมกันและ เป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำจึงมี ความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ ตามสมการ $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวนอนไม่มีแรงกระทำ จึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t$
๗	การเคลื่อนที่ แนวโค้ง (ต่อ)	๘. ทดลอง และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ ศูนย์กลาง รัศมีของการ เคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวล ของวัตถุ ในการเคลื่อนที่ แบบวงกลมในระนาบ ระดับ รวมทั้งคำนวณ	** วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมี แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการ เคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การ เคลื่อนที่แบบวงกลม ใน การอธิบายการโคจรของ ดาวเทียม (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๑ ม.๔/๑๗)	$F_c = \frac{mv^2}{r}$ นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$ ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมจึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๘	การเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย	๘. ทดลอง และอธิบายการ เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่ายของวัตถุติดปลาย สปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑)	** การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการ เคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมผ่าน ตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A \sin(\omega t + \phi)$ $v = A \omega \cos(\omega t + \phi)$ $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A \omega^2 \sin(\omega t + \phi)$ $a = -A \omega^2$ ** การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง และการแกว่ง ของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิ กอย่างง่ายที่มีขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับ ขนาดของการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล แต่มีทิศ ทางตรงข้าม โดยมีคาบการสั่นของวัตถุที่ติดอยู่ที่ ปลายสปริง และคาบการแกว่งของ ลูกตุ้มตาม สมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ตามลำดับ
		๑๐. อธิบายความถี่ ธรรมชาติของวัตถุและเกิด การสั่นพ้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม. ๕/๒)	** เมื่อตั้งวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจากตำแหน่ง สมดุลแล้วปล่อยให้สั่น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่ เฉพาะตัวการตั้งลูกตุ้มออกจากแนวตั้งแล้วปล่อยให้ แกว่ง ลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัว เช่นกัน ความถี่ที่มีค่าเฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ ธรรมชาติเมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ที่มีค่า เท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่น ด้วยแอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๗ รายวิชา ฟิสิกส์ ๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๕	งานและพลังงาน - งานเนื่องจากแรงคงตัว - งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว - กำลัง - พลังงานกล พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ - การอนุรักษ์พลังงานกล - เครื่องกล ประสิทธิภาพของเครื่องกล หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย	๑๘
๖	โมเมนตัมและการชน - โมเมนตัม - แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม - การดลและแรงดล - การอนุรักษ์โมเมนตัม - การชนและการติดตัวแยกจากกัน - การชนของวัตถุใน ๑ มิติ - การติดตัวแยกจากกันของวัตถุใน ๑ มิติ	๑๖
๗	การเคลื่อนที่แนวโค้ง - การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ - การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ - การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	๑๒
๘	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย - ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย - ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย - แรงกับการสั่นของมวลติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย	๑๔
	รวม	๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๘ รายวิชา ฟิสิกส์ ๘
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ธรรมชาติของคลื่น อัตราเร็วของคลื่น หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น พฤติกรรมของคลื่น ธรรมชาติของเสียง การได้ยินเสียง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ สลิตเดี่ยว การเลี้ยวเบนผ่านเกรตติง การสะท้อนและหักเหของแสง การมองเห็นและการเกิดภาพ ภาพจากเลนส์บาง กระจกเงาทรงกลม แสง สี การมองเห็นแสงสี ปรากฏการณ์ธรรมชาติและใช้ประโยชน์เกี่ยวกับแสง

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การอธิบาย การอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิดความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๘ รายวิชา ฟิสิกส์ ๘

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๓)
๒. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๔)
๓. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๕)
๔. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๖)
๕. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๗)
๖. ออกแบบและสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
๗. เขียน Coding เพื่อแสดงขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน
๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๘)
๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๙)
๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเหรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความถี่จริงและถี่ปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)
๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง ตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)
๑๒. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)

๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบดสี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)

รวมทั้งหมด ๑๓ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๘ รายวิชา ฟิสิกส์ ๘
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่นเสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ความรู้ไปใช้ประโยชน์	คลื่นกล ๑. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๓)	** คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ** คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงานโดยต้องอาศัยตัวกลางเรียกว่า คลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ยังจำแนกชนิดของคลื่นออกเป็นสองชนิด ได้แก่ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว ** คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วยการกระจัด สันคลื่น ท้องคลื่น เฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็ว โดยอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = f\lambda$ ** การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักการของฮอยเกนส์ และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกันจะรวมกันตามหลักการซ้อนทับ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	คลื่นกล (ต่อ) ๒. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๔)	** คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ** คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อของตัวกลางที่แตกต่างกัน แล้วเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม โดยเป็นไปตามกฎการสะท้อน เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\text{มุมสะท้อน} = \text{มุมตกกระทบ}$ ** คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตามกฎการหักเห เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ** คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับ โดยกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน และเฟสตรงกัน ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $ S_1P - S_2P = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ $ S_1Q - S_2Q = (n + \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		** คลื่นนิ่งเกิดจากคลื่นอาพันธ์สอง ขบวนแทรกสอดกันแล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่า ปฏิบัพ และตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบหักล้างตลอดเวลา เรียกว่า บัพ ** คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปด้านหลังได้	
	เสียง ๓. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับ คลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียง ในอากาศที่ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิในหน่วยองศา เซลเซียส สมบัติของคลื่น เสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๕)	** เสียงเป็นคลื่นกลชนิดคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่น อัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับ อุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ ** เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน	
	เสียง (ต่อ) ๔. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๖)	** กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลม เรียกว่า ความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		** ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน ตามสมการ $\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ ** ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันเนื่องจากมีคุณภาพเสียงต่างกัน ** เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง	
	เสียง (ต่อ) ๕. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๗)	** ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ $f_n = n \frac{v}{4L}$ เมื่อ $n = 0,1,2,3,\dots$ ** ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มาก มาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อย เป็นจังหวะ ** คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		** เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดย แหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้ง แหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้า หรือออกจากกัน ผู้ฟังจะได้ยินเสียง ที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ** ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียง ในตัวกลางเดียวกัน จะเกิดคลื่น กระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้า คลื่นกระแทกมีพลังงานสูงมาก มี ผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียง ได้ยินเสียงดังมาก ** ความรู้เรื่องเสียงนำไป ประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การ ปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบาย หลักการทำงานของเครื่องดนตรี การแปลงเสียงของมนุษย์ การ ประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น	
	เสียง (ต่อ) ๖. ออกแบบและสร้าง ชิ้นงานจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้	นำความรู้เรื่องเสียง ไปใช้ในการ ออกแบบและสร้างชิ้นงานจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ ความรู้และกระบวนการตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ ด้าน วิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีและการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	เสียง (ต่อ) ๗. เขียน Coding เพื่อแสดงขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน	การเขียน Coding เป็นการแสดงขั้นตอนการออกแบบ ปรับปรุง และสร้างชิ้นงานอย่างเป็นระบบตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้เหตุผลและทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา	
	แสงเชิงคลื่น (ต่อ) ๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๘)	** เมื่อแสงผ่านช่องเล็กละเอียด (สลิตเดี่ยว) และช่องเล็กละเอียด (สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบนและการแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืดและแถบสว่างบนฉาก โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ แถบมืด สำหรับสลิตเดี่ยว $d \sin \theta = n\lambda \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$ แถบสว่าง สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ แถบมืดสำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$ ** เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กละเอียดที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็นจำนวนมาก และระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อยโดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กัน ใช้สำหรับหาความยาวคลื่นของแสงและศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $d \sin \theta = n\lambda \text{ เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	แสงและทัศนอุปกรณ์ ๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๙)	**เมื่อแสงตกกระทบบนผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน **วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการกรณีกระจกเงาราบ $s' = -s$ กรณีกระจกเงาทรงกลม $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$	
	แสงและทัศนอุปกรณ์ (ต่อ) ๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบบน และมุมหักเหรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)	** เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวยุยต่อของตัวกลางสองตัวกลางจะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบบนกับไซน์ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่าคงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่ากฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ** การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้จากสมการ $\frac{s'}{s} = \frac{n_2}{n_1}$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		** มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$ ** การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต	
	แสงและทัศนอุปกรณ์ (ต่อ) ๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง ตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)	** เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุ โดยตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้นหาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสง หรือคำนวณได้จากสมการ $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$ ** ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น	
	แสงและทัศนอุปกรณ์ (ต่อ) ๑๒. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)	** กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด และมิราจ ** เมื่อแสงตกกระทบอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศแสงจะเกิดการกระเจิง ใช้อธิบายการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	แสงและทัศนอุปกรณ์ (ต่อ) ๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)	** การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี ** การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม แต่ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว **แผ่นกรองแสงสียอมบางแสงสีผ่านไปได้และดูดกลืนบางแสงสี** การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง ** ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสี เกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็นเซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๘ รายวิชา ฟิสิกส์ ๘

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๙	คลื่นกล	๑. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของ คลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วย หลักการของฮอยเกนส์ และการ รวมกันของคลื่นตามหลักการ ซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณ อัตราเร็ว ความถี่ และความยาว คลื่น (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๓)	** คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงาน จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ** คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงานโดยต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่า คลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอน พลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ยัง จำแนกชนิดของคลื่นออกเป็นสองชนิด ได้แก่ คลื่น ตามขวาง และคลื่นตามยาว ** คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่าง ต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วยการ กระจัด สันคลื่น ท้องคลื่น เฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็ว โดย อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นมีความ สัมพันธ์ตามสมการ $v = f\lambda$ ** การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักการของ ฮอยเกนส์ และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกัน จะรวมกันตามหลักการซ้อนทับ
		๒. สังเกต และอธิบายการ สะท้อน การหักเห การแทรก สอด และการเลี้ยวเบนของคลื่น ผิวน้ำรวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๔)	** คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ** คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงสิ่งกีด ขวางหรือรอยต่อของตัวกลางที่แตกต่างกัน แล้ว เปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม โดย เป็นไปตามกฎการสะท้อน เขียนแทนได้ด้วย สมการ มุมสะท้อน = มุมตกกระทบ ** คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ ระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วอัตราเร็วคลื่น เปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตาม กฎการหักเห เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับ โดยกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $ S_1P - S_2P = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ $ S_1Q - S_2Q = (n + \frac{1}{2})\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ** คลื่นนิ่งเกิดจากคลื่นอาพันธ์สองขบวนแทรกสอดกันแล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่า ปฏิบัพ และตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบหักล้างตลอดเวลา เรียกว่า บัพ ** คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปด้านหลังได้
๑๐	เสียง	๓. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การจัดของอนุภาคกับคลื่น ความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๕)	** เสียงเป็นคลื่นกลชนิดคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นอัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ ** เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน
		๔. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๖)	** กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลม เรียกว่า ความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน ตามสมการ $\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ ** ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน เนื่องจากมีคุณภาพเสียงต่างกัน ** เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง
		๕. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีตคลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๗)	** ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ $f_n = n \frac{v}{4L} \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ** ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อยๆ เป็นจังหวะ ** คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง ** เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกัน ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ ** ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกัน จะเกิดคลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูงมาก มีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบายหลักการทำงานของเครื่องดนตรี การแปลงเสียงของมนุษย์ การประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น
		๖. ออกแบบและสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	นำความรู้เรื่องเสียง ไปใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้และกระบวนการตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรม
		๗. เขียน Coding เพื่อแสดงขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน	การเขียน Coding เป็นการแสดงขั้นตอนการออกแบบ ปรับปรุง และสร้างชิ้นงานอย่างเป็นระบบ ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้เหตุผลและทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา
๑๑	แสงเชิงคลื่น	๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ และเกรตติง การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๘)	** เมื่อแสงผ่านช่องเล็กลำเดียว (สลิตเดี่ยว) และช่องเล็กลำคู่ (สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบนและการแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืดและแถบสว่างบนฉาก โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ แถบมืด สำหรับสลิตเดี่ยว $d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$ แถบสว่าง สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = n\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$ แถบมืด สำหรับสลิตคู่ $d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$ ** เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กลำที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็นจำนวนมาก และระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อย โดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กัน ใช้สำหรับหาความยาวคลื่นของแสงและศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			$d \sin \theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0,1,2,3,\dots$
๑๒	แสงและ ทัศน อุปกรณ์	๙. ทดลอง และอธิบายการ สะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตาม กฎการสะท้อน เขียนรังสีของ แสงและคำนวณตำแหน่งและ ขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตก กระทบกระจกเงาราบและ กระจกเงาทรงกลม รวมทั้ง อธิบายการนำความรู้เรื่องการ สะท้อนของแสงจากกระจกเงา ราบ และกระจกเงาทรงกลมไป ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๙)	**เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน **วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการกรณีกระจกเงาราบ $s' = -s$ กรณีกระจกเงาทรงกลม $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$
		๑๐. ทดลอง และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหัก เห มุมตกกระทบ และมุมหักเห รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความลึกจริงและลึก ปรากฏ มุมวิกฤตและการ สะท้อนกลับหมดของแสง และ คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)	** เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวยึดต่อของตัวกลาง สองตัวกลางจะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วน ระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเห ของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่า คงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ** การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้จากสมการ $\frac{s'}{s} = \frac{n_2}{n_1}$ ** มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากกว่าไปยังตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อยกว่า คำนวณได้จากสมการ $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต
๑๒	แสงและทัศนอุปกรณ์	๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง ตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)	** เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุโดยตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้นหาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสง หรือคำนวณได้จากสมการ $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$ ** ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น
		๑๒.อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มिरาจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)	** กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลดและมिरาจ ** เมื่อแสงตกกระทบบนภาคหรือโมเลกุลของอากาศแสงจะเกิดการกระเจิง ใช้อธิบายการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน
		๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)	** การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี ** การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม แต่ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว **แผ่นกรองแสงสียอมบางแสงสีผ่านไปได้และดูดกลืนบางแสงสี ** การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแต่ง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสี เกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็น เซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๘ รายวิชา ฟิสิกส์ ๘

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๙	คลื่น - ธรรมชาติของคลื่น - อัตราเร็วของคลื่น - หลักการซ้อนทับ - พฤติกรรมของคลื่น	๑๖
๑๐	เสียง - ธรรมชาติของเสียง - การได้ยินเสียง - ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง - การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง	๑๖
๑๑	แสงเชิงคลื่น - แนวคิดเกี่ยวแสงเชิงคลื่น - การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ - การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว - การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง	๑๐
๑๒	แสงและทัศนอุปกรณ์ - การสะท้อนและการหักเหของแสง - การมองเห็นและการเกิดภาพ - ภาพจากเลนส์บางและกระจกเงาทรงกลม - แสงสีและการมองเห็นแสงสี - การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและ การใช้ประโยชน์เกี่ยวกับแสง	๑๘
	รวม	๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๙ รายวิชา ฟิสิกส์ ๙
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์ แรงไฟฟ้า และกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุและตัวเก็บประจุ กฎของโอห์ม สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย การหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ

โดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ และ แก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๙ รายวิชา ฟิสิกส์ ๙
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑)
๒. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๒)
๓. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๓)
๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๔)
๕. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๕)
๖. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๖)
๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๗)
๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๘)
๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๙)
๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๐)
๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๑)

๑๒. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนดรวมทั้ง สังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๑)
๑๓. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๒)
๑๔. อธิบายหลักการทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๓)
๑๕. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๔)
๑๖. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๕)
๑๗. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๖)

รวมทั้งหมด ๑๗ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๙ รายวิชา ฟิสิกส์ ๙
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ เข้าใจแรง ไฟฟ้าและกฎ ของ คุลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของ โอห์ม วงจรไฟฟ้า	ไฟฟ้าสถิต ๑. ทดลอง และอธิบายการทำ วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มี ประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกัน และการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑)	** การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามา ขัดสีกันจะทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทาง ไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนถูกถ่ายโอน จากวัตถุหนึ่งไปอีกร่างหนึ่งโดยการถ่าย โอนประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ ประจุไฟฟ้า ** เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิดตรง ข้ามบนตัวนำทางด้านที่ใกล้วัตถุและ ประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุเรียก วิธีนี้ว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ซึ่ง สามารถใช้วิธีการนี้ในการทำใหวัตถุมี ประจุได้	
กระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า การเปลี่ยน พลังงาน ทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๒.อธิบาย และคำนวณแรง ไฟฟ้าตามกฎของคุลอมบ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๒)	** จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและ กัน โดยมีทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่าง จุดประจุทั้งสองและมีขนาดของแรง ระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผลคูณ ของขนาดของประจุทั้งสองและ แปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่าง ระหว่างจุดประจุ ซึ่งเป็นไปตามกฎของคุ ลอมบ์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \text{ เมื่อ } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	
กระทำกับ ประจุไฟฟ้า และ กระแสไฟฟ้า	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๓. อธิบาย และคำนวณ สนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่ กระทำกับอนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิ เนื่องจากระบบจุดประจุ โดยรวมกันแบบเวกเตอร์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๓)	** รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มี สนามไฟฟ้าขนาด $E = k \frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้า ** สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อ ประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{12}}{q_2}$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** สนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ ** ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากันแต่อยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลม ** สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ	
	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๔)	** ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้าคำนวณได้จากสมการ $U = k \frac{q_1 q_2}{r}$ ** พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดยศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุแปรผันตรงกับขนาดประจุ และแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \frac{Q}{r}$ ** ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i}$ ** ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า คือ งานในการเคลื่อนประจุบวกหนึ่งหน่วยจาก	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$ ** ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้าและระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $V_B - V_A = Ed$	
	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๕.อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุและความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๕)	** ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุของตัวเก็บประจุตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ ** ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$ ** เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ ** เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$	
	ไฟฟ้าสถิต (ต่อ) ๖.นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๖)	** ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายเอกสาร ** ความรู้เรื่องไฟฟ้ายังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ฟ้าผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกัน	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น	
	ไฟฟ้ากระแส ๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๗)	** เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ** กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_d A$	
	ไฟฟ้ากระแส (ต่อ) ๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๘)	** เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทานของตัวนำนั้นมี ความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = \frac{1}{R} V$ ** ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุตามสมการ $R = \rho \frac{l}{A}$ ** ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จากแถบสีบนตัวต้านทาน ** เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	
		** เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ไฟฟ้ากระแส (ต่อ) ๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงรวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๙)	** แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเรียกว่าอีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$ ** พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่ากำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $W = I\Delta Vt \text{ และ } P = I\Delta V$	
	ไฟฟ้ากระแส (ต่อ) ๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๐)	** เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรมอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n \text{ และ } r = r_1 + r_2 + \dots + r_n \text{ ตามลำดับ}$ ** เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนานอีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิมและความต้านทานภายในสมมูลลดลงตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \dots = \mathcal{E}_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \text{ ตามลำดับ}$	
	ไฟฟ้ากระแส (ต่อ) ๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	** การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ ** เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้าน	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	(สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๑)	พลังงานเป็นการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ๑๒. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนดรวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๑)	** เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กมีความเข้มมาก ** ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณาและอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วยสมการ $B = \frac{\phi}{A}$ ** เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือโซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๓. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำ	** อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นคำนวณได้จากสมการ $F = qvB \sin \theta$ ** กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไปโดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ $r = \frac{mv}{qB}$ ** ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้นโดยทิศทางของแรงหาได้	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	คู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๒)	จากกฎมือขวา และคำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = ILB\sin\theta$ ** เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๔. อธิบายหลักการทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๓)	** เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบายการทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบคำนวณได้จากสมการ $M = NIAB\cos\theta$	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๕. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๔)	** เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำจะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ** ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้กฎของเลนส์ ** ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบตเตอรี่แบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิดอีเอ็มเอฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกิตาร์ไฟฟ้า	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๖. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอฟ	** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	(สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๕)	** การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับใช้คํายังผลหรือค่ามิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \quad ; \quad I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$	
	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) ๑๗. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๖)	** เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มีขดลวดตัวนำ ๓ ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่งกันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐ องศา ซึ่งช่วยให้มีประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงานไฟฟ้า ** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้วลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการ โดยใช้หม้อแปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ ** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง จะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟในขดลวดทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิ และจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๙ รายวิชา ฟิสิกส์ ๙
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๓	ไฟฟ้าสถิต	๑. ทดลอง และอธิบายการทำ วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มี ประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและ การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑)	** การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกันจะ ทำให้อัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจาก อิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีวัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ ประจุไฟฟ้า ** เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะ ทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านที่ ใกล้วัตถุและประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกวธีนี้ว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถ ใช้วิธีการนี้ในการทำให้อัตถุมีประจุได้
		๒.อธิบาย และคำนวณแรง ไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๒)	** จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกัน โดยมี ทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสองและ มีขนาดของแรงระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผล คูณของขนาดของประจุทั้งสองและแปรผกผันกับ กำลังสองของระยะห่างระหว่างจุดประจุ ซึ่ง เป็นไปตามกฎของคูลอมบ์เขียนแทนได้ด้วย สมการ $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$ เมื่อ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
		๓. อธิบาย และคำนวณ สนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่ กระทำกับอนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิ เนื่องจากระบบจุดประจุ โดยรวมกันแบบเวกเตอร์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๓)	** รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มีสนามไฟฟ้า ขนาด $E = k \frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้า ** สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ ไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{12}}{q_2}$ ** สนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากจุดประจุหลายจุด ประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๓	ไฟฟ้าสถิต	๓. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากระบบจุดประจุ โดยรวมกันแบบเวกเตอร์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๓) (ต่อ)	** ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากันแต่อยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลม ** สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
		๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๔)	** ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $U = k \frac{q_1 q_2}{r}$ ** พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดยศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุแปรผันตรงกับขนาดประจุ และแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \frac{Q}{r}$ ** ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุคือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i}$ ** ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า คือ งานในการเคลื่อนประจุบวกหนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$ ** ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้า และระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $V_B - V_A = Ed$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๓	ไฟฟ้าสถิต	๕.อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๕)	** ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชั้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุของตัวเก็บประจุตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ ** ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$ ** เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ ** เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$
		๖.นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๖)	** ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายเอกสาร ** ความรู้เรื่องไฟฟ้ายังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ฟ้าผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
๑๔	ไฟฟ้ากระแส	๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง	** เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ** กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๗)	หนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำและ พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_d A$
๑๔	ไฟฟ้า กระแส	๘. ทดลอง และอธิบายกฎของ โอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความต้านทานกับความ ยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพ ต้านทานของตัวนำโลหะที่ อุณหภูมิคงตัว และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ ความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัว ต้านทานมาต่อแบบอนุกรมและ แบบขนาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๘)	** เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทาน ของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = \frac{1}{R} V$ ** ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับ ชนิดและรูปร่างของวัตถุ ตามสมการ $R = \rho \frac{l}{A}$ ** ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จาก แถบสีบนตัวต้านทาน ** เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความ ต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ ** เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความ ต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$
		๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณ อีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง รวมทั้งอธิบายและ คำนวณพลังงานไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๙)	** แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงาน ไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้า เมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$ ** พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าใน หนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับ ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จาก สมการ $W = I\Delta Vt$ และ $P = I\Delta V$
		๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็ม เอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่ แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้า	** เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟ สมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$ และ $r = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ ตามลำดับ ** เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทาน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		กระแสดังที่ประกอบด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๐)	ภายในสมมูลลดลง ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \dots = \mathcal{E}_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ
๑๔	ไฟฟ้า กระแส	๑๑. อธิบายการเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงาน ไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงาน ไฟฟ้า โดยเน้นด้าน ประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๕/๑๑)	** การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าใน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ ** เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือ ตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการ นำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การ ใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
๑๕	ไฟฟ้าและ แม่เหล็ก	๑๒. สังเกต และอธิบายเส้น สนามแม่เหล็ก อธิบายและ คำนวณฟลักซ์แม่เหล็กใน บริเวณที่กำหนดรวมทั้งสังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิด จากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ เส้นตรงและโซเลนอยด์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๑)	** เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดง บริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้น สนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่ มีสนามแม่เหล็ก มีความเข้มมาก ** ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ ผ่านพื้นที่ที่พิจารณา และอัตราส่วนระหว่าง ฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วย สมการ $B = \frac{\phi}{A}$ **เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือ โซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น
		๑๓. อธิบาย และคำนวณแรง แม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ใน สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่ กระทำต่อเส้นลวดที่มี กระแสไฟฟ้าผ่านและวางใน	** อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปใน สนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น คำนวณได้จากสมการ $F = qvB\sin\theta$ ** กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปใน สนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไป

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		สนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้ง ของการเคลื่อนที่เมื่อประจุ เคลื่อนที่ตั้งฉากกับ สนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบาย แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำ	โดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จาก สมการ $r = \frac{mv}{qB}$ ** ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ใน สนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้น โดยทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา และ
๑๕	ไฟฟ้าและ แม่เหล็ก	คู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๒)	คำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = ILB\sin\theta$ ** เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมี กระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำ ระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง
		๑๔. อธิบายหลักการทำงานของ ของแกลวานอมิเตอร์และ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๓)	** เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ใน สนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำ ต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบาย การทำงานของแกลวานอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบคำนวณได้ จากสมการ $M = NIAB\cos\theta$
		๑๕. สังเกตและอธิบายการเกิด อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการ เหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และ คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่อง อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบาย การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๔)	** เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวด ตัวนำจะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ** ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้ กฎของเลนส์ ** ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบาย การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบล็กส์ต แบบ ขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิดอีเอ็มเอ ฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		๑๖. อธิบาย และคำนวณความ ต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแส ไฟฟ้าอาร์เอ็มเอฟ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๕)	** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความ ต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์ ** การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับใช้ ค่าอย่างผลหรือค่ามีเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบรากที่สอง กำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \quad ; \quad I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
๑๕	ไฟฟ้าและ แม่เหล็ก	๑๗. อธิบายหลักการทำงาน และประโยชน์ของเครื่องกำเนิด ไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส การ แปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๓ ม.๖/๖)	** เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มี ขดลวดตัวนำ ๓ ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่งกันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวด แต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐ องศา ซึ่งช่วยให้มี ประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงานไฟฟ้า ** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็น ไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้า แล้วลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการ โดยใช้หม้อ แปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวด ทุติยภูมิ ** ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของหม้อ แปลง จะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวด ทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟในขดลวด ทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิ และ จำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๙ รายวิชา ฟิสิกส์ ๙

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๓	ไฟฟ้าสถิต - ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า - ประจุไฟฟ้า และกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า - การเหนี่ยวนำไฟฟ้า - แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ - สนามไฟฟ้า และเส้นสนามไฟฟ้า - ศักย์ไฟฟ้า - ตัวเก็บประจุและความจุ - การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	๒๐
๑๔	ไฟฟ้ากระแส - กระแสไฟฟ้า - ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ - พลังงานในวงจรไฟฟ้า - การต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่ - การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น - การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน - วงจรไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	๑๘
๑๕	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก - แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก - กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก - แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก - แรงระหว่างลวดตัวนำสองเส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่าน - แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก - การประยุกต์ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน	๒๒

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๕	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ต่อ) - กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า - หม้อแปลง - ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ - การนำความรู้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์	
	รวม	๖๐

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๑๐ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑๐ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิว และแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี ความร้อน ผลของความร้อนที่มีต่อสสาร กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการแผ่รังสีไฟฟ้าแม่เหล็ก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

โดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๑๐ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑๐
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๓)
๒. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๔)
๓. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๕)
๔. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๖)
๕. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑)
๖. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๗)
๗. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๘)
๘. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๙)
๙. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๐)
๑๐. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๑)
๑๑. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๒)

รวมทั้งหมด ๑๑ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๑๐ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑๐
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ เข้าใจ ความสัมพันธ์ ของความร้อน กับการเปลี่ยน อุณหภูมิและ สถานะของ สสาร สภาพ ยืดหยุ่น ของวัสดุและโม ดูลัสของยัง ความดันในของ ไหล แรงพุง และหลักของ อาร์คิมิดีส ความตึงผิวและ แรงหนืดของ ของเหลว ของ ไหลอุดมคติ และสมการแบร์ นูลลี กฎของ แก๊ส ทฤษฎี จลน์ของแก๊ส อุดมคติ	ของไหล ๑. อธิบาย และคำนวณ ความดันเกจ ความดัน สัมบูรณ์ และความดัน บรรยากาศ รวมทั้งอธิบาย หลักการทำงานของแมน มิเตอร์ บารอมิเตอร์ และ เครื่องอัดไฮดรอลิก (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๓)	** ภาวะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมี แรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อ พื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ ของเหลวกระทำต้งฉากต่อพื้นที่หนึ่ง หน่วยเป็นความดันในของเหลว ** ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho gh$ ส่วนผลรวมของความดัน บรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จาก สมการ $P = P_0 + P_g$ ** ค่าของความดันอ่านได้จาก เครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ** เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่ง ใดๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะ ปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น เรียกว่า กฎ ปาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการ ทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก	
	๒. ทดลอง อธิบาย และ คำนวณขนาดแรงพุงจาก ของไหล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๔)	** วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือ เพียงบางส่วน จะถูกแรงพุงจากของ ไหลกระทำ โดยขนาดแรงพุงเท่ากับ ขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุ แทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้ อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพุงจากของ ไหลคำนวณได้จากสมการ $F_B = \rho Vg$	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ (ต่อ) และพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาฟิสิกส์ของนิวเคลียร์	ของไหล (ต่อ) ๓. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๕)	** ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็กหรือ การโค้งของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้จากสมการ $\gamma = \frac{F}{l}$ ** ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด	
	ของไหล (ต่อ) ๔. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๖)	** ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความต่อเนื่อง $Av = \text{ค่าคงตัว}$ ** ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอจะมีผลรวมของความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$	
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ๕. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการ	** เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิคำนวณได้จากสมการ $Q = mc \Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสาร	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	อนุรักษ์พลังงาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑)	เปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = mL$ ** วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้ จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$ ** เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มี การถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุ อยู่ในสมดุลความร้อน	
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ) ๖. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๗)	** แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น ** ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรและอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $PV = nRT = Nk_B T$	
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ) ๗. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๘)	** จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ยและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊สได้ ** จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{2}{3} NE_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3k_{\text{B}}T}{m}}$	
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ) ๘. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาวะปิด โดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๙)	** ในภาวะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ $W = P\Delta V$ ** โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาวะปิดจะมีพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุล เรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส ** พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงาน	
	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ) ๘. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาวะปิด โดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๙) (ต่อ)	ภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน เรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$ ** ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ฟิสิกส์อะตอม ๙. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๐)	** พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่าพลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมพลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตามสมการ $E = nhf$ ** ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และ	
	ฟิสิกส์อะตอม ๙. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๐) (ต่อ)	พลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ $r_n = \left(\frac{\hbar^2}{mke^2} \right) n^2$ และ $E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2 e^4}{\hbar^2} \left(\frac{1}{n^2} \right)$ ตามลำดับ ** ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$	
	ฟิสิกส์อะตอม (ต่อ) ๑๐. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานฟอตอน พลังงานจลน์ของโฟ	** ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	โฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๑)	เพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์ ** ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{\max}}$ ** การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{\max}} = eV_s \text{ และ } W = hf_0$ ตามลำดับ	
	ฟิสิกส์อะตอม (ต่อ) ๑๑. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๒)	** การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของ เดอบรอยล์ที่เสนอว่าอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาค ตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ ** จากความคิดของไอน์สไตน์และ เดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัติดังกล่าว เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๑๐ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑๐
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๖	ของไหล	๑. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๓)	** ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็นความดันในของเหลว ** ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho gh$ ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ $P = P_0 + P_g$ ** ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ** เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใดๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลว นั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก
		๒. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๔)	** วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาดแรงพยุงเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพยุงจากของไหลคำนวณได้จากสมการ $F_B = \rho Vg$
		๓. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๕)	** ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้จากสมการ $\gamma = \frac{F}{l}$

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด
๑๖	ของไหล	๔. อธิบายสมบัติของของไหล อุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๖)	** ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความต่อเนื่อง $Av = \text{ค่าคงตัว}$ ** ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอจะมีผลรวมของความดันสัมผัส พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$
๑๗	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	๕. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑)	** เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิกำนวณได้จากสมการ $Q = mc\Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = mL$ ** วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$ ** เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน
		๖. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๗)	** แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรและอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $PV = nRT = Nk_B T$
๑๗	ความร้อน และทฤษฎี จลน์ของ แก๊ส	๗. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊สและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๘)	** จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ยและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊สได้ ** จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{2}{3} NE_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$
		๘. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๙)	** ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ $W = P\Delta V$ ** โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมีพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุลเรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส ** พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			$Q = \Delta U + W$ ** ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ
๑๘	ฟิสิกส์ อะตอม	๙. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๐)	** พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัม พลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตามสมการ $E = nhf$ ** ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์ อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ $r_n = \left(\frac{\hbar^2}{mke^2} \right) n^2$ และ $E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2 e^4}{\hbar^2} \left(\frac{1}{n^2} \right) \text{ ตามลำดับ}$ ** ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$
		๑๐. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๑)	** ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{\max}}$
๑๘	ฟิสิกส์ อะตอม	๑๐. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๑) (ต่อ)	** การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{\max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ
		๑๑. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์ (สาระฟิสิกส์ ข้อ ๔ ม.๖/๑๒)	** การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของ เดอบรอยล์ที่เสนอว่า อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาค ตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ ** จากความคิดของไอน์สไตน์และ เดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้ดังกล่าวเรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๑๐ รายวิชา ฟิสิกส์ ๑๐

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๖	ของไหล - ความหนาแน่น - ความดันในของเหลว - กฎพาสคัล - แรงพยุงและหลักอาร์คิมิดีส - ความตึงผิว - ความหนืด - พลศาสตร์ของของไหล	๒๐
๑๗	ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส - ความร้อน - แก๊สอุดมคติ - ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส - พลังงานภายในระบบ - การประยุกต์	๑๘
๑๘	ฟิสิกส์อะตอม - อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน - แบบจำลองอะตอม - สเปกตรัมของอะตอม - ทฤษฎีอะตอมของโบร์ - ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค - กลศาสตร์ควอนตัม	๒๒
	รวม	๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๑ รายวิชา เคมี๑
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาข้อปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ การระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การเปลี่ยนหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย ศึกษาแบบจำลองอะตอม สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ อนุภาคมูลฐานของอะตอม การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ แนวโน้มสมบัติบางประการของธาตุในตารางธาตุตามหมู่และตามคาบ สมบัติของธาตุโลหะทรานซิชัน การเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ ศึกษาและอธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี ยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้อย่างเหมาะสมรวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ศึกษาการเกิดพันธะไอออนิก สูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก การเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดสารประกอบไอออนิก สมบัติของสารประกอบไอออนิก ปฏิกริยาของสารประกอบไอออนิก ศึกษาการเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ พลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์ รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์สมบัติของสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย ศึกษาการเกิดโลหะและสมบัติของโลหะ

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา

มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๑ รายวิชา เคมี๑
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑)
๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒)
๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๓)
๔. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๔)
๕. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๕)
๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๖)
๗. อธิบายสมบัติ และคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๗)
๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๘)
๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๙)
๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๐)
๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๑)
๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๒)
๑๓. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๓)
๑๔. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๔)
๑๕. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๕)
๑๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๖)
๑๗. คำนวณค่าโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๗)

๑๘. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๘)
๑๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๙)
๒๐. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒๐)
๒๑. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒๑)
๒๒. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑)
๒๓. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๒)
๒๔. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียนรายงานการทดลอง (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๓)
๒๕. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้ แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๔)

รวมทั้งหมด ๒๕ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๑ รายวิชา เคมี๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็น ประจักษ์พยานในการ เสนอแบบจำลองอะตอม ของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการ ของแบบจำลองอะตอม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑)	- นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอม และเสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และ ผลการทดลอง - แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมาทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาคประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวกที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลางอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โบร์เสนอว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียสโดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส	
	๒. เขียนสัญลักษณ์ นิวเคลียร์ของธาตุ และ ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอนของอะตอม จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมาย ของไอโซโทป (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒)	สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป	
	๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอน ในระดับพลังงานหลัก และระดับพลังงานย่อย	การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊ส ทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และแต่ละระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับพลังงานย่อย	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	เมื่อทราบเลขอะตอม ของธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๓)	ซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอนจะจัดเรียงในออร์ บิทัลให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุดสำหรับอะตอมใน สถานะพื้น	
	๔. ระบุหมู่ คาบ ความ เป็นโลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ ของธาตุเรฟรี เซนเททึฟและธาตุ แทรนซิชันในตารางธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๔)	ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอม และสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบโดยอาจ แบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจแบ่งเป็นกลุ่มธาตุเรฟรี เซนเททึฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน	
	๕. วิเคราะห์ และบอก แนวโน้มสมบัติของธาตุ เรฟรีเซนเททึฟตามหมู่ และตามคาบ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๕)	ธาตุเรฟรีเซนเททึฟในหมู่เดียวกันมีจำนวน เวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบ เดียวกันมีเวเลนซ์-อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก เดียวกัน ธาตุเรฟรีเซนเททึฟมีสมบัติทางเคมี คล้ายคลึงกันตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบาง ประการเป็นไปตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาด อะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโตรเนกาติวิตี สมบัติสภาพอิเล็กตรอน	
	๖. บอกสมบัติของธาตุ โลหะแทรนซิชัน และ เปรียบเทียบสมบัติกับ ธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททึฟ (สาระ เคมี ข้อ๑ ม.๔/๖)	ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์ อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มี จุดเดือด จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททึฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่ จะมีสี	
	๗. อธิบายสมบัติ และ คำนวณครึ่งชีวิตของ ไอโซโทปกัมมันตรังสี (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๗)	ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุ มีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียส ไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับ ธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่ รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสี แกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็ระ ยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือ ครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของ แต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี	
	๘. สืบค้นข้อมูล และ ยกตัวอย่างการนำธาตุ	สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้ สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	มาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๘)	อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม	
	๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๙)	• สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส โดยเกิดพันธะเคมีส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต • พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบ ส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอนและไอออนลบเกิดจากอโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิกไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็นโครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบจัดเรียงตัวต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติ	
	๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๐)	• สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็นองค์ประกอบ • การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบสำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่าต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะด้วย	
	๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๑)	• ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้งที่เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานและคายพลังงานซึ่งแสดงได้ด้วย วัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน	
	๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก	• สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	(สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๒)	ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนเรียกว่า สารละลาย อิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็งไม่นำ ไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลายในน้ำจะ นำไฟฟ้า • สารละลายของสารประกอบ ไอออนิกแสดง สมบัติความเป็นกรด-เบส ต่างกัน สารละลายของ สารประกอบคอลลอยด์มีสมบัติเป็นกลาง และ สารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติ เป็นเบส	
	๑๓. เขียนสมการไอ ออนิกและสมการไอ ออนิกสุทธิของปฏิกิริยา ของสารประกอบไอออ นิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๓)	• ปฏิกิริยาของสารประกอบ ไอออนิกสามารถ เขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอ ออนิกสุทธิโดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออน ส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ทำ ปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น	
	๑๔. อธิบายการเกิด พันธะโคเวเลนต์แบบ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และ พันธะสาม ตัวโครงสร้าง ลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๔)	• พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้น ภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอน ร่วมกันของธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึด เหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สารโคเว เลนต์ พันธะโคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะ คู่ และพันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วย โครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ของแต่ละอะตอมด้วยจุด	
	๑๕. เขียนสูตร และ เรียกชื่อสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๕)	• สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ โดยทั่วไปเขียน แสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับตามค่าอิ เล็กโทรเนกาติวิตีจากน้อยไปมากโดยมีตัวเลขแสดง จำนวนอะตอมของธาตุที่มีมากกว่า ๑ อะตอมใน โมเลกุล • การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำได้โดยเรียกชื่อธาตุที่ อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยมี คำนำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็น องค์ประกอบ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	๑๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๖)	• ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะและชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้ โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดมีค่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสที่เหมาะสมได้มากกว่า ๑ โครงสร้าง ที่เรียกว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ • พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา ซึ่งได้จากผลต่างของพลังงานพันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์	
	๑๗. คาคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๗)	• รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ อาจพิจารณาโดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางโมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นผลรวมปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้วของแต่ละพันธะตามรูปร่างโมเลกุล	
	๑๘. ระบุนิคมของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๘)	• แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็นแรงแพร่กระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้วและพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำกว่าสารประกอบไอออนิก เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก • สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มี จุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ และไม่ละลายในน้ำ สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตกตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย-นอนอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้จากสารที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		สารละลายของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ จะมีสมบัติเป็นกรด	
	๑๙. สืบค้นข้อมูล และ อธิบายสมบัติของ สารโคเวเลนต์โครงร่าง ตาข่ายชนิดต่าง ๆ (สาระ เคมี ข้อ ๑ ม.๔/๑๙)	• สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุล ขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่อง เป็นโครงร่างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและจุด เดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายที่มีธาตु องค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอัญรูปต่างกันจะมี สมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์	
	๒๐. อธิบายการเกิด พันธะโลหะและสมบัติ ของโลหะ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔/๒๐)	• พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของทุก อะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่วทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอนในนิวเคลียสทุก ทิศทาง • โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถ ตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ นำความร้อนและนำ ไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง	
	๒๑. เปรียบเทียบสมบัติ บางประการของ สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และ โลหะ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม. ๔/๒๑)	• สารประกอบไอออนิก สาร โคเวเลนต์ และโลหะ มีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำ ไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม	
สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔	๑. บอก และอธิบายข้อ ปฏิบัติเบื้องต้น และ ปฏิบัติตนที่แสดงถึง ความตระหนักในการทำ ปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มี ความปลอดภัยทั้งต่อ ตนเอง ผู้อื่นและ สิ่งแวดล้อม และเสนอ แนวทางแก้ไขเมื่อเกิด	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัย และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควร ศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี เช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การ ป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลองการกำจัด สารเคมี	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	อุบัติเหตุ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๑)		
	๒. เลือก และใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องมือในการทำ ปฏิบัติการ และวัด ปริมาณต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๒)	• อุปกรณ์และเครื่องมือซึ่ง ตวง วัดแต่ละชนิดมี วิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการวัด ปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงและ ความ แม่นในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมีการเลือก และใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการอย่างเหมาะสม	
	๓. นำเสนอแผนการ ทดลอง ทดลองและ เขียนรายงานการทดลอง (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๓)	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผนการ ทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุป และวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูล และการเขียน รายงานการทดลองที่ถูกต้องโดยการทำปฏิบัติการ เคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์	
	๔. ระบุหน่วยวัดปริมาณ ต่าง ๆ ของสาร และ เปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็น หน่วยในระบบเอสไอ ด้วยการใส่แฟกเตอร์ เปลี่ยนหน่วย (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๔)	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจจะอยู่ใน หน่วยต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกัน จึงมี การกำหนดหน่วยในระบบเอสไอให้เป็นหน่วย สากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยเพื่อให้เป็นหน่วยสากล สามารถทำได้ด้วยการใส่แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๑ รายวิชา เคมี๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	ความปลอดภัย และทักษะใน ปฏิบัติการเคมี	สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔ ๑. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑) ๒. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๒) ๓. นำเสนอแผนการทดลองทดลองและเขียนรายงานการทดลอง (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๓) ๔. ระบุนิยามวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๔)	๑. การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี เช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลอง การกำจัดสารเคมี ๒. อุปกรณ์และเครื่องมือซึ่ง ดวงวัดแต่ละชนิดมีวิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการวัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงและ ความแม่นยำในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมีการเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการอย่างเหมาะสม ๓. การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผนการทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุปและวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูล และการเขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง โดยการทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ๔. การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจจะอยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกัน จึงมีการกำหนด

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
			หน่วยในระบบเอสไอให้เป็นหน่วย สากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยเพื่อให้ เป็นหน่วยสากล สามารถทำได้ด้วย การใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
๒	อะตอมและ สมบัติของธาตุ	สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔ ๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การ ทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็น ประจักษ์พยานในการเสนอ แบบจำลองอะตอมของ นักวิทยาศาสตร์และอธิบาย วิวัฒนาการของแบบจำลอง อะตอม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑) ๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ ธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของ อะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของ ไอโซโทป (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒)	๑. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้าง ของอะตอม และเสนอแบบจำลอง อะตอมแบบต่าง ๆ จากการศึกษา ข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และ ผลการทดลอง ๒. แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอว่าธาตุ ประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาค ขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมา ทอมสันเสนอว่าอะตอม ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาค ประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่า ประจุบวกที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลางอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็ก มาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบ นิวเคลียส โบร์เสนอว่าอิเล็กตรอน เคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียส โดยแต่ละวงมีระดับพลังงาน เฉพาะตัว ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่า อิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่รวดเร็ว รอบนิวเคลียส และไม่สามารถระบุ ตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอ แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบอิเล็กตรอน รอบนิวเคลียส ๓. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลข

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก และระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔/๓) ๔. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม. ๔/๔) ๕. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔/๕) ๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔/๖)	อะตอมซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป ๔. การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊ส ทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และแต่ละระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับพลังงานย่อย ซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอนจะจัดเรียงในออร์บิทัลให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุดสำหรับอะตอมในสถานะพื้น ๕. ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบโดยอาจแบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจแบ่งเป็นกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน ๖. ธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ธาตุเรฟรีเซนเททีฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกันตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไปตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๗. อธิบายสมบัติ และคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๗) ๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๘)	ไนเซชัน อิเล็กโทรเนกาติวิตีสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน ๗. ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททีฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่จะมีสี ๘. ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุ มีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียสไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี ๙. สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม
๓	พันธะเคมี	สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔ ๑. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุด	๑. สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ของลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๙) ๒. เขียนสูตร และเรียกชื่อ สารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๐) ๓. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับ ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอ ออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๑) ๔. อธิบายสมบัติของสารประกอบ ไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๒) ๕. เขียนสมการไอออนิกและ สมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยา ของสารประกอบไอออนิก (สาระ เคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๓)	สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส โดย การเกิดพันธะเคมี ส่วนใหญ่เป็นไป ตามกฎออกเตต ๒. พันธะไอออนิกเกิดจากการยึด เหนี่ยวระหว่างประจุไฟฟ้าของ ไอออนบวกกับไอออนลบส่วนใหญ่ ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสีย อิเล็กตรอนและไอออนลบเกิดจาก อโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบ ที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบ ไอออนิกไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็น โครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออน บวกและไอออนลบจัดเรียงตัว ต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติ ๓. สารประกอบไอออนิกเขียน แสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุ ที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตาม ด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่าง ต่ำของจำนวนไอออนที่เป็น องค์ประกอบ ๔. การเรียกชื่อสารประกอบไอ ออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวก แล้วตามด้วยชื่อไอออนลบ สำหรับ สารประกอบไอออนิกที่เกิดจาก โลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะ ด้วย ๕. ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอ ออนิกจากธาตุเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา เคมีหลายขั้นตอน มีทั้งที่เป็น ปฏิกิริยาดูดพลังงานและคาย พลังงาน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๖. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๔) ๗. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๕) ๘. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๖) ๙. คาคคະเนຽູປຽ່ງໂມເລກຸລ ໂຄເວເລນຕ໌ ໂດຍໃຊ້ຖະໜົງການຜລັກ ຮ່ວງກ່ຽວເລີກໂຕຣນໃນວເວເລນຊ໌ ແລະຮະບຸສຸພາພັ້ງຂອງໂມເລກຸລໂຄເວເລນຕ໌ (ສາຣະເກມີ ຂໍ້໑໑ ມ.໔/໑໗)	ซึ่งแสดงได้ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบ ไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน ๖. สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลายในน้ำ จะนำไฟฟ้า ๗. สารละลายของสารประกอบไอออนิกแสดงสมบัติความเป็นกรด-เบส ต่างกัน สารละลายของสารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และสารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส ๘. ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก สามารถเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิกสุทธิ โดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออน ส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ทำให้ปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ๙. พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๑๐. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๘) ๑๑. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๙) ๑๒. อธิบายการเกิดพันธะโลหะ และสมบัติของโลหะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒๐) ๑๓. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก	พันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สารโคเวเลนต์ พันธะโคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วยโครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมด้วยจุด ๑๐ สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์โดยทั่วไปเขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับตามค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีจากน้อยไปมากโดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุที่มีมากกว่า ๑ อะตอมในโมเลกุล ๑๑. การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำได้โดยเรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยมีคำนำหน้านำระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ๑๒. ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะและชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้ โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดมีค่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสที่เหมาะสมได้มากกว่า ๑ โครงสร้าง ที่เรียกว่าโครงสร้างเรโซแนนซ์ ๑๓. พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา ซึ่งได้

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้น ข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ ได้ อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒๑)	จากผลต่างของพลังงานพันธะรวม ของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์ ๑๔. รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ อาจพิจารณาโดยใช้ทฤษฎีการผลัก ระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รอบอะตอมกลางโมเลกุลโคเวเลนต์ มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว สภาพ ขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็น ผลรวมปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้ว ของแต่ละพันธะตามรูปร่างโมเลกุล ๑๕. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ซึ่งอาจเป็นแรงแผ่กระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้วและพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ ยังมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ กว่าสารประกอบไอออนิก เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลมีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก ๑๖. สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุด หลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ และไม่ ละลายในน้ำ สำหรับสารโคเวเลนต์ ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตก ตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จาก สารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนจะไม่นำ ไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย-นอนอิ เล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้ จากสารที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำ ไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย อิเล็กโทรไลต์ สารละลายของ สารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ จะมีสมบัติเป็นกรด

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
			๑๗. สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุล ขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่องเป็นโครงร่างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายที่มีธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอิทธิรูปแบบต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์ ๑๘. พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่วทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอนในนิวเคลียสทุกทิศทาง ๑๙. โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ๒๐. สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะมีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๑ รายวิชา เคมี๑
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี	๑๐
๒	อะตอมและสมบัติของธาตุ	๒๕
๓	พันธะเคมี	๒๕
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๒ รายวิชา เคมี๒
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ ๑ อะตอม มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊ส ที่ STP ศึกษาหน่วยและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย การทดลองเตรียมสารละลาย การเปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ศึกษาความหมายและเขียนสูตรโมเลกุล สูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโครงสร้าง การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสาร ศึกษาการเขียนและดุลสมการเคมี ทดลองและคำนวณหาอัตราส่วนจ จำนวนโมลของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน ศึกษาสมบัติของระบบปิด และระบบเปิด ศึกษาและฝึกคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นไปตามกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ ศึกษาทดลองและคำนวณปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีตามกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาวอกาโดร ศึกษาและฝึกคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีนั้น ๆ และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ สารกำหนดปริมาณ ผลได้ร้อยละ

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรารู้ มีความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา

มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๒ รายวิชา เคมี๒
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๑)
๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๒)
๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๓)
๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๔)
๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๕)
๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๖)
๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๗)
๘. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๕)
๙. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๖)
๑๐. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๗)
๑๑. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๘)
๑๒. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๙)
๑๓. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๐)
๑๔. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือด และจุดเยือกแข็งของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๑)

รวมทั้งหมด ๑๔ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๒ รายวิชา เคมี๒

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๔	๑. แปลความหมาย สัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมี ของปฏิกิริยาเคมี บาง ชนิด (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๔/๑)	•ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่ เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่ เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วย สมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้ง ต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการ เกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้ง ต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมี สัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่น ที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี •การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลข สัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอมของธาตุในสาร ตั้งต้นและ ผลิตภัณฑ์เท่ากัน	
	๒. คำนวณปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี ที่ เกี่ยวข้องกับมวลสาร (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๔/๒) ๓. คำนวณปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี ที่ เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น ของสารละลาย (สาระ เคมี ข้อ ๒ ม.๔/๓) ๔. คำนวณปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี ที่ เกี่ยวข้องกับปริมาตร แก๊ส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๔/๔)	• การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ใน สมการเคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของ สารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความ เข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้	
	๕. คำนวณปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี หลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๔/๕)	• ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและ ผลิตภัณฑ์ ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการ เคมีรวม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๖)	ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา	
	๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๗)	ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎี เป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ	
สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔	๘. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๕)	- มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ ๑ อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนแต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นมวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน - มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้นๆ นั้น ตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ - มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น	
	๙. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๖)	โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ ๒๒.๔ ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๐. คำนวนอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๗)	• สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วนคงที่	
	๑๑. คำนวนสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๘)	• สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้	
	๑๒. คำนวนความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๙)	• สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลาลิตี และเศษส่วนโมล	
	๑๓. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๐)	• การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ	
	๑๔. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๑)	• สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของ ตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๒ รายวิชา เคมี๒

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๔	โมลและสูตร เคมี	สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔ ๑. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๕) ๒. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๖) ๓. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุ องค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๗) ๔. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๘)	๑. มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ ๑ อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นมวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน ๒. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้นๆ ตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ ๓. มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น ๔. โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาคมวลของสาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ ๒๒.๔ ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP สารใด สามารถทำได้ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย ๕. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วนคงที่ ๖. สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๕	สารละลาย	สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔ ๑. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๙) ๒. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๐) ๓. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๑)	๑. สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล ๒. การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ ๓. สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของ ตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย
๖	ปริมาณสัมพันธ์	สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔ ๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๑) ๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่	๑. ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในกาเกิดปฏิกิริยาเคมี ๒. การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		เกี่ยวข้องกับมวลสาร (สาระเคมี ข้อ๒ ม. ๔/๒) ๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๒ ม. ๔/๓) ๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส (สาระเคมี ข้อ๒ ม. ๔/๔) ๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ๒ ม. ๔/๕) ๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม. ๔/๖) ๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม. ๔/๗)	อะตอมของธาตุในสาร ตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน ๓. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้ ๔. ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม ๕. ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่าสารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นและปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา ๖. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎีซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎี เป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๒ รายวิชา เคมี๒
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๔	โมลและสูตรเคมี	๒๐
๕	สารละลาย	๑๕
๖	ปริมาณสัมพันธ์	๒๕
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๓ รายวิชา เคมี๓
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาและอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิ คำนวณหาปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส คำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊สตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ คำนวณความดันย่อย หรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสมโดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน ศึกษาและทดลองการแพร่และอัตราการแพร่ของแก๊ส คำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารจากกราฟ ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ทฤษฎีจลน์และการชนกันของอนุภาค ศึกษา ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับ และปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ทดลองเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ศึกษาและทดลองสมดุลเคมีในปฏิกิริยา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี คำนวณหาค่าคงที่สมดุล และหาความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุล ทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้น ความดัน และอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล และค่าคงที่สมดุล ศึกษาหลักของเลอชาเตอลิเอ และการนำหลักเลอชาเตอลิเอไปใช้อธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา

มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๓ รายวิชา เคมี๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๑)
๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๒)
๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๓)
๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๔)
๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของ เกรแฮม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๕)
๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๖)
๗. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑)
๘. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒)
๙. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓)
๑๐. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๔)
๑๑. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๕)
๑๒. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๖)
๑๓. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๗)
๑๔. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๘)
๑๕. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๙)
๑๖. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)
๑๗. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)

๑๘. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์ (สารเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)

๑๙. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรัชญาการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม (สารเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)

รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๓ รายวิชา เคมี๓

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕	๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดันหรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของ เกย์-ลูสแซก (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๑) ๒. คำนวณปริมาตร ความดันหรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๒)	• พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้	
	๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๓)	• ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎของอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวน โมลของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้	
	๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๔)	• ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากันความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎความดันย่อยของดอลตัน	
	๕. อธิบายการแพร่ของแก๊ส โดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเก	• แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊ส อธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	รแฮม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม. ๕/๕)	สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส สัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม	
	๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊ส ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๖)	• สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	
สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕	๗. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑) ๘. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒)	• ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์	
	๙. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓)	• ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของ สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชน และพลังงานที่เกิดจากการชน	
	๑๐. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๔) ๑๑. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น	• อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๕)		
	๑๒. ยกตัวอย่าง และอธิบาย ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีใน ชีวิตประจำวันหรือ อุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๖)	• ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบาย กระบวนการ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรม	
	๑๓. ทดสอบ และอธิบาย ความหมายของปฏิกิริยาผัน กลับได้และภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๗) ๑๔. อธิบายการเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของสาร อัตรา การเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยา จนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะ สมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๘)	• ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้า และย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับ ได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของ สารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไป ข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของ ผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ใน ภาวะสมดุล ที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์คงที่ เรียกว่า สมดุลพลวัต	
	๑๕. คำนวณค่าคงที่สมดุล ของปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๙) ๑๖. คำนวณความเข้มข้นของ สารที่ภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)	• ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วย ค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง	
	๑๗. คำนวณค่าคงที่สมดุล หรือความเข้มข้นของ ปฏิกิริยาหลายขั้นตอน (สาระ เคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)	• ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของ ปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลัง ค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และหากมี การกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุล เป็นตัวหาร	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๘. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)	เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวนโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง	
	๑๙. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)	ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๓ รายวิชา เคมี๓

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๗	แก๊สและ สมบัติของ แก๊ส	สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕ ๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดันหรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของ เกย์-ลูสแซก (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๑) ๒. คำนวณปริมาตร ความดันหรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๒) ๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๓) ๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๔) ๕. อธิบายการแพร่ของแก๊ส โดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๕)	๑. พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้ ๒. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎของอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวน โมลของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวน โมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้ ๓. ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากันความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎความดันย่อยของดอลตัน ๔. แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊ส อธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส สัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอ ตัวอย่าง และอธิบายการ ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับ สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊ส ในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันและใน อุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๖)	๕. สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถ นำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือ ประยุกต์ใช้ในชีวิต ประจำวันและใน อุตสาหกรรม
๘	อัตราการ เกิดปฏิกิริยา เคมี	สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕ ๑. ทดลอง และเขียนกราฟ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสาร ที่ทำการวัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑) ๒. คำนวณอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียน กราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้น ของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒) ๓. เขียนแผนภาพ และ อธิบายทิศทางการชนกันของ อนุภาคและพลังงานที่ส่งผล ต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยา เคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓) ๔. ทดลอง และอธิบายผล ของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของ สารตั้งต้น อุณหภูมิ และ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระ เคมี ข้อ ๒ ม.๕/๔) ๕. เปรียบเทียบอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น	๑. ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการ เกิด ปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจาก การลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของ ผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วย เลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากัน ไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือ ผลิตภัณฑ์ ๒. ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาค ของ สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงาน ก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึง ขึ้นกับทิศทางการชน และพลังงานที่เกิดจาก การชน ๓. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิด ของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย ๔. ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบาย กระบวนการ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือ อุตสาหกรรม

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		อุณหภูมิจึงและตัวเร่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๕) ๖. ยกตัวอย่าง และอธิบาย ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีใน ชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๖)	
๙	สมดุลเคมี	สาระเคมี ข้อ๒ ม.๕ ๑. ทดสอบ และอธิบาย ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๗) ๒. อธิบายการเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยา จนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะ สมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๘) ๓. คำนวณค่าคงที่สมดุลของ ปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๙) ๔. คำนวณความเข้มข้นของ สารที่ภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๐) ๕. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือ ความเข้มข้นของปฏิกิริยา หลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๑) ๖. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะ สมดุลและค่าคงที่สมดุลของ ระบบ รวมทั้งคาดคะเน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อ	๑. ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้า และย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับ ได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของ สารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไป ข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของ ผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะ สมดุล ที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและ ผลิตภัณฑ์คงที่ เรียกว่า สมดุลพลวัต ๒. ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วย ค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๓. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของ ปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดย ถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่ สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และหากมีการกลับ ข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร ๔. เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบจะเกิดการ เปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ทั้งนี้การ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๒) ๗. ยกตัวอย่าง และอธิบาย สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)	เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง ๕. ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๓ รายวิชา เคมี๓
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๗	แก๊สและสมบัติของแก๊ส	๑๘
๘	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	๑๘
๙	สมดุลเคมี	๒๔
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ รายวิชา เคมี๔
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาไอออนในสารละลายกรดและเบส ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และ ลิวอิส ศึกษาและทดลอง เกี่ยวกับการถ่ายโอนโปรตอนของสารละลายกรด-เบส ศึกษาคู่กรด-เบส คำนวณและเขียนสมการการแตกตัวของกรด-เบส การคำนวณ ค่าคงที่การแตกตัวเป็นไอออนของกรด อ่อนและเบสอ่อน ศึกษาและทดลองการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ การคำนวณค่าคงที่ของการ แตกตัวของน้ำ pH ของสารละลายกรด-เบส ศึกษาและทดลองเรื่องปฏิกิริยาสะเทิน และปฏิกิริยาการเกิดเกลือ จากปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายกรดกับสารละลายเบส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ ศึกษาเกี่ยวกับการไทเทรตสารละลายกรด-เบส การเขียนกราฟและการหาจุดสมมูลจากกราฟของการไทเทรต และ คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรด-เบส ศึกษาหลักการเลือกใช้อินดิเคเตอร์สำหรับ ไทเทรต กรด-เบส ศึกษาและทดลองสมบัติความเป็นบัฟเฟอร์ของสารละลาย ศึกษาและทดลองการถ่ายโอน อิเล็กตรอนในปฏิกิริยา ระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน ศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ การเขียนและดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลข ออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยา ศึกษาเซลล์ไฟฟ้าเคมี ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับหลักการของเซลล์กัลวานิก ศึกษาการเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก การหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของ ครึ่งเซลล์ ปฏิกิริยาในเซลล์กัลวานิกประเภทเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิบางชนิด ทดลองเพื่อศึกษา หลักการสร้างและการทำงานของเซลล์ สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ศึกษาหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก และทดลองการแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าตามหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ศึกษาการแยกสารที่ หลอมเหลวด้วยไฟฟ้า ศึกษาและทดลองชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้าศึกษาวิธีการทำให้โลหะบริสุทธิ์ ศึกษา และทดลองเกี่ยวกับการผุกร่อนและการป้องกันการผุกร่อนของโลหะ ศึกษาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา

มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ รายวิชา เคมี๔
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๔)
๒. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๕)
๓. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๖)
๔. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๗)
๕. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๘)
๖. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๙)
๗. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ การไทเทรตกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๐)
๘. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๑)
๙. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๒)
๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๓)
๑๑. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๔)
๑๒. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๕)
๑๓. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๖)
๑๔. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๗)
๑๕. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทดปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๘)
๑๖. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๙)
๑๗. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๐)
๑๘. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๑)
๑๙. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๒) **รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้**

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ รายวิชา เคมี๔
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕	๑. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๔)	• สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี หรือลิวอิส	
	๒. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๕)	• ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี เมื่อกรดหรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น จะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้นที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของสารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมีโปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน	
	๓. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๖)	• กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อนหรือเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย โดยความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดหรือเบสอาจพิจารณาได้จากค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส	
	๔. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๗)	• น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส แตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออนและ ไฮดรอกไซด์ไอออนที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ เท่ากับ 1.0×10^{-14} • เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายแสดงได้ด้วยค่า pH ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน โดยสารละลายกรดมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนมากกว่า	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		๑.๐x๑๐ ^{-๗} โมลต่อลิตรหรือมีค่า pH น้อยกว่า ๗ ส่วนสารละลายเบสมีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออนน้อยกว่า ๑.๐x๑๐ ^{-๗} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า ๗	
	๕. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๑๘) ๖. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๙)	- ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลายที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อนและเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส - เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส	
	๗. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๐)	การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดิกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดิกันเรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติ จุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล	
	๘. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๑)	ปริมาณกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดิกันจากการไทเทรตกรด – เบส สามารถนำไปคำนวณความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบความเข้มข้นได้	
	๙. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๒)	สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติมกรดเบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		pH น้อยกว่าสารละลายทั่วไป สมบัติเฉพาะของสารละลายบัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
	๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๓)	• ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์	
	๑๑. คำนวณเลขออกซิเดชันและระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๔)	• เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดงประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุ เรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์	
	๑๒. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๕)	• ปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์	
	๑๓. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๖)	• การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผลการทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์	
	๑๔. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๗)	• ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา	
	๑๕. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมี	• เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๘)	กันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้า สามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์	
	๑๖. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๙)	ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า เซลล์กัลวานิก แต่ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ไม่สามารถเกิดได้เอง ต้องมีการให้กระแสไฟฟ้าจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก	
	๑๗. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๐)	เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ปฐมภูมิไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้	
	๑๘. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทำงานเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๑)	เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	
	๑๙. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์	ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๒)	เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรม ด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ รายวิชา เคมี๔
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑๐	กรด - เบส	สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕ ๑. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๔) ๒. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๕) ๓. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๖) ๔. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๗)	๑. สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี หรือลิวอิส ๒. ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี เมื่อกรดหรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น จะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้นที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของสารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมีโปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน ๓. กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อนหรือเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย โดยความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดหรือเบสอาจพิจารณาได้จากค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส ๔. น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียสแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออนและ ไฮดรอกไซด์ไอออนที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7}

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๕. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๘) ๖. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๙) ๗. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ การไทเทรตกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๐) ๘. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๑) ๙. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๒)	^๗โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ เท่ากับ 1.0×10^{-14} ๕. เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายแสดงได้ด้วยค่า pH ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน โดยสารละลายกรดมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนมากกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH น้อยกว่า ๗ ส่วนสารละลายเบสมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนน้อยกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า ๗ ๖. ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลายที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อนและเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส ๗. เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จาก การสะเทินของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส ๘. การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกัน เรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติ จุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการ แก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ กรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๓)	สังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการ เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อบอก จุดยุติของการไทเทรต ดังนั้นอินดิ เคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรต กรด-เบส ควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่ เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือ ใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล ๙. ปริมาณกรดและเบสที่ทำ ปฏิกริยาพอดีกันจากการไทเทรต กรด – เบส สามารถนำไปคำนวณ ความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ ต้องการทราบความเข้มข้นได้ ๑๐. สารละลายบัฟเฟอร์เป็น สารละลายของกรดอ่อนกับเกลือ ของกรดอ่อนนั้น หรือเบสอ่อนกับ เกลือของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติมกรด เบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่า สารละลายทั่วไป สมบัติเฉพาะของ สารละลายบัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ ต่อการควบคุม pH ของระบบใน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ๑๑. ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์และ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และ การแพทย์
๑๑	เคมีไฟฟ้า	สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕ ๑. คำนวณเลขออกซิเดชัน และ ระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๔)	๑. เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงาน ไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มี การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลข ออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๒. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๕) ๓. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๖) ๔. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๗) ๕. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๘) ๖. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และ	ประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุ เรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์ ๒. ปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์ ๓. การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผลการทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์ ๔. ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา ๕. เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วย แอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้า สามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์ ๖. ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวกแสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่ง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๙) ๗. อธิบายหลักการทำงาน และ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของ เซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๐) ๘. ทดลองชุบโลหะและแยก สารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และ อธิบายหลักการทำงานเคมีไฟฟ้าที่ใช้ ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมี ด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้ บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัด กร่อนของโลหะ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๑) ๙. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (สาระ เคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๒)	ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ ชนิดนี้ว่า เซลล์กัลวานิก แต่ถ้าค่า ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดง ว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ไม่สามารถเกิด ได้เอง ต้องมีการให้กระแสไฟฟ้าจึง จะเกิดปฏิกิริยาได้ เซลล์ชนิดนี้ เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก ๗. เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิและ เซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่ เกิดขึ้นภายในเซลล์ปฐมภูมิไม่ สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ได้โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถ นำกลับมาใช้ได้อีก ปฏิกิริยาเคมีที่ เกิดขึ้นภายในเซลล์ทุติยภูมิสามารถ ทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดย การประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้อีก ๘. เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำ ไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งใน ชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม หลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกัน การกัดกร่อนของโลหะ ๙. ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบ ในชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่ง ความรู้เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่ นวัตกรรม ด้านพลังงานที่เป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ รายวิชา เคมี๔
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๐	กรด - เบส	๓๐
๑๑	เคมีไฟฟ้า	๓๐
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๕ รายวิชา เคมี๕
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ชนิดของพันธะระหว่างคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ การเขียนสูตรโครงสร้าง การเกิดไอโซเมอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประเภทและการเรียกชื่อของสารประกอบอินทรีย์ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบโซ่ตรง โซ่กิ่ง แบบวง อะโรมาติก และหมู่ฟังก์ชัน ศึกษา ทดลองเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ ศึกษา ทดสอบปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์ ชนิดพอลิเมอร์และปฏิกิริยาของพอลิเมอร์ ศึกษา ทดลองสมบัติและประโยชน์พลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์และผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้			
รหัสวิชา ว๓๐๒๒๕ รายวิชา เคมี๕	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต	
๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑) ๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นพันธะของสารประกอบอินทรีย์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๒) ๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๓) ๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๔) ๕. ทดลองและเขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๕) ๖. ทดลอง วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๖) ๗. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือทดลองปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๗) ๘. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเตอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๘) ๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเตอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๙) ๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๐) ๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๑) ๑๒. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๒) ๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๓) ๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๔) ๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๕) ๑๖. กำหนดปัญหา และเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๑)			

๑๗. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๒)
๑๘. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๓)
๑๙. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๔)

รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๕ รายวิชา เคมี๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑๒	เคมีอินทรีย์	สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖ ๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑) ๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นพันธะของสารประกอบอินทรีย์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๒) ๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๓) ๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๔)	๑. สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม นอกจากนี้ยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่น ๆ ได้อีกด้วย และมีการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ๒. โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แสดงได้ด้วย สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ หรือสูตรโครงสร้างแบบเส้นพันธะ ๓. สารประกอบอินทรีย์มีหลายประเภท การพิจารณาประเภทของสารประกอบอินทรีย์อาจใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ได้เป็นแอลเคน แอลคีน แอลคีน อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอไมด์ ๔. การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลคีน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ และเอไมด์จะเรียกตาม

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๕. ทดลองและเขียนไอโซเมอร์ โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๕) ๖. ทดลอง วิเคราะห์ และ เปรียบเทียบจุดเดือดและการ ละลายในน้ำของสารประกอบ อินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาด โมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๖) ๗. ระบุประเภทของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนและเขียน ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือ ปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกานेट (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๗) ๘. เขียนสมการเคมีและอธิบาย การเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยา สะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๘) ๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และ ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๙)	ระบบ IUPAC หรืออาจเรียกโดยใช้ ชื่อสามัญ ๕. ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตร โมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติ แตกต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ซีม และเรียกสารแต่ละชนิดว่า ไอโซเมอร์ ไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุล เหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้าง ต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ โครงสร้าง ๖. สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือ โครงสร้างของสารต่างกันจะมีจุด เดือดและ การละลายในน้ำต่างกัน สำหรับการละลายของสารพิจารณา ได้จากความมีขั้วของตัวละลายและ ตัวทำละลาย โดยสารสามารถ ละลายได้ใน ตัวทำละลายที่มีขั้ว ใกล้เคียงกัน ๗. สารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลคyne อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยา การเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน และปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกานेट จะให้ผลของปฏิกิริยา ต่างกัน จึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ใน การจำแนกประเภทของ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ ๘. กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับ แอลกอฮอล์ได้เป็นเอสเทอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเอมีนเกิดเป็นเอไมด์ เอสเทอร์และเอไมด์สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างการนำสารประกอบ อินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๐)	ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์ใน เบสแอลคาไล เรียกว่า ปฏิกิริยาสะ ปอนนิฟิเคชัน ๙. สารประกอบอินทรีย์สามารถ นำไปใช้ประโยชน์ ได้มากมายใน ชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำไปใช้เป็น สารตั้งต้นและตัวทำละลายใน อุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและพลังงาน อุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมเกษตร
๑๓	พอลิเมอร์	สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖ ๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการ เกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของ มอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ (สาระ เคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๑) ๒. วิเคราะห์ และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง และสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๒) ๓. ทดสอบ และระบุประเภทของ พลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๓)	๑. พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยหน่วย ย่อยที่เรียกว่า มอนอเมอร์ เชื่อมต่อกัน ด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยมีทั้ง พอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์ สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิ เมอร์ อาจเป็นปฏิกิริยาแบบ ควบแน่นหรือปฏิกิริยาแบบเติม ขึ้นอยู่กับหมู่ฟังก์ชันและโครงสร้าง ของมอนอเมอร์ ๒. พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกัน อาจเป็นโครงสร้าง แบบเส้น แบบ กิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิด ของมอนอเมอร์และภาวะของ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ซึ่ง โครงสร้างของพอลิเมอร์ส่งผลต่อจุด หลอมเหลว ความหนาแน่น ความ เปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่น จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่าง หลากหลาย ๓. พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้ว สามารถนำกลับมา ขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๔) ๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๕)	ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่ง ส่วนพอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว จึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์โมเซต มีโครงสร้างแบบร่างแห พลาสติกมีทั้งที่เป็นพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติกและพอลิเมอร์เทอร์โมเซต ผลิตภัณฑ์ที่เป็นพอลิเมอร์เทอร์โมเซต ซึ่งทำให้มีสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน ๔. การปรับเปลี่ยนโครงสร้างหรือการสังเคราะห์ พอลิเมอร์ เช่น วัลคาไนเซชัน การสังเคราะห์ โคพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้า เป็นการปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น ๕. การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข
๑๔	เคมีกับการแก้ปัญหา	สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖ ๑. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๑) ๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือ	๑. สถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม สามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้ ๒. การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ หรือประเด็นที่สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๒) ๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๓) ๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๔)	รวมทั้งคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ๓. การนำเสนองานหรือแสดงผลงาน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ผลงาน รวมทั้งเพิ่มโอกาสในการพัฒนางานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือประกอบการนำเสนอ ซึ่งจะทำการสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น ๔. การสัมมนา การประชุมวิชาการ หรือการร่วมแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนความคิด แสดงทัศนคติต่อกรณีศึกษา สถานการณ์ หรือประเด็นสำคัญทางเคมี ซึ่งช่วยส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยี เพื่อการค้นคว้าและการสื่อสาร ซึ่งสามารถทำได้หลายระดับ โดยอาจเป็นระดับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียน ชุมชน ระดับชาติ หรือนานาชาติ

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๕ รายวิชา เคมี๕
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๒	เคมีอินทรีย์	๓๐
๑๓	พอลิเมอร์	๑๘
๑๔	เคมีกับการแก้ปัญหา	๑๒
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๖ รายวิชา เคมี๖
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเข้าใจความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี แนวปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมี เทคนิคการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการเคมี วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเขียนรายงานการทดลอง หน่วยวัดปริมาณและระบบเอสไอ แพลกเตอร์เปลี่ยนหน่วย วิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์และ แบบกลุ่มหมอก เขียนและแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ศึกษาอนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขอะตอม เลขมวล ไอโซโทป ศึกษาและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ศึกษาความหมายของระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ออร์บิทัล เวเลนซ์อิเล็กตรอน ศึกษาวิเคราะห์การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุของนักวิทยาศาสตร์ แนวโน้มสมบัติบางประการของธาตุในตารางธาตุตามหมู่และตามคาบ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหรือพันธะเคมีของสาร กฏออกเตต การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ สูตร การเรียกชื่อ และโครงสร้างสารประกอบ โคเวเลนต์ ความยาวพันธะ พลังงานพันธะ การคำนวณหาพลังงานพันธะและพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา แนวคิดเกี่ยวกับ เรโซแนนซ์ รูปร่างของโมเลกุล และสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ สารโครงผลึก่างตาข่าย สมบัติบางประการของสารโคเวเลนต์ การเกิดพันธะไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก สูตร และการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดสารประกอบไอออนิก ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติบางประการของสารประกอบ ไอออนิก ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก ศึกษาเกี่ยวกับพันธะโลหะ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับปฏิกิริยาของธาตุ และการละลายน้ำของสารประกอบบางชนิดของธาตุหมู่ IA และ IIA ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของธาตุแทรนซิชัน การเปลี่ยนสีของสารประกอบเชิงซ้อนของธาตุแทรนซิชัน ศึกษาสมบัติของธาตุกัมมันตรังสี การเกิดกัมมันตภาพรังสี การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ศึกษาและคำนวณครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี ศึกษาปฏิกิริยานิวเคลียร์ การตรวจสอบสารกัมมันตรังสี และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสี ธาตุและสารประกอบบางชนิดในสิ่งมีชีวิตละสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติและความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุและสารประกอบ และพันธะเคมี

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้ และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรีเรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา

มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๖ รายวิชา เคมี๖
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑)
๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒)
๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๓)
๔. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๔)
๕. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๕)
๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๖)
๗. อธิบายสมบัติ และคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๗)
๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๘)
๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๙)
๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๐)
๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๑)
๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๒)
๑๓. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๓)
๑๔. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๔)
๑๕. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๕)
๑๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๖)
๑๗. คำนวณค่าเอนทัลปีของโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้กฎการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๗)

๑๘. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๘)
๑๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๙)
๒๐. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒๐)
๒๑. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒๑)
๒๒. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑)
๒๓. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๒)
๒๔. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียนรายงานการทดลอง (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๓)
๒๕. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้ แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๔)

รวมทั้งหมด ๒๕ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๖ รายวิชา เคมี๖

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็น ประจักษ์พยานในการ เสนอแบบจำลองอะตอม ของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการ ของแบบจำลองอะตอม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑)	• นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอมและเสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และ ผลการทดลอง • แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมา ทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาคประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวกที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลางอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โปร์เสนอว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียสโดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส	
	๒. เขียนสัญลักษณ์ นิวเคลียร์ของธาตุ และ ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอนของอะตอม จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมาย ของไอโซโทป (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒)	• สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป	
	๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอน	• การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊ส ทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ในระดับพลังงานหลัก และระดับพลังงานย่อย เมื่อทราบเลขอะตอม ของธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๓)	รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และแต่ละระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับ พลังงานย่อยซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และ อิเล็กตรอนจะจัดเรียงในออร์บิทัลให้มีระดับ พลังงานต่ำที่สุดสำหรับอะตอมในสถานะพื้น	
	๔. ระบุหมู่ คาบ ความ เป็นโลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ ของธาตุเรฟรี เซนเททึฟและธาตุ แทรนซิชันในตารางธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๔)	• ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลข อะตอมและสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และ คาบโดยอาจแบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุ โลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจ แบ่งเป็นกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททึฟและกลุ่ม ธาตุแทรนซิชัน	
	๕. วิเคราะห์ และบอก แนวโน้มสมบัติของธาตุ เรฟรีเซนเททึฟตามหมู่ และตามคาบ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๕)	• ธาตุเรฟรีเซนเททึฟในหมู่เดียวกันมีจำนวน เวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ใน คาบเดียวกันมีเวเลนซ์-อิเล็กตรอนในระดับ พลังงานหลักเดียวกัน ธาตุเรฟรีเซนเททึฟมี สมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกันตามหมู่ และมี แนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไปตามหมู่และ ตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโตรเนกา-ติวิตี สัม พรรคภาพอิเล็กตรอน	
	๖. บอกสมบัติของธาตุ โลหะแทรนซิชัน และ เปรียบเทียบสมบัติกับ ธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททึฟ (สาระ เคมี ข้อ๑ ม.๔/๖)	• ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์ อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียง กัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวและความ หนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุ โลหะในกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททึฟ เมื่อเกิดเป็น สารประกอบส่วนใหญ่จะมีสี	
	๗. อธิบายสมบัติ และ คำนวณครึ่งชีวิตของ ไอโซโทปกัมมันตรังสี (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๗)	• ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบาง ธาตุ มีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียส ไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทป สามารถแผ่รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสี แอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของ ไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็ระยะเวลาที่ไอโซโทป กัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี	
	๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๘)	• สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม	
	๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิวิอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๙)	• สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิวิอิส โดยการเกิดพันธะเคมี ส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต • พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบ ส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอนและไอออนลบเกิดจากอโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิก ไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็นโครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบจัดเรียงตัวต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติ	
	๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๐)	• สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็นองค์ประกอบ • การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบสำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่าต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะด้วย	
	๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา	• ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้ง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	การเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๑)	ที่เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานและคายพลังงานซึ่งแสดงได้ด้วย วัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน	
	๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๒)	• สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลาย อิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลายในน้ำจะนำไฟฟ้า • สารละลายของสารประกอบ ไอออนิกแสดงสมบัติความเป็นกรด-เบส ต่างกัน สารละลายของสารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และสารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส	
	๑๓. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๓)	• ปฏิกิริยาของสารประกอบ ไอออนิกสามารถเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิกสุทธิโดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออนส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ทำปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น	
	๑๔. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๔)	• พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สารโคเวเลนต์ พันธะโคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วยโครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมด้วยจุด	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๕. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๕)	- สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ โดยทั่วไปเขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับตามค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีจากน้อยไปมากโดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุที่มีมากกว่า ๑ อะตอมในโมเลกุล - การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำได้โดยเรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยมีคำนำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ	
	๑๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๖)	- ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะและชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้ โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดมีค่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสที่เหมาะสมได้มากกว่า ๑ โครงสร้าง ที่เรียกว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ - พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา ซึ่งได้จากผลต่างของพลังงานพันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์	
	๑๗. คาคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๗)	รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ อาจพิจารณาโดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางโมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นผลรวมปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้วของแต่ละพันธะตามรูปร่างโมเลกุล	
	๑๘. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุด	แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็นแรงแผ่กระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้วและพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้สารโคเว	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	หลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของ สารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔/๑๘)	เลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำกว่าสารประกอบไอออนิก เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก • สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มี จุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ และไม่ละลายในน้ำ สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตกตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย-นอนอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้จากสารที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์จะมีสมบัติเป็นกรด	
	๑๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของ สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔/๑๙)	• สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่องเป็นโครงร่างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายที่มีธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอยู่รูปแบบต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์	
	๒๐. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔/๒๐)	• พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่วทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอนในนิวเคลียสทุกทิศทาง • โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถตีเป็นแผ่นหรือดัดเป็นเส้นได้ นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง	
	๒๑. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของ สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก	• สารประกอบไอออนิก สาร โคเวเลนต์ และโลหะมีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	นิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๒๑)		
สาระเคมี ข้อ๓ ม. ๔	๑. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๑)	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี เช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลองการกำจัดสารเคมี	
	๒. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๒)	• อุปกรณ์และเครื่องมือซึ่ง ตวง วัดแต่ละชนิดมีวิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการวัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงและ ความแม่นยำในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมีการเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการอย่างเหมาะสม	
	๓. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียนรายงานการทดลอง (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๓)	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผนการทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูลสรุปและวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูล และการเขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้องโดยการทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์	
	๔. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๔)	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจระบุอยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกัน จึงมีการกำหนดหน่วยในระบบเอสไอให้เป็นหน่วยสากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยเพื่อให้เป็นหน่วยสากล สามารถทำได้ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๖ รายวิชา เคมี๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	ความปลอดภัย และทักษะใน ปฏิบัติการเคมี	สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔ ๑. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑) ๒. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๒) ๓. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียนรายงานการทดลอง (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๓) ๔. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๔)	๑. การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี เช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลอง การกำจัดสารเคมี ๒. อุปกรณ์และเครื่องมือซึ่ง ตวง วัดแต่ละชนิดมีวิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการวัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงและ ความแม่นยำในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมีการเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการอย่างเหมาะสม ๓. การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผนการทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุปและวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูล และการเขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง โดยการทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ๔. การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจจะบออยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกัน จึงมีการกำหนดหน่วยในระบบเอสไอให้เป็นหน่วย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
			สากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยเพื่อให้เป็นหน่วยสากล สามารถทำได้ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
๒	อะตอมและ สมบัติของธาตุ	สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔ ๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑) ๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒) ๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก และระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๓)	๑. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอม และเสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และ ผลการทดลอง ๒. แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมา ทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาคประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวกที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลางอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โบร์เสนอว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียส โดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส ๓. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๔. ระบุมุม คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรฟรี เซนเททึฟและธาตุแทรนซิชันใน ตารางธาตุ (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๔) ๕. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้ม สมบัติของธาตุเรฟรีเซนเททึฟตาม หมู่และตามคาบ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๕) ๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรน ซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับ ธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเท ทึฟ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๖) ๗. อธิบายสมบัติ และคำนวณครึ่ง ชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๗)	และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของ จำนวนโปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มี จำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวน นิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป ๔. การศึกษาสเปกตรัมการ เปล่งแสงของอะตอมแก๊ส ทำให้ ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลัก ต่าง ๆ และแต่ละระดับพลังงาน หลักยังแบ่งเป็นระดับพลังงานย่อย ซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอนจะจัดเรียงในออร์ บิทัลให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุด สำหรับอะตอมในสถานะพื้น ๕. ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียง ธาตุตามเลขอะตอมและสมบัติที่ คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบโดย อาจแบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่ม ธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจแบ่งเป็นกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททึฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน ๖. ธาตุเรฟรีเซนเททึฟในหมู่ เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์ อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ใน คาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนใน ระดับพลังงานหลักเดียวกัน ธาตุ เรฟรีเซนเททึฟมีสมบัติทางเคมี คล้ายคลึงกันตามหมู่ และมี แนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไป ตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาด อะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่าง การนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้ง ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๘)	ไนเซชัน อิเล็กโทรเนกาติวิตีสัม พรรคาพออิเล็กตรอน ๗. ธาตุทรานซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรพรีเซนต์เมทัล เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่จะมีสี ๘. ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุ มีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียสไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของ ไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแต่ละ ไอโซโทปกัมมันตรังสี ๙. สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม
๓	พันธะเคมี	สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔ ๑. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุด	๑. สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ของลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๙) ๒. เขียนสูตร และเรียกชื่อ สารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๐) ๓. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับ ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอ ออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๑)	สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส โดย การเกิดพันธะเคมี ส่วนใหญ่เป็นไป ตามกฎออกเตต ๒. พันธะไอออนิกเกิดจากการยึด เหนี่ยวระหว่างประจุไฟฟ้าของ ไอออนบวกกับไอออนลบส่วนใหญ่ ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสีย อิเล็กตรอนและไอออนลบเกิดจาก อโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบ ที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบ ไอออนิกไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็น โครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออน บวกและไอออนลบจัดเรียงตัว ต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติ ๓. สารประกอบไอออนิกเขียน แสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุ ที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตาม ด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่าง ต่ำของจำนวนไอออนที่เป็น องค์ประกอบ ๔. การเรียกชื่อสารประกอบไอ ออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวก แล้วตามด้วยชื่อไอออนลบ สำหรับ สารประกอบไอออนิกที่เกิดจาก โลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะ ด้วย ๕. ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอ ออนิกจากธาตุเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา เคมีหลายขั้นตอน มีทั้งที่เป็น ปฏิกิริยาคูดพลังงานและคาย พลังงาน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๔. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๒) ๕. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๓) ๖. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๔) ๗. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๕)	ซึ่งแสดงได้ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน ๖. สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลายในน้ำจะนำไฟฟ้า ๗. สารละลายของสารประกอบไอออนิกแสดงสมบัติความเป็นกรด-เบส ต่างกัน สารละลายของสารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และสารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส ๘. ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก สามารถเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิกสุทธิ โดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออน ส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ทำปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ๙. พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สารโคเว

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๘. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบ ความยาวพันธะและพลังงาน พันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้ง คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับ ปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จาก พลังงานพันธะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๖) ๙. คาคะเนรูปร่างโมเลกุล โคเว เลนต์ โดยใช้ทฤษฎีการผลัก ระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเว เลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๗) ๑๐. ระบุนิคมของแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และ เปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุด	เลนต์ พันธะโคเวเลนต์เกิดได้ทั้ง พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วย โครงสร้างลิวอิส โดยแสดง อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยจุดหรือ เส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดด เดี่ยวของแต่ละอะตอมด้วยจุด ๑๐ สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ โดยทั่วไปเขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ ของธาตุเรียงลำดับตามค่าอิเล็ก โทรเนกาติวิตีจากน้อยไปมากโดยมี ตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุ ที่มีมากกว่า ๑ อะตอมในโมเลกุล ๑๑. การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำ ได้โดยเรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดย มีคำนำหน้าระบุจำนวนอะตอมของ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ๑๒. ความยาวพันธะและพลังงาน พันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิด ของอะตอมคู่ร่วมพันธะและชนิด ของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะ และพลังงานพันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้ โมเลกุลโคเวเลนต์บาง ชนิดมีค่าความยาวพันธะและ พลังงานพันธะแตกต่างจากของ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียน โครงสร้างลิวอิสที่เหมาะสมได้ มากกว่า ๑ โครงสร้าง ที่เรียกว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ ๑๓. พลังงานพันธะนำมาใช้ในการ คำนวณพลังงานของปฏิกิริยา ซึ่งได้

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		เดือด และการละลายน้ำของสาร โคเวเลนต์ (สาระเคมี ข้อ๑ ม. ๔/๑๘) ๑๑. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย สมบัติของสารโคเวเลนต์โครงสร้าง ตาข่ายชนิดต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๑๙) ๑๒. อธิบายการเกิดพันธะโลหะ และสมบัติของโลหะ (สาระเคมี ข้อ๑ ม.๔/๒๐)	จากผลต่างของพลังงานพันธะรวม ของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์ ๑๔. รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ อาจพิจารณาโดยใช้ทฤษฎีการผลัก ระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รอบอะตอมกลางโมเลกุลโคเวเลนต์ มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว สภาพ ขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็น ผลรวมปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้ว ของแต่ละพันธะตามรูปร่างโมเลกุล ๑๕. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ซึ่งอาจเป็น แรงแผ่กระจายลอนดอน แรง ระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุด หลอมเหลว จุดเดือด และการ ละลายน้ำของสาร นอกจากนี้สาร โคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุด หลอมเหลวและจุดเดือดต่ำกว่า สารประกอบไอออนิก เนื่องจากแรง ยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อย กว่าพันธะไอออนิก ๑๖. สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุด หลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ และไม่ ละลายในน้ำ สำหรับสารโคเวเลนต์ ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตก ตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จาก สารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนจะไม่นำ ไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย-นอนอิ เล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้ จากสารที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำ ไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย อิเล็กโทรไลต์ สารละลายของ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๑๓. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๔/๒๑)	สารประกอบคอลลอยด์และออกไซด์ จะมีสมบัติเป็นกรด ๑๗. สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุล ขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่องเป็นโครงร่างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายที่มีธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอิทธิพลต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์ ๑๘. พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่วทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอนในนิวเคลียสทุกทิศทาง ๑๙. โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ๒๐. สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะมีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๖ รายวิชา เคมี๖
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี	๖
๒	อะตอมและสมบัติของธาตุ	๒๔
๓	พันธะเคมี	๓๐
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๗ รายวิชา เคมี๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ ๑ อะตอม มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตรของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊ส ที่ STP มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี ศึกษาหน่วยและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ความเข้มข้นหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลาลิตี เศษส่วนโมล การทดลองเตรียมสารละลาย การเปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี ความหมายของสมการเคมี การดุลสมการเคมี ศึกษาสมบัติของระบบปิด และระบบเปิด ศึกษาและฝึกคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นไปตามกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ ศึกษาทดลองและคำนวณปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีตามกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร ศึกษาและฝึกคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีนั้น ๆ และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ สารกำหนดปริมาณ การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีของแก๊ส ผลได้ร้อยละ

เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจตรวจสอบขอมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ เพื่อให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๗ รายวิชา เคมี๗
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๑)
๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๒)
๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๓)
๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๔)
๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๕)
๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๖)
๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๗)
๘. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๕)
๙. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๖)
๑๐. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๗)
๑๑. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๘)
๑๒. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๙)
๑๓. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๐)
๑๔. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือด และจุดเยือกแข็งของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๑)

รวมทั้งหมด ๑๔ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๗ รายวิชา เคมี๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๔	๑. แปลความหมาย สัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของ ปฏิกิริยาเคมี บางชนิด (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๔/๑)	•ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่ เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่ เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วย สมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้ง ต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการ เกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมี สัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่ เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี •การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลข สัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ อะตอมของธาตุในสาร ตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เท่ากัน	
	๒. คำนวณปริมาณของสาร ในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับมวลสาร (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๔/๒) ๓. คำนวณปริมาณของสาร ในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับความเข้มข้นของ สารละลาย (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๔/๓) ๔. คำนวณปริมาณของสาร ในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับปริมาตรแก๊ส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๔/๔)	• การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมี ความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการ เคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสารใน ปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้น ของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้	
	๕. คำนวณปริมาณของสาร ในปฏิกิริยาเคมีหลาย ขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ๒ ม. ๔/๕)	• ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จาก เลขสัมประสิทธิ์ของสมการ เคมีรวม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๖. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่างๆ ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๖)	ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา	
	๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๗)	ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบกับผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎี เป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ	
สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔	๘. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๕)	- มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ ๑ อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนแต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอน และนิวตรอน ดังนั้นมวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน - มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุชนิดนั้นตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ - มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น	
	๙. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๖)	โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาคมวลของสาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่ามวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ ๒๒.๔ ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP	
	๑๐. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๗)	สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วนคงที่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๑. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๘)	สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้	
	๑๒. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๙)	สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมล	
	๑๓. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๐)	การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ	
	๑๔. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๑๑)	สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของ ตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๗ รายวิชา เคมี๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๔	โมลและสูตร เคมี	สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔ ๑. บอกความหมายของมวล อะตอมของธาตุ และคำนวณมวล อะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และ มวลสูตร (สาระเคมี ข้อ๓ ม.๔/๕) ๒. อธิบาย และคำนวณปริมาณใด ปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของ โมล จำนวนอนุภาค มวล และ ปริมาตรของแก๊สที่ STP (สาระ เคมี ข้อ๓ ม.๔/๖) ๓. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของ ธาตุองค์ประกอบของสารประกอบ	๑. มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวล ของธาตุ ๑ อะตอม ซึ่งเป็นผลรวม ของมวลโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอน มีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับ โปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นมวล อะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวม ของมวลโปรตอนและนิวตรอน ๒. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็น ค่าเฉลี่ยจากค่า มวลอะตอมของแต่ละ ไอโซโทปของธาตุนั้นๆ ตาม ปริมาณที่มีในธรรมชาติ ๓. มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็น ผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น ๔. โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวน อนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาคมวลของ สาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลข เท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับ สารที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมี ปริมาตรเท่ากับ ๒๒.๔ ลูกบาศก์ เดซิเมตร ที่ STP สารใดสามารถทำ ได้ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยน หน่วย ๕. สารประกอบเกิดจากการรวมตัว ของธาตุ ตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมี อัตราส่วนโดยมวลของธาตุ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ตามกฎสัดส่วนคงที่ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๗) ๔. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๘)	องค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วนคงที่ ๖. สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่าย คำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสาร จะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้
๕	สารละลาย	สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔ ๑. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๙) ๒. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๑๐) ๓. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๔/๑๑)	๑. สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลาลิตี และเศษส่วนโมล ๒. การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ ๓. สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของ ตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๖	ปริมาณสัมพันธ์	สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔ ๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๑) ๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๒) ๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๓) ๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๔) ๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ๒ ม.๔/๕) ๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ใน	๑. ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสารหรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในกาเกิดปฏิกิริยาเคมี ๒. การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอมของธาตุในสาร ตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน ๓. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้ ๔. ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม ๕. ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		ปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ๒ ม. ๔/๖) ๗. คำนวณผลได้ร้อยละของ ผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี (สาระ เคมี ข้อ๒ ม.๔/๗)	ปฏิกิริยาหมุดก่อน เรียกว่าสาร กำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่ กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำ ปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา ๖. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงใน ปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณ น้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎีซึ่ง ค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ ตามทฤษฎี เป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๗ รายวิชา เคมี๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๔	โมลและสูตรเคมี	๑๕
๕	สารละลาย	๑๘
๖	ปริมาณสัมพันธ์	๒๗
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ รายวิชา เคมี๔
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความดัน อุณหภูมิและปริมาตรของแก๊ส และคำนวณหาปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎรวมแก๊ส ศึกษาและคำนวณความดัน ปริมาตร จำนวนโมล มวล และอุณหภูมิของแก๊สตามกฎแก๊สสมบูรณ์ ศึกษาทดลองการแพร่และอัตราการแพร่ของแก๊ส การคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทดลองเพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารจากกราฟ ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีจลน์และการชนกันของอนุภาค การเกิดสารเชิงซ้อนแก๊สแก๊สแก๊ส พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาและ ตัวหน่วงปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา และการใช้ทฤษฎีจลน์อธิบายผลของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ การเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับและปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ทดลองเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุลระหว่างสถานะ สมดุลในสารละลายอิมิตัว สมดุลไดนามิก ศึกษาและทดลองสมดุลเคมีในปฏิกิริยา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี คำนวณหาค่าคงที่ของสมดุลและหาความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุล ทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้น ความดัน อุณหภูมิต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุล หลักของเลอชาเตอลิเอและการนำหลักของเลอชาเตอลิเอไปใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม กระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา

มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ รายวิชา เคมี๘
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๑)
๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๒)
๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๓)
๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๔)
๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของ เกรแฮม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๕)
๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๖)
๗. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑)
๘. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒)
๙. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓)
๑๐. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๔)
๑๑. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๕)
๑๒. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๖)
๑๓. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๗)
๑๔. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๘)
๑๕. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๙)
๑๖. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)
๑๗. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)

๑๘. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์ (สารเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)

๑๙. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรัชญาการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม (สารเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)

รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๘ รายวิชา เคมี๘
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕	๑. อธิบายความสัมพันธ์และ คำนวณปริมาตรความดัน หรือ อุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎ ของ เกย์-ลูสแซก (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๑) ๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรือ อุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๒)	พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของ แก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของ ชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้	
	๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของ แก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของ อาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๓)	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวน โมลหรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ ด้วยกฎของอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และ จำนวน โมลของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊ส อุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณ และการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้อง กับจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้	
	๔. คำนวณความดันย่อยหรือ จำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๔)	ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็น แก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำ ปฏิกิริยากันความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปร ผันตามเศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊ส ผสมตามกฎความดันย่อยของดอลตัน	
	๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและ เปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของ แก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเก รแฮม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๕)	แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊ส อธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิ เดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับ มวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊ส เป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวล โมเลกุลของแก๊ส สัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่าน ของเกรแฮม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๖)	• สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	
สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕	๗. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำกรวัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑) ๘. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒)	• ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์	
	๙. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓)	• ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของ สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทาง การชน และพลังงานที่เกิดจากการชน	
	๑๐. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๔) ๑๑. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๕)	• อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	
	๑๒. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๖)	• ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๓. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้ และภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๗) ๑๔. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๘)	• ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุล ที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ เรียกว่า สมดุลพลวัต	
	๑๕. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๙) ๑๖. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๐)	• ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วย ค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง	
	๑๗. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)	• ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คุณ และหากมีการกลับข้างสมการให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร	
	๑๘. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๒)	• เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง	
	๑๙. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๓)	• ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๘ รายวิชา เคมี๘

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๗	แก๊สและสมบัติ ของแก๊ส	สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕ ๑. อธิบายความสัมพันธ์และ คำนวณปริมาตรความดัน หรือ อุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของ เกย์-ลูสแซก (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๑) ๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรือ อุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๒) ๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของ แก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของ อาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๓) ๔. คำนวณความดันย่อยหรือ จำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอล ตัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๔) ๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและ เปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของ	๑. พฤติกรรมของแก๊ส และ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎ ของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และ กฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรือ อุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้ ๒. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎของ อาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวน โมลของแก๊ส อธิบายได้ ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถ นำมาใช้ในการคำนวณและการ อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้อง กับจำนวน โมลของแก๊สที่ภาวะ ต่าง ๆ ได้ ๓. ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่ รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊ส ในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากันความ ดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตาม เศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊ส ผสมตามกฎความดันย่อยของดอล ตัน ๔. แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ ของแก๊สอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		แก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๕) ๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๕/๖)	ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส สัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ๕. สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
๘	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕ ๑. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑) ๒. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒) ๓. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓) ๔. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๔)	๑. ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ ๒. ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของ สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชน และพลังงานที่เกิดจากการชน ๓. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๕. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๕) ๖. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๖)	๔. ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม
๙	สมดุลเคมี	สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕ ๑. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๗) ๒. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๘) ๓. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๙) ๔. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๐) ๕. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๑)	๑. ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่าปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุล ที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ เรียกว่า สมดุลพลวัต ๒. ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วย ค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๓. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๖. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล และค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๑๒) ๗. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๑๓)	สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และหากมีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร ๔. เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเอ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง ๕. ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๘ รายวิชา เคมี๘
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการ เรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๗	แก๊สและสมบัติของแก๊ส	๑๗
๘	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	๒๐
๙	สมดุลเคมี	๒๓
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๙ รายวิชา เคมี๙
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาและทดลองสมบัติบางประการของสารละลายอิเล็กโทรไลต์และสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ประเภทของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ศึกษาไอออนในสารละลาย กรด และเบส ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเต็ด-ลาวรี และลิวอิส ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการถ่ายโอนโปรตอนของสารละลายกรด-เบส ศึกษาคู่กรด-เบส การคำนวณและการเขียนสมการการแตกตัวของกรด-เบส การคำนวณค่าคงที่การแตกตัวเป็นไอออนของกรดอ่อนและเบสอ่อน ศึกษาและทดลองการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ การคำนวณค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ pH ของสารละลาย และการคำนวณค่า pH อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส สารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวันและในสิ่งมีชีวิต ศึกษาและทดลองเรื่องปฏิกิริยาสะเทินและปฏิกิริยาการเกิดเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดกับสารละลายเบส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ ศึกษาเกี่ยวกับการไทเทรตสารละลายกรด-เบส การเขียนกราฟและการหาจุดสมมูลจากกราฟของการไทเทรต และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรด-เบส ศึกษาหลักการเลือกใช้อินดิเคเตอร์สำหรับไทเทรตกรด-เบส การประยุกต์ความรู้เรื่องการไทเทรตไปใช้ในชีวิตประจำวัน ศึกษาและทดลองสมบัติความเป็นบัฟเฟอร์ของสารละลาย ศึกษาทดลองการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน ศึกษาทดลองการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน ศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชันปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ ตัวออกซิไดซ์ การเขียนและดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยา ศึกษาเซลล์ไฟฟ้าเคมี ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับหลักการของเซลล์กัลวานิก ศึกษาการเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก การหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ปฏิกิริยาในเซลล์กัลวานิกประเภทเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิบางชนิด ทดลองเพื่อศึกษาหลักการสร้างและการทำงานของเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ศึกษาหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติกและทดลองการแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าตามหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ศึกษาการแยกสารที่หลอมเหลวด้วยไฟฟ้า ศึกษาและทดลองชุบ โลหะด้วยกระแสไฟฟ้าศึกษาวิธีการทำให้โลหะบริสุทธิ์ การถลุงแร่ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการฟุกร่อนและการป้องกันการฟุกร่อนของโลหะ ศึกษาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์

มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๙ รายวิชา เคมี๙
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๔)
๒. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๕)
๓. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๖)
๔. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๗)
๕. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๘)
๖. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๙)
๗. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ การไทเทรตกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๐)
๘. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๑)
๙. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๒)
๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๓)
๑๑. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๔)
๑๒. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๕)
๑๓. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๖)
๑๔. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๗)
๑๕. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทดปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๘)
๑๖. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ชั่วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๙)
๑๗. อธิบายหลักการทํางาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๐)
๑๘. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๑)
๑๙. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๒) **รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้**

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๙ รายวิชา เคมี๙
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕	๑. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๔)	• สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี หรือลิวอิส	
	๒. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๕)	• ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี เมื่อกรดหรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น จะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้นที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของสารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมีโปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน	
	๓. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๖)	• กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อนหรือเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย โดยความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดหรือเบสอาจพิจารณาได้จากค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส	
	๔. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๗)	• น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียสแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออนและ ไฮดรอกไซด์ไอออนที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ เท่ากับ 1.0×10^{-14} • เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายแสดงได้ด้วยค่า pH ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน โดยสารละลายกรดมีความ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนมากกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตรหรือมีค่า pH น้อยกว่า ๗ ส่วนสารละลายเบสมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนน้อยกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า ๗	
	๕. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๑๘) ๖. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๙)	- ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลายที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อนและเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส - เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จาก การสะเทินของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส	
	๗. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๐)	การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดิกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดิกันเรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติ จุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล	
	๘. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๑)	ปริมาณกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดิกันจากการไทเทรตกรด – เบส สามารถนำไปคำนวณความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบความเข้มข้นได้	
	๙. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลาย	สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือเบส	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	บัฟเฟอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๒)	อ่อนกับเกลือของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติมกรด เบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่าสารละลายทั่วไป สมบัติเฉพาะของสารละลายบัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
	๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๓)	• ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์	
	๑๑. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๔)	• เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดงประจุไฟฟ้า หรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุ เรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์	
	๑๒. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง เลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียน ครึ่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันและ ครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของ ปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๕)	• ปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์	
	๑๓. ทดลอง และเปรียบเทียบ ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๖)	• การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผลการทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์	
	๑๔. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการ ใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่ง	• ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๗)		
	๑๕. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๘)	เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้า สามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์	
	๑๖. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (สาระเคมี ข้อ ๒ ม. ๕/๒๙)	ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า เซลล์กัลวานิก แต่ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ไม่สามารถเกิดได้เอง ต้องมีการให้กระแสไฟฟ้าจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก	
	๑๗. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๐)	เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ปฐมภูมิไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้	
	๑๘. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทำงานเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกัน	เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	การกัดกร่อนของโลหะ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๑)		
	๑๙. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๒)	• ปฏิบัติกิจกรรมหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรม ด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๙ รายวิชา เคมี๙
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑๐	กรด - เบส	สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕ ๑. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๔) ๒. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๕) ๓. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๖) ๔. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๗)	๑. สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี หรือลิวอิส ๒. ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี เมื่อกรดหรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น จะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้นที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของสารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมีโปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน ๓. กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อนหรือเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย โดยความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดหรือเบสอาจพิจารณาได้จากค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส ๔. น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียสแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออนและ ไฮดรอกไซด์ไอออนที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7}

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๕. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๘) ๖. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๑๙) ๗. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ การไทเทรตกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๐)	๗ โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ เท่ากับ 1.0×10^{-14} ๕. เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายแสดงได้ด้วยค่า pH ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน โดยสารละลายกรดมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนมากกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH น้อยกว่า ๗ ส่วนสารละลายเบสมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนน้อยกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า ๗ ๖. ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลายที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อนและเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส ๗. เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จาก การสะเทินของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส ๘. การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกัน เรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติ จุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๘. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๑) ๙. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๒) ๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๓)	สังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล ๙. ปริมาณกรดและเบสที่ทำให้ปฏิกิริยาพอดีกันจากการไทเทรตกรด – เบส สามารถนำไปคำนวณความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบความเข้มข้นได้ ๑๐. สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติมกรดเบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่าสารละลายทั่วไป สมบัติเฉพาะของสารละลายบัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ๑๑. ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสสามารถนำมาใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์
๑๑	เคมีไฟฟ้า	สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕ ๑. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๔)	๑. เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๒. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๕) ๓. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๖) ๔. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๗) ๕. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๘) ๖. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ชั่วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๒๙)	ประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุ เรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์ ๒. ปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์ ๓. การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผลการทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์ ๔. ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา ๕. เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วย แอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้า สามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์ ๖. ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวกแสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่ง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๗. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๐) ๘. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทำงานเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๑) ๙. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๒ ม.๕/๓๒)	ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า เซลล์กัลวานิก แต่ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ไม่สามารถเกิดได้เอง ต้องมีการให้กระแสไฟฟ้าจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก ๗. เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ปฐมภูมิไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้อีก ๘. เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ ๙. ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรม ด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๙ รายวิชา เคมี๙
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๐	กรด - เบส	๓๕
๑๑	เคมีไฟฟ้า	๒๕
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๓๐ รายวิชา เคมี๑๐
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาความหมายของสารประกอบอินทรีย์และเคมีอินทรีย์ การเขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส แบบย่อ แบบเส้นพันธะ ศึกษาทดลองการเกิดไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับหมู่ อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะหรือหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลของสาร ศึกษาหมู่ฟังก์ชัน การจำแนกประเภทของ สารประกอบอินทรีย์ ศึกษาโครงสร้าง การเขียนสูตร การเรียกชื่อ แนวโน้มของจุดหลอมเหลวและจุดเดือด การละลายในน้ำ ปฏิกริยาบางชนิด การนำไปใช้ประโยชน์ และอันตรายของสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลคีน แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอมีนและเอไมด์ ศึกษาและทดลองสมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน การเตรียมเอสเทอร์จาก ปฏิกริยาที่เรียกว่าเอสเทอร์ฟิเคชันและปฏิกริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์ ศึกษาประเภทของพอลิเมอร์และ ปฏิกริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ ศึกษาสมบัติของ ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ประเภทต่าง ๆ ศึกษาทดลองสมบัติและประโยชน์พลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง การ ปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์และผลกระทบจากการใช้ การนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม และปลอดภัย มลพิษที่อาจเกิดขึ้น และแนวทางในการป้องกัน รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการ อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการ ตัดสินใจ แก้ปัญหา

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๓๐ รายวิชา เคมี๑๐
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑)
๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นพันธะของสารประกอบอินทรีย์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๒)
๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๓)
๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๔)
๕. ทดลองและเขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๕)
๖. ทดลอง วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๖)
๗. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือทดลองปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๗)
๘. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๘)
๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๙)
๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๐)
๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๑)
๑๒. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๒)
๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๓)
๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๔)
๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๕)
๑๖. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๑)

๑๗. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๒)
๑๘. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๓)
๑๙. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๔)

รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๓๐ รายวิชา เคมี๑๐
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑๒	เคมีอินทรีย์	สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖ ๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอ ตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑) ๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นพันธะของสารประกอบอินทรีย์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๒) ๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๓) ๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๔)	๑. สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม นอกจากนี้ยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่น ๆ ได้อีกด้วย และมีการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ๒. โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แสดงได้ด้วย สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ หรือสูตรโครงสร้างแบบเส้นพันธะ ๓. สารประกอบอินทรีย์มีหลายประเภท การพิจารณาประเภทของสารประกอบอินทรีย์อาจใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ได้เป็นแอลเคน แอลคีน แอลคีน อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอไมด์ ๔. การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลคีน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ และเอไมด์จะเรียกตาม

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๕. ทดลองและเขียนไอโซเมอร์ โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๕) ๖. ทดลอง วิเคราะห์ และ เปรียบเทียบจุดเดือดและการ ละลายในน้ำของสารประกอบ อินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาด โมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๖) ๗. ระบุประเภทของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนและเขียน ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือ ปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกานेट (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๗) ๘. เขียนสมการเคมีและอธิบาย การเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยา สะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๘) ๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และ ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๙) ๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอ ตัวอย่างการนำสารประกอบ	ระบบ IUPAC หรืออาจเรียกโดยใช้ ชื่อสามัญ ๕. ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตร โมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติ แตกต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ซีม และเรียกสารแต่ละชนิดว่า ไอโซเมอร์ ไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุล เหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้าง ต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ โครงสร้าง ๖. สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือ โครงสร้างของสารต่างกันจะมีจุด เดือดและ การละลายในน้ำต่างกัน สำหรับการละลายของสารพิจารณา ได้จากความมีขั้วของตัวละลายและ ตัวทำละลาย โดยสารสามารถ ละลายได้ใน ตัวทำละลายที่มีขั้ว ใกล้เคียงกัน ๗. สารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยา การเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน และปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกานेट จะให้ผลของปฏิกิริยา ต่างกัน จึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ใน การจำแนกประเภทของ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ ๘. กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับ แอลกอฮอล์ได้เป็นเอสเทอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเอมีนเกิดเป็นเอไมด์ เอสเทอร์และเอไมด์สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		อินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๐)	ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์ใน เบสแอลคาไล เรียกว่า ปฏิกิริยาสะ ปอนนิฟิเคชัน ๙. สารประกอบอินทรีย์สามารถ นำไปใช้ประโยชน์ ได้มากมายใน ชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำไปใช้เป็น สารตั้งต้นและตัวทำละลายใน อุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและพลังงาน อุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมเกษตร
๑๓	พอลิเมอร์	สาระเคมี ข้อ๑ ม.๖ ๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการ เกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของ มอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ (สาระ เคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๑) ๒. วิเคราะห์ และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง และสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๒) ๓. ทดสอบ และระบุประเภทของ พลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๓)	๑. พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยหน่วย ย่อยที่เรียกว่า มอนอเมอร์ เชื่อมต่อกัน ด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยมีทั้ง พอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์ สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิ เมอร์ อาจเป็นปฏิกิริยาแบบ ควบแน่นหรือปฏิกิริยาแบบเติม ขึ้นอยู่กับหมู่ฟังก์ชันและโครงสร้าง ของมอนอเมอร์ ๒. พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกัน อาจเป็นโครงสร้าง แบบเส้น แบบ กิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิด ของมอนอเมอร์และภาวะของ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ซึ่ง โครงสร้างของพอลิเมอร์ส่งผลต่อจุด หลอมเหลว ความหนาแน่น ความ เปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่น จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่าง หลากหลาย ๓. พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้ว สามารถนำกลับมา ขึ้นรูปใหม่ได้

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์ (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๔) ๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข (สาระเคมี ข้อ ๑ ม.๖/๑๕)	เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่ง ส่วนพอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว จึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอเซต มีโครงสร้างแบบร่างแห พลาสติกมีทั้งที่เป็นพอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติกและพอลิเมอร์เทอร์มอเซต ผลิตภัณฑ์บางเป็นพอลิเมอร์เทอร์มอเซต ซึ่งทำให้มีสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน ๔. การปรับเปลี่ยนโครงสร้างหรือการสังเคราะห์ พอลิเมอร์ เช่น วัลคาไนเซชัน การสังเคราะห์ โคพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้า เป็นการปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น ๕. การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข
๑๔	เคมีกับการ แก้ปัญหา	สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖ ๑. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๑) ๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะ	๑. สถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม สามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้ ๒. การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ หรือประเด็นที่สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ ทาง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
		กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๒) ๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๓) ๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ (สาระเคมี ข้อ ๓ ม.๖/๔)	เคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้งคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ๓. การนำเสนองานหรือแสดงผลงาน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ผลงาน รวมทั้งเพิ่มโอกาสในการพัฒนางานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือประกอบการนำเสนอ ซึ่งจะทำการสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น ๔. การสัมมนา การประชุมวิชาการ หรือการร่วมแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ เป็นโอกาสเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนความคิด แสดงทัศนคติ ต่อกรณีศึกษา สถานการณ์ หรือประเด็นสำคัญทางเคมี ซึ่งช่วยส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยี เพื่อการค้นคว้าและการสื่อสาร ซึ่งสามารถทำได้หลายระดับ โดยอาจเป็นระดับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียน ชุมชน ระดับชาติ หรือนานาชาติ

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๓๐ รายวิชา เคมี๑๐
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๒	เคมีอินทรีย์	๓๐
๑๓	พอลิเมอร์	๑๘
๑๔	เคมีกับการแก้ปัญหา	๑๒
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑	รายวิชา ชีววิทยา ๑	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ลักษณะจำเพาะของสิ่งมีชีวิต แขนงวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาและการใช้ความรู้ทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ชีววิทยากับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ความตระหนักในเรื่องชีวจริยธรรม การศึกษาชีววิทยาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการศึกษาวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ศึกษาเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ศึกษาส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง หลักการทำงาน วิธีกรใช้รวมทั้งการดูแลและเก็บรักษา ศึกษาโครงสร้างของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจระดับเซลล์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เซลล์สร้างพลังงานจากการสลายสารอาหารสำหรับนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆของเซลล์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปรายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีทักษะเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรมคุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑	รายวิชา ชีววิทยา ๑	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่างๆที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต
๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกและระบุชนิดของกรดนิวคลีอิก และความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต
๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง
๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์
๑๓. อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของนิวเคลียส
๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต
๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส
๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส จากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส
๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์
๑๘. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและฟลานาเรีย

๑๙. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหาร
ภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์
 ๒๐. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ
และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ
- รวม ๒๐ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑ รายวิชา ชีววิทยา ๑
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระชีววิทยา ข้อ ๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็น	๑. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้	- สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงานมีการเจริญเติบโต มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์ มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่างๆ อย่างเป็นระบบสิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต - การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ และสิ่งมีชีวิต ตามลำดับ	
องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	- วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถาม ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล - การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความรู้จากแขนงวิชาต่างๆ ของชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นๆที่เกี่ยวข้อง และควรคำนึงถึงชีวจริยธรรมและจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง	
	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่างๆที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	- สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน มีสมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดี เก็บความร้อนได้ดี และมีความจุความร้อนสูงซึ่งช่วยรักษาคุณภาพของเซลล์ได้ - ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออนในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุเป็นองค์ประกอบด้วย	
	๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของ	- คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนแบ่งตามขนาดโมเลกุลออกได้เป็น ๓ กลุ่ม คือ มอนอแซ็กคาร์ไรด์ ไดแซ็กคาร์ไรด์ และพอลิแซ็กคาร์ไรด์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	คาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต		
	๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วยกรดคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน บางชนิดอาจมี ธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-ลิพิดประกอบด้วย กรดคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์	
	๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกและระบุชนิดของกรดนิวคลีอิก และความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่านิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ - กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรม ทำหน้าที่เก็บ และถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม มี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA	
	๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	-เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีประกอบด้วยปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วจำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา -เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่ง ถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ -อุณหภูมิ สภาพความเป็นกรด-เบส และตัวยับยั้งเอนไซม์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	
	๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง	-กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์ -กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโออาศัยเลนส์ทำให้เกิดภาพขยาย	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง	-กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยายโดยอาศัยเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอนซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่าน และชนิดส่องกราด -ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงต้องมีวิธีเตรียมที่ถูกต้องและเหมาะสมกับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการศึกษา -กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดซับซ้อน และราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้อย่างถูกวิธี มีการเก็บและรักษาดูแลที่ถูกต้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้นาน	
	๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ ๑๓. อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ ของนิวเคลียส	-เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส -ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือ เยื่อหุ้มเซลล์ แต่ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืชจะมีผนังเซลล์เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง -โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด -ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์ -นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายในมี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด	
	๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิส และการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส	-สารต่างๆมีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่างๆได้แก่ การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต กระบวนการเอกโซไซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส -แก๊สต่างๆเข้าและออกจากเซลล์โดยการแพร่ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยออสโมซิส -ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ จำเป็นต้องอาศัยโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- แอวก์ที่ฟทรานสปอร์ต เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง - สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือลำเลียงผ่านโปรตีนที่เป็นตัวพาจะถูกลำเลียงออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิส - สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบ ได้แก่ พิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ	
	๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส จากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบ	- การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ ประกอบด้วย อินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และการแบ่งไซโทพลาซึม - การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วย ระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และทีโลเฟส - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วยระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I และทีโลเฟส I - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วยระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II แอนาเฟส II และทีโลเฟส II - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้ เซลล์ร่างกายเพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือถูกทำลายไปได้ ส่วนการนิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ - การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้าเข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์	
สาระชีววิทยา ข้อ ๔ เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มี	- ราง มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในพุดแวคิวโอลโดยเอนไซม์ในไลโซโซม - ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์ โดยเอนไซม์ในไลโซโซม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ ๑๘. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและพลาเนเรีย	-ไฮดราและพลาเนเรีย มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ จะกินอาหารและขับกากอาหารออกทางเดียวกัน -ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์	
	๑๙ . อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	-การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และ การย่อยทางเคมีโดยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กจนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ -การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก -สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอยแล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหารประเภทลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดเลือดฝอย -อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วนดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ ที่เหลือเป็นกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก	
สาระชีววิทยา ข้อ ๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้อง	๒๐. อธิบาย เปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ	- การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหารที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือ ไกลโคไลซิส วัฏจักรเครปส์ และกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน - การหายใจระดับเซลล์ พลังงานส่วนใหญ่ได้จากขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP - ในภาวะที่ออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะไกลโคไลซิส ผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และพืชอาจได้กรดแลกติก หรือเอทิลแอลกอฮอล์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
จุลทรรศน์ โครงสร้างและ หน้าที่ของเซลล์			

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑ รายวิชา ชีววิทยา ๑
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑	การศึกษาชีววิทยา	๑.อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้	-สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงานมีการเจริญเติบโตมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์ มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่างๆ อย่างเป็นระบบสิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต -การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ และสิ่งมีชีวิต ตามลำดับ
		๒. อภิปราย และบอก ความสำคัญของการระบุ ปัญหา ความสัมพันธ์ ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบ สมมติฐาน รวมทั้งออกแบบ การทดลองเพื่อตรวจสอบ สมมติฐาน	-วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถาม ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล -การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความรู้จากแขนงวิชาต่างๆ ของชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและควรคำนึงถึงชีวจริยธรรมและจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง
๒	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่าง ธาตุชนิดต่างๆ ที่มี ความสำคัญต่อร่างกาย สิ่งมีชีวิต	-สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน มีสมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดี เก็บความร้อนได้ดี และมีความจุความร้อนสูง ซึ่งช่วยรักษาคุณภาพของเซลล์ได้ -ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออน ในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุเป็นองค์ประกอบด้วย
		๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของ	-คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนแบ่งตามขนาด โมเลกุลออกได้เป็น๓กลุ่ม คือ มอนอแซ็กคาร์ไรด์

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		คาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์
		๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจนบางชนิดอาจมี ธาตุ ฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ
		๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์
		๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกและระบุชนิดของกรดนิวคลีอิก และความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย หน่วยย่อยเรียกว่านิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ - กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรมทำหน้าที่เก็บ และถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม มี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA
		๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	-เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีประกอบด้วยปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วจำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา -เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่ง ถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			-อุณหภูมิ สภาพความเป็นกรด-เบส และตัวยับยั้งเอนไซม์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
๓	เซลล์และการทำงานของเซลล์ของเซลล์	๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง ๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ ๑๓. อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ ของนิวเคลียส	-กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์ -กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโออาศัยเลนส์ทำให้เกิดภาพขยาย -กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยายโดยอาศัยเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอนซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่าน และชนิดส่องกราด -ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงต้องมีวิธีเตรียมที่ถูกต้องและเหมาะสมกับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการศึกษา -กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดซับซ้อน และราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้อย่างถูกวิธี มีการเก็บและรักษาดูแลที่ถูกต้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้นาน -เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส -ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือเยื่อหุ้มเซลล์ แต่ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืชจะมีผนังเซลล์เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง -โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด -ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			-นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายในมี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด
		๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการ เอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการ เอนโดไซโทซิส	-สารต่างๆมีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่างๆ ได้แก่ การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต กระบวนการเอกไซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส -แก๊สต่างๆเข้าและออกจากเซลล์โดยการแพร่ ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยออสโมซิส -ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ จำเป็นต้องอาศัยโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต -แอกทีฟทรานสปอร์ตเป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง -สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือลำเลียงผ่านโปรตีนที่เป็นตัวพาจะถูกลำเลียงออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกไซโทซิส - สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบ ได้แก่ ฟิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ
		๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส	- การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ประกอบด้วย อินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และการแบ่งไซโทพลาซึม - การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			- การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วยระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และทีโลเฟส - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วยระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I และทีโลเฟส I ระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II แอนาเฟส II และทีโลเฟส II - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้เซลล์ร่างกายเพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือถูกทำลายไปได้ - ส่วนการนิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ - การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้าเข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์
๔	ระบบย่อยอาหาร	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบ โครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ ๑๘. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและปลานาเรีย	-รา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในพุดแวคิวโอลโดยเอนไซม์ในไลโซโซม -ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์ โดยเอนไซม์ในไลโซโซม -ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ -ไฮดราและปลานาเรีย มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ จะกินอาหารและขับกากอาหารออกทางเดียวกัน
		๑๙. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	-การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และ การย่อยทางเคมีโดยอาศัยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กจนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ -การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			-สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และ ธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอยแล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วน สารอาหารประเภทลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย -อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามิน บางส่วนดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ ที่เหลือเป็นกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก
๓	เซลล์และการทำงานของเซลล์	๒๐. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ใน	- การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลาย สารอาหารที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือ ไกลโคไลซิส วัฏจักรเครปส์ และ กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน - การหายใจระดับเซลล์ พลังงานส่วนใหญ่ได้จากขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้将被เก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP - ในภาวะที่ออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะ ไกลโคไลซิส ผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และพืช อาจได้กรดแลกติก หรือ เอทิลแอลกอฮอล์

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑ รายวิชา ชีววิทยา ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๑	การศึกษาชีววิทยา ๑.๑ การศึกษาชีววิทยา ๑.๒ ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ๑.๓ การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ๑.๔ กิจกรรมสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	๑๐
๒	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ๒.๑ อะตอม ธาตุและสารประกอบ ๒.๒ น้ำ ๒.๓ สารประกอบคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต ๒.๔ ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	๒๐
๓	เซลล์และการทำงานของเซลล์ ๓.๑ กล้องจุลทรรศน์ ๓.๒ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ๓.๓ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ๓.๔ การหายใจระดับเซลล์ ๓.๕ การแบ่งเซลล์	๒๐
๔	ระบบย่อยอาหาร ๔.๑ การย่อยอาหารของสัตว์ ๔.๒ การย่อยอาหารของมนุษย์	๑๐
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒	รายวิชา ชีววิทยา๒	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซม และสารพันธุกรรม โครงสร้างของ DNA การจำลอง DNA การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA มีวเทชั่น และการเกิดมีวเทชั่น ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ศึกษาเทคโนโลยีทาง DNA พันธุวิศวกรรมและการโคลนนิ่ง การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA และเทคโนโลยีทาง DNA กับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลและกำเนิดสปีชีส์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปรายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีทักษะเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรมคุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒ รายวิชา ชีววิทยา๒
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลองของเมนเดล
๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์ และจีโนไทป์แบบต่างๆของรุ่น F_๑ และ F_๒
๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
๕. อธิบายการถ่ายยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของDNA และสรุปการจำลองDNA
๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของDNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง สารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรค และกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
๑๐. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านจริยธรรม
๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ ฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน
๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีล และจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก
๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒ รายวิชา ชีววิทยา๒
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิทอซิส เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลองของเมนเดล ๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่างๆ ของรุ่น F๑ และ F๒	- เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จนสรุปเป็นกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ - กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่เป็นคู่จะแยกออกจากกันในช่วงการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะมีเพียงอัลลีลใดแอลลีล หนึ่ง - กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมีใจความว่า หลังจากคู่ของแอลลีลแยกออกจากกัน แต่ละแอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอลลีลอื่นๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกัน ในการเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์	
หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตภาวะสมดุลของฮาร์ดีไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่	๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผลการทดลองของเมนเดล เรียกลักษณะเหล่านี้ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น การข้ามไม่สมบูรณ์ การข้ามร่วมกัน มัลติเพิลแอลลีล ยีนบนโครโมโซมเพศ และพอลิยีน - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันชัดเจน เช่น การมีติ่งหู หรือไม่มีติ่งหู ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย และลดหลั่นกันไป เช่น ความสูงและสีผิวของมนุษย์ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่องและสิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการแสดงลักษณะนั้น	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๕.อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	- โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซม และโครโมโซมเพศ - ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม บางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศ - ซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X - เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดโครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดโครอสซิงโอเวอร์	
	๖.สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของDNA และสรุปการจำลองDNA ๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของDNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง สารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล	- DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และG - โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สาย เรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวา โดยการเข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของเบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G - ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโนของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เอนไซม์ และอื่นๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏลักษณะต่างๆได้ - DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบและสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ซึ่งจะมีโครงสร้างและลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA ๓ ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน - RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยว แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G	
	๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรค และกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ และทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต - การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น รังสี และสารเคมี - การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็น การเกิดมิวเทชัน ระดับยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ เป็นผลมาจากการแทนที่คู่เบส - การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไป หรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม เช่น การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งหมด เป็นสาเหตุของการเกิดมิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่มอาการครีดูชาต์ และกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการเทอร์เนอร์ และกลุ่มอาการไคลน์เฟลเตอร์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑๐.อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ๑๑.สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	- การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการมาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติตามที่ต้องการ - เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม โดยการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม	
	๑๒.สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	- หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์ กายภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ และด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล - มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ค้นพบ ละจากการเปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์กับ ไพรเมตอื่นๆ	
	๑๓.อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ ฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	- ฌอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อม โดยอาศัยกฎการใช้และไม่ใช้ และกฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ - ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		มีลักษณะแตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวนหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถมีชีวิตรอดและถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้	
	๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีล และจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	- เมื่อประชาชนอยู่ในภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กโดยประชาชนมีขนาดใหญ ไม่มีการถ่ายเทยีนระหว่างประชากร ไม่เกิดมิวเทชัน สมาชิกทุกตัวมีโอกาสผสมพันธุ์ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือกโดยธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของแอลลีลของลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่รุ่นก็ตาม เป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ - การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีลในประชากร เกิดจากปัจจัยหลายประการนำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ	
	๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	- สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีกประชากรหนึ่งในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้ประชากรทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันและวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ - ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ ๒ แนวทาง คือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์และเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒ รายวิชา ชีววิทยา๒
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๕	การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผล การทดลองของเมนเดล ๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบาย การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสในการ เกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่างๆ ของรุ่น F๑ และ F๒	-เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม โดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จน สรุปเป็นกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการ รวมกลุ่มอย่างอิสระ - กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่ อยู่เป็นคู่จะแยกออกจากกันในช่วงการ สร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละ เซลล์จะมีเพียงอัลลีลใดแอลลีล หนึ่ง - กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมีใจความ ว่า หลังจากคู่ของแอลลีลแยกออกจากกัน แต่ละแอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอล ลีลอื่นๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกัน ในการ เข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์
		๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วน ขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และ เปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่ มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มีการแปรผัน ต่อเนื่อง	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบาง ลักษณะให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผล การศึกษาของเมนเดล เรียกลักษณะ เหล่านี้ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็น ส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น การขมไม่สมบูรณ์ การขมร่วมกัน มัลติ เปิลแอลลีล ยีนบนโครโมโซมเพศ และ พอลิยีน - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความ แตกต่างกันชัดเจน เช่น การมีติ่งหู หรือไม่ มีติ่งหู ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มี การแปรผันไม่ต่อเนื่อง - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความ แตกต่างกันเล็กน้อย และลดหลั่นกันไป เช่น ความสูงและสีผิวของมนุษย์ถูก ควบคุมโดยยีนหลายคู่ซึ่งเป็นลักษณะทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่องและ สิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการแสดงลักษณะ นั้น

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		๕. อธิบายการถ่ายทอดยีนโครโมโซมและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	- โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซม และโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม บางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศ ซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X - เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสอาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์
๖	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA ๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง สารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล	- DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และ G - โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สาย เรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวา โดยการเข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของเบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G - ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโนของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เอนไซม์ และอื่นๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏลักษณะต่างๆ ได้ - DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบและสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ซึ่งจะมีโครงสร้างและลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม - DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA ๓ ประเภท

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน - RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยว แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G
		๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรค และกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ และทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น รังสี และสารเคมี - การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเทชัน ระดับยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ เป็นผลมาจากการแทนที่คู่เบส - การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไป หรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม เช่น การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งหมด เป็นสาเหตุของการเกิดมิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่มอาการครีดูชาต์และกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการเทอร์เนอร์ และกลุ่มอาการโคลน์เฟลเตอร์
๗	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	๑๐. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและ	- การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการมาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติตามที่ต้องการ - เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		อุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึง ด้านชีวจริยธรรม	และอุตสาหกรรม โดยการใช้เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบ ต่อสังคม
๘	วิวัฒนาการ	๑๒.สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับ หลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้ อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	- หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมี วิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์ กาย ภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ การ แพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ และด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล - มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็น เวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจาก ซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ ค้นพบ ละจากการเปรียบเทียบลำดับเบส บน DNA ระหว่างมนุษย์กับ ไพรเม ตอื่น ๆ
		๑๓.อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิด เกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ มอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	- มอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่อ อธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้ เข้ากับสภาพแวดล้อม โดยอาศัยกฎการใช้ และไม่ใช่ และกฎแห่งการถ่ายทอด ลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ - ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการ คัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตมี แนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มีลักษณะ แตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวน หนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถมีชีวิตรอด และถ่ายทอดลักษณะที่ เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้
		๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบาย เงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี- ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลใน ประชากร พร้อมทั้งคำนวณหา ความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอล	- เมื่อประชาชนอยู่ในภาวะสมดุลของฮาร์ ดี-ไวน์เบิร์กโดยประชาชนมีขนาดใหญ่ ไม่ มีการถ่ายเทยีนระหว่างประชากร ไม่เกิด มิวเทชัน สมาชิกทุกตัวมีโอกาสผสมพันธุ์ ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือกโดย ธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของแอลลี ลของลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ลีล และจิโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	ผ่านไปที่รุ่นก็ตาม เป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ - การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีลในประชากร เกิดจากปัจจัยหลายประการนำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ - สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีกประชากรหนึ่ง ในรุ่นบรรพบุรุษทำให้ประชากรทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันและวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ - ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ ๒ แนวทาง คือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์และเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒

รายวิชา ชีววิทยา๒

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๕	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ๕.๑ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ๕.๒ การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล ๕.๓ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน	๑๑
๖	โครโมโซม และสารพันธุกรรม ๖.๑ โครโมโซม ๖.๒ สารพันธุกรรม ๖.๓ สมบัติของสารพันธุกรรม ๖.๔ มิวเทชัน	๑๐
๗	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ๗.๑ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ๗.๒ การหาขนาดของDNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ๗.๓ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ๗.๔ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม	๒๑
๘	วิวัฒนาการ ๘.๑ วิวัฒนาการ ๘.๒ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ๘.๓ แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ๘.๔ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ๘.๕ กำเนิดสปีชีส์	๑๘
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓	รายวิชา ชีววิทยา๓	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เพศเมีย และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดและโครงสร้างของเมล็ดและผล ศึกษาชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อเจริญ โครงสร้างภายในของราก ลำต้น และใบของพืช ศึกษาการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช กลไกการลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารในพืช ศึกษาการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และพืช CAM ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช รวมทั้งศึกษาสภาพพักตัวของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สิ่งเร้าภายในและภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ รายวิชา ชีววิทยา๓	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบายวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๓)
๒. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๔)
๓. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๕)
๔. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑)
๕. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๒)
๖. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๓)
๗. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๔)
๘. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๕)
๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๖)
๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๗)
๑๑. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๘)
๑๒. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๙)
๑๓. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C๓ (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๐)
๑๔. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C๓ พืช C๔ และ พืช CAM (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๑)
๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๒)
๑๖. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๖)
๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๗)
๑๘. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๘) **รวมทั้งหมด ๑๘ ผลการเรียนรู้**

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ รายวิชา ชีววิทยา๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๓	อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก	** พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์ เรียก ระยะสปอโรไฟต์ (๒n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียก ระยะแกมีโทไฟต์ (n) ** ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ	
	อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	** พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน ** การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไม่โครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ ๒ เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์และเจนูเรทิฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจนูเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้ ๒ เซลล์ ** การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวูลในรังไข่ โดยเซลล์ที่เรียกว่า เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งไมโอซิสได้เมกะสปอร์ ซึ่งในพืชส่วนใหญ่จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง ๑ เซลล์ ที่เหลืออีก ๓ เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส ๓ ครั้ง ได้ ๘ นิวเคลียส ที่ประกอบด้วย ๗ เซลล์โดยมี ๑ เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ เรียกเซลล์ไข่ ส่วนอีก ๑ เซลล์มี ๒ นิวเคลียสเรียกโพลาร์นิวคลีไอ ** การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ โดยคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่งกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอดีเป็นเอนโดสเปิร์ม นิวเคลียส ซึ่งจะเจริญและพัฒนาต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล	** ภายหลังการปฏิสนธิ ออวูลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล ** โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อสิ่งมีชีวิตอื่น	
ชีววิทยา ข้อ ๓	อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	** เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร ** เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ** เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพิน และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน	
	สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	** ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืช เจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ** โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ ** โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ ** โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์ม ซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น	
	สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของ ลำต้นพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัด ตามขวาง	** ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่สร้างใบและช่ใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ** โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ ** ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดอร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น	
ชีววิทยา ข้อ ๓	สังเกต และอธิบาย โครงสร้างภายในของ ใบพืชจากการตัด ตามขวาง	** ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ ** โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ ๓ กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง	
	สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการ แลกเปลี่ยนแก๊สและ การคายน้ำของพืช	** พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทางรูปากใบ เรียกว่า การคายน้ำ ** ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิ สภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช	
	สืบค้นข้อมูล และ อธิบายกลไกการ ลำเลียงน้ำและธาตุ อาหารของพืช	** พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นการดูดน้ำจาก	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ดินสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวตั้ง ** ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับแรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน ** ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากจนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่าแรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์ กัดเตชัน	
	สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	** พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหารเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ	
	อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	** อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไก การลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำ ไปยังแหล่งรับ	
	สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	** การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่ได้คือ น้ำตาล ออกซิเจน	
ชีววิทยา ข้อ ๓	อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C _๓	** กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ** ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดซ์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ NADPH+ H⁺ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์	
	เปรียบเทียบกลไกการตรึง	** การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	คาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C ₃ พืช C ₄ และพืช CAM	ประกอบด้วยคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์ สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มี คาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูก นำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C ₃ จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวิน เพียงอย่างเดียว ** พืช C ₄ ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรก เกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์ โดย PEP และเอนไซม์ เพบ คาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ กรดมา ลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีทและ ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ ในวัฏจักรคัลวินต่อไป ** พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ คล้ายพืช C ₄ แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอน อนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืนและปล่อยออกมา ในเวลากลางวันเพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุป ปัจจัยความเข้มของ แสง ความเข้มข้นของ งารบอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผล ต่อการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช	** ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ	
	ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอก ของเมล็ด สภาพพัก ตัวของเมล็ด และ บอกแนวทางในการ แก้สภาพพักตัวของ เมล็ด	** เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิด สามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถ งอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว ** เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัย บางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดซึ่งสภาพ พักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัย ที่ยับยั้ง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย บทบาทและหน้าที่ ของออกซิน ไซโทไค นิน จิบเบอเรลลิน เอ ทิลิน และกรดแอบ ไซซิก และอธิบาย เกี่ยวกับการนำไปใช้ ประโยชน์ทาง การเกษตร	** พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบ เบอเรลลิน เอทิลิน และกรดแอบไซซิก	
	สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับสิ่งเร้า ภายนอกที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของ พืช	** แสงสว่าง แรงโน้มถ่วงของโลก สารเคมี และน้ำ เป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ พืช ** ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายใน และสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ พืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการ เจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุ ผลผลิตได้	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ รายวิชา ชีววิทยา๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๘	การสืบพันธุ์ของพืชดอก	อธิบายวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก	** พืชดอกมีวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์ เรียก ระยะสปอโรไฟต์ (๒n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียก ระยะแกมีโทไฟต์ (n) ** ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ
		อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	** พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน ** การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไม่โครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ ๒ เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์และเจนูเรทิฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจนูเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้ ๒ เซลล์
		อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล	** ภายหลังการปฏิสนธิ ออวูลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล ** โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
๙	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	** เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร ** เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ** เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบ

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			เนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน
๙	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	** ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืชเจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ** โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ ** โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ** โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์มซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น
		สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	** ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่สร้างใบและชูใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ** โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดอร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น
		สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง	** ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ ** โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ ๓ กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
๑๐	การลำเลียงของพืช	สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช	** พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทางรูปากใบ เรียกว่า การคายน้ำ ** ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิ สภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช
		สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช	** พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นการดูดน้ำจากดินสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวดิ่ง
		สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	** ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับแรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน ** ในสภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก จนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่าแรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กัตเตชัน ** พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการ

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			เจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหาร เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ
		อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	** อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไกการลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำไปยังแหล่งรับ
๑๑	การสังเคราะห์ด้วยแสง	สืบค้นข้อมูล และสรุป การศึกษาที่ได้จากการทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	** การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่ได้ คือ น้ำตาล ออกซิเจน
๑๑	การสังเคราะห์ด้วยแสง	อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3	** กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ** ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดซ์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ $NADPH + H^+$ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์ ** การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์ สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C_3 จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว
		เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และพืช CAM	** พืช C_4 ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์ โดย PEP และเอนไซม์เพบคาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ กรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีท

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ในวัฏจักรคลวินต่อไป ** พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คล้ายพืช C ₄ แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืนและปล่อยออกมาในเวลากลางวันเพื่อใช้ในวัฏจักรคลวินต่อไป
		สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	** ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ
๑๒	การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช	ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด	** เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิดสามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถงอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว ** เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัยบางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัยที่ยับยั้ง
		สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร	** พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก
		สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผล	** แสงสว่าง แรงแม่เหล็กของโลก สารเคมี และน้ำเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ต่อการเจริญเติบโตของพืช	** ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายในและสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุผลผลิตได้

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ รายวิชา ชีววิทยา๓
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๘	การสืบพันธุ์ของพืชดอก	๑๐
๙	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	๑๗
๑๐	การลำเลียงของพืช	๙
๑๑	การสังเคราะห์ด้วยแสง	๑๔
๑๒	การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช	๑๐
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔	รายวิชา ชีววิทยา๔	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์และมนุษย์ การทำงานของปอดและการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ ศึกษากระบวนการหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดในสัตว์ โครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ เซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ หมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh ส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง โครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง ศึกษากลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ การสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสัตว์ โครงสร้างและหน้าที่ของไต กลไกการทำงานของหน่วยไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกายของมนุษย์ และความผิดปกติของไตจากโรคต่าง ๆ ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุปเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ รายวิชา ชีววิทยา๔
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๔)
๒. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๕)
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๖)
๔. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๗)
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๘)
๖. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๙)
๗. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๐)
๘. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุป การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๑)
๙. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๒)
๑๐. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๓)
๑๑. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๔)
๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๕)
๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๖)
๑๔. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๗)
๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๘)

๑๖. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๙)
๑๗. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๒๐)
๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๒๑)
๑๙. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลารารีเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑)
๒๐. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๒)
๒๑. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๓)
๒๒. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๔)
๒๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๕)
๒๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๖)
๒๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๗)
๒๖. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอดโฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๘)
๒๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๙)
๒๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๐)
๒๙. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่างๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๑)

รวมทั้งหมด ๒๙ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ รายวิชา ชีววิทยา๔
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๔	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่ แลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก	** ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่าน เซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น ** แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่าน ทางท่อลมซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอย ** ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ ละลายอยู่ในน้ำผ่านเหงือก ** สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและ ผิวหนังในการแลกเปลี่ยนแก๊ส	
	สังเกต และอธิบายโครงสร้างของ ปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	** สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยง ลูกด้วยน้ำนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยน แก๊ส	
	สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และ กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของ มนุษย์	** ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย ช่องจมูก โพรงจมูก คอหอย หลอดเสียง ท่อลม หลอดลม และถุงลมในปอด ** ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส ระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอย และ บริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการ แลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการแพร่ผ่านหลอด เลือดฝอยเช่นกัน	
	อธิบายการทำงานของปอด และ ทดลองวัดปริมาตรของอากาศใน การหายใจออกของมนุษย์	** การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิด จากการเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศ ภายในปอด โดยการทำงานร่วมกันของ กล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อระหว่าง กระดูกซี่โครง และควบคุมโดยสมองส่วน พอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือด แบบเปิดและระบบหมุนเวียน เลือดแบบปิด	** สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มี โครงสร้างร่างกายไม่ซับซ้อนมีการลำเลียง สารต่าง ๆ โดยการแพร่ระหว่างเซลล์กับ สิ่งแวดล้อม ** สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมี การลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และ เลือด	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด	
	สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด	** ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวกหอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดิน และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	
	อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์	** ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือดซึ่งเลือดไหลเวียนอยู่เฉพาะในหลอดเลือด	
	สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	** หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และ เวนทรีเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ โดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนทรีเคิล และระหว่างเวนทรีเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ ** เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออร์ตาร์ อาร์เตอรี อาร์เตอรีโอล หลอดเลือดฝอย เวนูล เวน และเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ ** ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงานของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือดและ ชีพจร	
	สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา	** เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ เพลตเลต และพลาสมาซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน	
	อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh	** หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็น เลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น เลือดหมู่ Rh+ และ Rh- การให้และรับเลือดมีหลักว่า แอนติเจนของผู้ให้	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และการให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุด คือ ผู้ให้และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน	
	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง	** ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมาอยู่ระหว่างเซลล์ เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงเซลล์และสามารถแพร่เข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่งต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอยจะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น และเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวนใกล้หัวใจ ** ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่นำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดต่อมน้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมากับน้ำเหลือง	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ	** กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมมีอยู่ ๒ แบบ คือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ ** ต่อมน้ำไขมัน ต่อมน้ำเหลือง ที่ผิวหนังช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิลและโมโนไซต์จะมีการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิลเกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการแพ้ ซึ่งเป็นการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา	** การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ชนิดเซลล์บีและเซลล์ที ** อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนองของลิมโฟไซต์ประกอบด้วยต่อมน้ำเหลือง ทอนซิล ม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกาย มี ๒ แบบ คือ ภูมิคุ้มกันตัวเอง และภูมิคุ้มกันรับมา	
	สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	** การได้รับวัคซีนหรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของภูมิคุ้มกันตัวเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจนเข้าสู่ร่างกาย ส่วนภูมิคุ้มกันรับมาเป็นการรับแอนติบอดีโดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับน้ำนมแม่ ** เอดส์ ภูมิแพ้ และการสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง เป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	** อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีคอนแทรกไทล์แวคิวโอลทำหน้าที่ในการกำจัดและรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์ ** ฟองน้ำและไฮดรามีเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกับน้ำโดยตรง ของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่สภาพแวดล้อม ** พลาเนเรียใช้แฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้างตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย ** ไส้เดือนดินใช้เนฟรีเดียม แมลงใช้มัลปิเกียนทิวบูล และสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่ายของเสีย	
	อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย	** ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่ายและรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย ** ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอก ที่เรียกว่า คอร์เท็กซ์ และบริเวณส่วนใน ที่เรียกว่า เมดัลลา และบริเวณส่วนปลายของเมดัลลาคายื่นเข้าไปจรดกับส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่า กรวยไต โดยกรวยไตจะต่อกับท่อไตซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะไป	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะเพื่อขับถ่ายออกนอกร่างกาย	
	อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต	** ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไต ลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วย เรียกว่า โบว์แมนส์แคปซูล ล้อมรอบกลุ่มหลอดเลือดฝอย ที่เรียกว่า โกลเมอรูลัส ** กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายประกอบด้วย การกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสารที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ	** โรคนี้และโรคไตวายเป็นตัวอย่างของโรคที่เกิดจากความผิดปกติของไต ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย ** นอกจากไตที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำแร่ธาตุ และกรด - เบส ผิวหนังและระบบหายใจ ยังมีส่วนช่วยในการรักษาคุณภาพเหล่านี้ด้วย	
	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดราพลาเรเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท	- สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาททำให้สามารถรับรู้ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เช่น ไฮดรา มีร่างแหประสาท พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย และ แมลงมีปมประสาทและเส้นประสาทส่วนสัตว์ มีกระดูกสันหลัง มีสมอง ไขสันหลัง ปมประสาทและเส้นประสาท - หน่วยงานของระบบประสาทคือเซลล์ประสาท ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ และเส้นใยประสาทที่ทำหน้าที่รับและส่งกระแสประสาท เรียกว่าเดนไดรต์และแอกซอน ตามลำดับ - เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ได้เป็น เซลล์ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และเซลล์ประสาทประสานงาน - เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้เป็น เซลล์ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทขั้ว	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เดี่ยวเทียม เซลล์ประสาทสองขั้ว และ เซลล์ประสาทหลายขั้ว - กระแสประสาทเกิดจากการเปลี่ยนแปลง ศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเดนไดรต์ และแอกซอน ทำให้มี การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทไปยังเซลล์ประสาทหรือเซลล์อื่น ๆ ผ่านทางไซแนปส์ - ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งได้เป็น ๒ ระบบ ตามตำแหน่งและโครงสร้างคือ ระบบประสาทส่วนกลางได้แก่ สมองและไขสันหลัง และระบบ ประสาทรอบนอกได้แก่ เส้นประสาทสมอง และเส้นประสาทไขสันหลัง	
	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง สืบค้นข้อมูล อธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ	- สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วนจะควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน โดยมีเส้นประสาทที่แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่สมองหรือนำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วยปฏิบัติงานหรือทำหน้าที่ทั้งสองอย่าง - ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ภายในกระดูกสันหลัง และมีเส้นประสาทแยกออกจาก ไขสันหลังเป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลการตอบสนองโดยไขสันหลัง เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ชนิดต่างๆ และการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างไขสันหลังกับสมอง - เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่งออกจากไขสันหลัง - ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างและระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบและต่อมต่างๆ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษาคุณภาพของกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย	
	สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอดโฟเวีย และความไวในการสัมผัสของผิวหนัง	- ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับรู้ความรู้สึกที่รับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญที่ควรดูแลป้องกันและรักษาให้สามารถทำงานได้เป็นปกติ - ตาประกอบด้วยชั้นสเคลอรา โครอยด์และเรตินา เลนส์ตาเป็นเลนส์นูนอยู่ถัดจากกระจกตาทำหน้าที่รวมแสงจากวัตถุไปที่เรตินา ซึ่งประกอบด้วยเซลล์รับแสงและเซลล์ประสาท ที่นำกระแสประสาทสู่สมอง - หูประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ หูส่วนนอก หูส่วนกลาง และหูส่วนในภายในหูส่วนในมีคอเคลีย ซึ่งทำหน้าที่รับและเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นกระแสประสาท นอกจากนี้ยังมีเซมิเซอร์คิวลาร์แคนเนลทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย - จมูกมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นอยู่ภายในเยื่อจมูกที่เป็นตัวรับสารเคมีบางชนิดแล้วเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง - ลิ้นทำหน้าที่รับรสโดยมีตุ่มรับรสกระจายอยู่ทั่วผิวลิ้นด้านบนตุ่มรับรสมีเซลล์รับรสอยู่ภายใน เมื่อเซลล์รับรสถูกกระตุ้นด้วยสารเคมี จะกระตุ้นกระแสประสาทส่งไปยังสมอง - ผิวหนังมีหน่วยรับสิ่งเร้าหลายชนิดเช่น หน่วยรับสัมผัส หน่วยรับแรงกดหน่วยรับความเจ็บปวด หน่วยรับอุณหภูมิ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเลไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก	- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึมบางชนิดใช้แฟลเจลลัมหรือซิเลียในการเคลื่อนที่ - สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเช่นแมงกะพรุนเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณขอบกระดิ่งและแรงดันน้ำ - หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวทำให้น้ำภายในลำตัวพุ่งออกมาทางไซฟอน - ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการเคลื่อนที่ - ไส้เดือนดินมีการเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัว และคลายตัวของกล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม - แมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขาซึ่งมีกล้ามเนื้อภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม - สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลาเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับกระดูกสันหลังทั้ง ๒ ข้าง ทำงานในสภาวะตรงกันข้ามและมีครีบท่อยในตำแหน่งต่างๆ ช่วยโบกพัดในการเคลื่อนที่ ส่วนนกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ กดปีกกับกล้ามเนื้อยกปีกซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม	
	สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่างๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์	- มนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกระดูก และกล้ามเนื้อซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูก - บริเวณที่กระดูกตั้งแต่ ๒ ขึ้นมาต่อกันเรียกว่า ข้อต่อ และยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อ - กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้คำนวณและทำหน้าที่ในการ เคลื่อนไหวของร่างกายแบ่งตามตำแหน่งได้เป็น กระดูกแกนและกระดูกยางค์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และ กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อทั้ง ๓ ชนิด พบ ในตำแหน่งที่ต่างกัน และมีหน้าที่แตกต่างกัน - กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงาน ร่วมกันเป็นคู่ ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม	
	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบประสาท ส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ใน สมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง สืบค้นข้อมูล อธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของ ระบบประสาทโซมาติก และระบบ ประสาทอัตโนมัติ	- สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือสมองส่วน หน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วนจะควบคุมการทำงานของ ร่างกายแตกต่างกัน โดยมีเส้นประสาทที่ แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะ ต่างๆ ซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่ สมองหรือนำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วย ปฏิบัติงานหรือทำหน้าที่ทั้งสองอย่าง - ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ ภายในกระดูกสันหลัง และมีเส้นประสาท แยกออกจาก ไขสันหลังเป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ ประมวลผลการตอบสนองโดยไขสันหลัง เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ชนิดต่าง ๆ และการ ถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างไขสัน หลังกับสมอง - เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่ รับความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่ง ออกจากไขสันหลัง - ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการ แบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุม การทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างและ ระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการ ทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่างๆ - ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงาน เป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษา ดุลยภาพของกระบวนการต่าง ๆ ใน ร่างกาย	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ รายวิชา ชีววิทยา๔
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๔	ระบบ หายใจ	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้างที่ ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส ของพองน้ำ ไฮดรา ปลา นาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก	** ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณ ผิวหนังที่เปียกชื้น ** แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลมซึ่ง แตกแขนงเป็นท่อลมฝอย ** ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลายอยู่ใน น้ำผ่านเหงือก ** สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและผิวหนังในการ แลกเปลี่ยนแก๊ส
		สังเกต และอธิบาย โครงสร้างของปอดในสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	** สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วย น้ำนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
		สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยนแก๊ส และ กระบวนการแลกเปลี่ยน แก๊สของมนุษย์	** ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย ช่องจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลม และ ถุงลมในปอด ** ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างถุง ลมกับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อ ต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการแพร่ผ่านหลอด เลือดฝอยเช่นกัน
		อธิบายการทำงานของ ปอด และทดลองวัด ปริมาตรของอากาศในการ หายใจออกของมนุษย์	** การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิดจากการ เปลี่ยนแปลงความดันของอากาศภายในปอด โดย การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลมและ กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง และควบคุมโดย สมองส่วนพอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา
๑๕	ระบบ หมุนเวียน เลือดและ ระบบ น้ำเหลือง	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบระบบ หมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือด แบบปิด	** สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกาย ไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม ** สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียง สารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด ** ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบ คือ ระบบ หมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือด แบบปิด

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด	** ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวกหอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดินและสัตว์มีกระดูกสันหลัง
๑๕	ระบบ หมุนเวียน เลือดและ ระบบ น้ำเหลือง	อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์	** ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งเลือดไหลเวียนอยู่เฉพาะในหลอดเลือด
		สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุป การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	** หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และเวนทริเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ โดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนทริเคิล และระหว่างเวนทริเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ ** เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออร์ตา อาร์เทอรี อาร์เทอรีโอล หลอดเลือดฝอย เวนูล เวนและเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ ** ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงานของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือดและ ชีพจร
		สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา	** เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ เพลตเลต และพลาสมา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน
		อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh	** หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็นเลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น เลือดหมู่ Rh+ และ Rh- การให้และรับเลือดมีหลักการว่า แอนติเจนของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และการให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุด คือ ผู้ให้และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ ส่วนประกอบและหน้าที่ ของน้ำเหลือง รวมทั้ง โครงสร้างและหน้าที่ของ หลอดน้ำเหลือง และต่อม น้ำเหลือง	** ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมาอยู่ ระหว่างเซลล์ เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่หล่อเลี้ยง เซลล์และสามารถแพร่เข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่ง ต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอยจะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น และเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวน ใกล้เคียง ** ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอด น้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่นำ น้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดต่อม น้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมากับน้ำเหลือง
๑๖	ระบบ ภูมิคุ้มกัน	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบกลไกการ ต่อต้านหรือทำลายสิ่ง แปลกปลอมแบบไม่ จำเพาะและแบบจำเพาะ	** กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม มีอยู่ ๒ แบบ คือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ ** ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ ที่ผิวหนังช่วยป้องกันและ ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อเชื้อ โรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เซลล์เม็ดเลือด ขาวชนิดนิวโทรฟิลและโมโนไซต์จะมีการต่อต้านและ ทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิลเกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต เบ โซฟิลเกี่ยวข้องับปฏิกิริยาการแพ้ ซึ่งเป็นการ ต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ
		สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบการสร้าง ภูมิคุ้มกันก่อเองและ ภูมิคุ้มกันรับมา	** การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบ จำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ชนิด เซลล์บีและเซลล์ที ** อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนองของ ลิมโฟไซต์ประกอบด้วย ต่อม้ำน้ำเหลือง ทอนซิล ม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก ** การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกาย มี ๒ แบบ คือ ภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา
		สืบค้นข้อมูล และอธิบาย เกี่ยวกับความผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิด เอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิ ต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	** การได้รับวัคซีนหรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของ ภูมิคุ้มกันก่อเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกายสร้าง ภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจนเข้าสู่ ร่างกาย ส่วนภูมิคุ้มกันรับมาเป็นการรับแอนติบอดี โดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับน้ำนมแม่ ** เอดส์ ภูมิแพ้ และการสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อ ตนเอง เป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบ ภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๗	ระบบ ขับถ่าย	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ในการกำจัด ของเสียออกจากร่างกาย ของพองน้ำ ไฮดรา พลา นาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	** อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ มีคอนแทรกไทล์แควีโอลทำหน้าที่ในการกำจัดและ รักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์ ** พองน้ำและไฮดราเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกับน้ำ โดยตรง ของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่ สภาพแวดล้อม ** พลาเนเรียใช้แฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้าง ตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย ** ไส้เดือนดินใช้เนฟรีเดียม แมลงใช้มัลปิเกียนทิวบูล และสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่ายของเสีย
		อธิบายโครงสร้างและ หน้าที่ของไต และ โครงสร้างที่ใช้ลำเลียง ปัสสาวะออกจากร่างกาย	** ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่ายและ รักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย ** ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอก ที่เรียกว่า คอร์ เท็กซ์ และบริเวณส่วนใน ที่เรียกว่า เมดัลลา และ บริเวณส่วนปลายของเมดัลลาค่อยๆ ยื่นเข้าไปจรดกับ ส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่า กรวยไต โดยกรวยไตจะต่อ กับท่อไตซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะไปเก็บไว้ที่ กระเพาะปัสสาวะเพื่อขับถ่ายออกนอกร่างกาย
		อธิบายกลไกการทำงานของ หน่วยไต ในการกำจัด ของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุป ขั้นตอนการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายโดยหน่วย ไต	** ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไต ลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วย เรียกว่า โบว์แมนส์แคปซูล ล้อมรอบกลุ่มหลอดเลือดฝอย ที่ เรียกว่า โกลเมอรูลัส ** กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย ประกอบด้วยกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสาร ที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย
		สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความ ผิดปกติของไตอัน เนื่องมาจากโรคต่าง ๆ	** โรคนี้่วและโรคไตวายเป็นตัวอย่างของโรคที่เกิด จากความผิดปกติของไต ซึ่งส่งผลกระทบต่อกร รักษาคุณภาพของสารในร่างกาย ** นอกจากไตที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำแร่ธาตุ และกรด - เบส ผิวหนัง และระบบหายใจ ยังมีส่วน ช่วยในการรักษาคุณภาพเหล่านี้ด้วย
๑๘	ระบบ ประสาท และอวัยวะ	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและหน้าที่ของ ระบบประสาทของไฮดรา	- สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาททำให้สามารถรับรู้ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เช่น ไฮดรามีร่างแห ประสาท พลาเนเรียไส้เดือนดิน กุ้ง หอย และ แมลง มีปมประสาทและเส้นประสาทส่วนสัตว์ มี

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	รับ ความรู้	พลาสมาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มี กระดูกสันหลัง ๒. อธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของ เซลล์ประสาท ๓. อธิบายเกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงของ ศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ ของเซลล์ประสาท และ กลไกการถ่ายทอดกระแส ประสาท	กระดูกสันหลัง มีสมอง ไส้สันหลัง ปมประสาทและ เส้นประสาท - หน่วยทำงานของระบบประสาทคือเซลล์ประสาท ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ และเส้นใยประสาทที่ทำ หน้าที่รับและส่งกระแสประสาท เรียกว่าเดนไดรต์ และแอกซอน ตามลำดับ - เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ได้เป็นเซลล์ ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และ เซลล์ประสาทประสานงาน - เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้เป็นเซลล์ ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม เซลล์ ประสาทสองขั้วและเซลล์ประสาทหลายขั้ว - กระแสประสาทเกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเดนไดรต์และแอกซอน ทำให้มี การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทไปยัง เซลล์ประสาทหรือเซลล์อื่น ๆ ผ่านทางไซแนปส์ - ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งได้เป็น ๒ ระบบ ตามตำแหน่งและโครงสร้างคือระบบประสาท ส่วนกลางได้แก่ สมองและไขสันหลัง และระบบ ประสาทรอบนอก ได้แก่ เส้นประสาทสมอง และ เส้นประสาทไขสัน
		๔. อธิบาย และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้างของ ระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทรอบ นอก ๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของ ส่วนต่างๆ ในสมองส่วน หน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง ๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างการทำงานของ ระบบประสาทไขมาติก และระบบประสาท อัตโนมัติ	- สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วน จะควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน โดยมี เส้นประสาทที่แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะ ต่างๆ ซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่สมองหรือ นำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วยปฏิบัติงานหรือทำ หน้าที่ทั้งสองอย่าง - ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ภายในกระดูก สันหลัง และมีเส้นประสาทแยกออกจาก ไขสันหลัง เป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลการตอบสนองโดยไข สันหลังเช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ชนิดต่างๆ และการ ถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างไขสันหลังกับสมอง - เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่รับ ความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่งออกจากไขสัน หลัง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			- ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างและระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่างๆ - ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษาคุณภาพของกระบวนการต่างๆ ในร่างกาย
๑๘	ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา ๘. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอดโฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง	- ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่รับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญที่ควรดูแลป้องกันและรักษาให้สามารถทำงานได้เป็นปกติ - ตาประกอบด้วยชั้นสเคลอรา โครอยด์และเรตินา เลนส์ตาเป็นเลนส์นูนอยู่ถัดจากกระจกตาทำหน้าที่รวมแสงจากวัตถุไปที่เรตินา ซึ่งประกอบด้วยเซลล์รับแสง และเซลล์ประสาทที่นำกระแสประสาทสู่สมอง - หูประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ หูส่วนนอก หูส่วนกลาง และหูส่วนในภายในหูส่วนในมีคอเคลีย ซึ่งทำหน้าที่รับและเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นกระแสประสาท นอกจากนี้ยังมีเซมิเซอร์คิวลาร์แชนเนล ทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย - จมูกมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นอยู่ภายในเยื่อจมูกที่เป็นตัวรับสารเคมีบางชนิดแล้วเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง - ลิ้นทำหน้าที่รับรสโดยมีตุ่มรับรสกระจายอยู่ทั่วผิวลิ้นด้านบนตุ่มรับรสมีเซลล์รับรสอยู่ภายใน เมื่อเซลล์รับรสถูกกระตุ้นด้วยสารเคมี จะกระตุ้นกระแสประสาทส่งไปยังสมอง - ผิวหนังมีหน่วยรับสิ่งเร้าหลายชนิดเช่น หน่วยรับสัมผัส หน่วยรับแรงกดหน่วยรับความเจ็บปวด หน่วยรับอุณหภูมิ
๑๙	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	๙. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการ	- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึมบางชนิดใช้แฟลเจลลัมหรือซิเลียในการเคลื่อนที่

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเลไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก	- สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเช่นแมงกะ พรุนเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณขอบกระดิ่งและแรงดันน้ำ - หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวทำให้น้ำภายในลำตัวพุ่งออกมาทางไซฟอน ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการ เคลื่อนที่ - ไส้เดือนดินมีการเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัว และคลายตัวของกล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม - แมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขาซึ่งมีกล้ามเนื้อภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม - สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลาเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับกระดูกสันหลังทั้ง ๒ ข้าง ทำงานในสภาวะตรงกันข้ามและมีครีบท่อยในตำแหน่งต่างๆ ช่วยโบกพัดในการเคลื่อนที่ส่วนนกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ กดปีกกับกล้ามเนื้อยกปีกซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม
๑๙	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	๑๐. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ ๑๑. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่างๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์	- มนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูก - บริเวณที่กระดูกตั้งแต่ ๒ ขึ้นมาต่อกันเรียกว่า ข้อต่อ และยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อ - กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้คำนวณและทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวของร่างกายแบ่งตามตำแหน่งได้เป็นกระดูกแกนและกระดูกยางค์ - กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็นกล้ามเนื้อโครงร่างกล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ - กล้ามเนื้อทั้ง ๓ ชนิด พบในตำแหน่งที่ต่างกัน และมีหน้าที่แตกต่างกัน - กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงานร่วมกันเป็นคู่ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ รายวิชา ชีววิทยา๔
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๔	ระบบหายใจ	๑๒
๑๕	ระบบหมุนเวียนเลือดและน้ำเหลือง	๑๗
๑๖	ระบบภูมิคุ้มกัน	๘
๑๗	ระบบขับถ่าย	๙
๑๘	ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สัมผัส	๘
๑๙	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	๑๘
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๕	รายวิชา ชีววิทยา๕	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ การทำงานร่วมกันของระบบต่อมไร้ท่อและระบบประสาท ฮอร์โมน การทำงานของฮอร์โมน การรักษาสมดุลของฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ของสัตว์และมนุษย์ การเจริญเติบโตของสัตว์ พฤติกรรมของสัตว์ กลไกการเกิดพฤติกรรม ประเภทพฤติกรรมของสัตว์ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและวิวัฒนาการของระบบประสาท การสื่อสารระหว่างสัตว์ ความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศและประชากร ไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและการจัดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

- สาระชีววิทยาที่ ๒ ข้อที่ ๑-๕
- สาระชีววิทยาที่ ๔ ข้อที่ ๑๒-๑๙
- สาระชีววิทยาที่ ๕ ข้อที่ ๑-๑๓

รวม ๒๖ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๕ รายวิชา ชีววิทยา๕	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต
๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๑) ๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๒) ๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๓) ๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๔) ๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่ (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๕) ๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๒) ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๓) ๘. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์ (สาระชีววิทยาข้อ ๔ ม.๖/๑๔) ๙. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่ และมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๕) ๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๖) ๑๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๗) ๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๘) ๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสารระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๙) ๑๔. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑) ๑๕. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๒) ๑๖. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๓)	

๑๗. สืบค้นข้อมูลยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลก (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๔)
๑๘. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๕)
๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๖)
๒๐. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๗)
๒๑. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๘)
๒๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๙)
๒๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑๐)
๒๔. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑๑)
๒๕. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้ (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑๒)
๒๖. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑๓)

รวมทั้งหมด ๒๖ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๕ รายวิชา ชีววิทยา๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ	- ความหลากหลายทางชีวภาพประกอบด้วยความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ - การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มี ความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้นและสืบทอดลูกหลานต่อไปได้ - สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนานหลายชั่วรุ่นซึ่งอาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ ส่งผลให้ เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ - แหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละแหล่งที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้น จะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศ	
ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	- จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ โดยเซลล์รูปแบบแรกที่เกิดขึ้นคือ เซลล์โพรคาริโอตและมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอต และจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างแบบง่ายๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๒	๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์	- แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต ผนังเซลล์มีเพปทิโดไกลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญ แบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิตแต่แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย สร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตมีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ อาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ - พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอตมีผนังเซลล์ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิตแบบสลับและมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ผนังเซลล์มีไคตินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้และดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต - สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอต ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่นส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหาร บางชนิดอาจเป็นปรสิต สัตว์มีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ - สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณาลักษณะต่างๆ คือ เนื้อเยื่อสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของ بلاสโทพอร์การเจริญในระยะตัวอ่อน ทำให้อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อย เช่น กลุ่มฟองน้ำ กลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอยและหมีกลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลม กลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้อง กลุ่มดาวทะเลและปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๒	๔. อธิบาย และ ยกตัวอย่างการ จำแนกสิ่งมีชีวิตจาก หมวดหมู่ใหญ่จนถึง หมวดหมู่ย่อย และ วิธีการเขียนชื่อ วิทยาศาสตร์ใน ลำดับชั้นสปีชีส์	- การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับ ชั้นต่างๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็น หมวดหมู่ย่อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัม คลาส อर्डเดอร์ แฟมิลี จินัส และสปีชีส์	
	๕. สร้างไดโคโตมัส คีย์ในการระบุ สิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่าง ที่กำหนดออกเป็น หมวดหมู่	- ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้นสปีชีส์ ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินาม เพื่อใช้ในการระบุถึง สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกัน ประกอบด้วย ๒ ส่วน โดยส่วนแรกเป็นชื่อสกุล ส่วนหลังเป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิต ชนิดนั้นหรือเป็นคำที่มีความหมายเฉพาะโดยทั้ง ๒ ส่วนนี้ต้องเป็นภาษาละติน - ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อระบุหมวดหมู่ ของสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นต่างๆ โดยมีหลักเกณฑ์ใน การนำลักษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิตมาพิจารณา เป็นคู่ - วิทเทเกอร์ เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวก ยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวก โพรคาริโอตและจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอม ประกอบด้วยมอเนอรา โปรติสตา พืชฟังไจ และ สัตว์ - ไวสซ์ และคณะ จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมน ประกอบด้วย แบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคาริโอตา โดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมน เป็นกลุ่มย่อยจะใช้หลักที่ว่า สิ่งมีชีวิตในกลุ่ม เดียวกัน มีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษ ร่วมกัน	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
๔. เข้าใจการ ย่อยอาหารของ สัตว์และมนุษย์ การหายใจและ การแลกเปลี่ยน แก๊ส การ ลำเลียงสาร และการ	๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างการ สืบพันธุ์แบบไม่อาศัย เพศและการสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศใน สัตว์	- การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการ สืบพันธุ์ที่ไม่มีการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การ แตกหน่อและการงอกใหม่ - การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการ สืบพันธุ์ ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์ สืบพันธุ์ ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและการ ปฏิสนธิ ภายในสัตว์บางชนิดมี ๒ เพศในตัว เดียวกันแต่การผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะผสมข้ามตัว	
หมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของ ร่างกาย การ ขับถ่าย การ รับรู้และการ ตอบสนอง การ เคลื่อนที่ การ สืบพันธุ์และ การ เจริญเติบโต ฮอโมนกับการ รักษาคุณภาพ และพฤติกรรม ของสัตว์ รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์	๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของ อวัยวะในระบบ สืบพันธุ์เพศชายและ ระบบสืบพันธุ์เพศ หญิง ๑๔. อธิบาย กระบวนการสร้าง สเปิร์ม กระบวนการ สร้างเซลล์ไข่ และ การปฏิสนธิในมนุษย์	- การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการ การสร้าง สเปิร์มจากเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมภายในอัณฑะ และกระบวนการ การสร้างเซลล์ไข่จากเซลล์ โอโอโกเนียมภายในรังไข่ - อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วยอัณฑะ ทำหน้าที่สร้างสเปิร์มและฮอโมนเพศชายและมี โครงสร้างอื่นๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสเปิร์ม สร้างน้ำ เลี้ยงสเปิร์มและสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะ - อัณฑะประกอบด้วยหลอดสร้างสเปิร์มซึ่งภายใน มีเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมที่เป็นเซลล์ตั้งต้นของ กระบวนการสร้างสเปิร์ม - อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิงประกอบด้วยรังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด รังไข่ทำหน้าที่ สร้างเซลล์ไข่และฮอโมนเพศหญิง - กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปอร์มาโท โกเนียมแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้สเปอร์มาโท - โโกเนียมจำนวนมากซึ่งต่อมาบางเซลล์พัฒนา เป็นสเปอร์มาโทไซต์ระยะแรกโดยสเปอร์มาโทไซต์ ระยะแรกจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้สเปอร์มา โทไซต์ระยะที่สองซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส II ได้สเปอร์มาทิดตามลำดับจากนั้นพัฒนาเป็นสเปิร์ม - กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเนียม แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้โอโอโกเนียม ซึ่งจะ พัฒนาเป็นโอโอไซต์ระยะแรกแล้วแบ่งเซลล์แบบไม โอซิส I ได้โอโอไซต์ระยะที่สองซึ่งจะเกิดการตกไข่ ต่อไปเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสเปิร์ม โอโอไซต์ ระยะที่สองจะแบ่งแบบไมโอซิส II แล้วพัฒนาเป็น เซลล์ไข่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๔	ข้อ ๑๔	- การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ได้ไซโกตซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝังตัวที่ผนังมดลูกจนกระทั่งครบกำหนดคลอด	
	๑๕. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไข่ และมนุษย์	- การเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น กบ ไข่ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะเริ่มต้นด้วยการแบ่งเซลล์ของไซโกต การเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ ๓ ชั้น คือ เอกโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม การเกิดอวัยวะ โดยมีการเพิ่มจำนวนขยายขนาด และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ซึ่งพัฒนาการของอวัยวะต่างๆ จะทำให้เกิดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด - การเจริญเติบโตของมนุษย์จะมีขั้นตอนคล้ายกับการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ โดยเอ็มบริโอจะฝังตัวที่ผนังมดลูกและมีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับลูกผ่านทางรก	
	๑๖. สืบค้นข้อมูลอธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน	- ฮอรโมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่างๆ ของร่างกายโดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ทั่วร่างกาย - ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลังฮอรโมน ไม่มีท่อในการลำเลียงฮอรโมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียง โดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง - ต่อมไพเนียลสร้างเมลาโทนินซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงในรอบวัน - ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอรโมน โพรแลกติน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน - ต่อมใต้สมองส่วนหลังสร้างฮอรโมนซึ่งสร้างจาก ไฮโปทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน - ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินซึ่งควบคุมอัตรา เมแทบอลิซึมของร่างกายและสร้างแคลซิโทนิน ซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ - ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราทอรโมนซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ - ตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคากอนซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๔	ข้อ ๑๖	- ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างกลูโคคอร์ติคอยด์ มีเนราลโคคอร์ติคอยด์ และฮอริโมนเพศ ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้างเอพิเนพรีนและนอร์เอพิเนพรีน ซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน - อัณฑะมีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเตอโรน ส่วนรังไข่มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโตรเจน และโพรเจสเตอโรน ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน - เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไหมส กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้างฮอริโมนได้หลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน - การควบคุมการหลั่งฮอริโมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้ง และการควบคุมแบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาดุลยภาพของร่างกาย - ฟีโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ ซึ่งส่งผลต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน	
	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดและ พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์ ๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ ระหว่างพฤติกรรม กับวิวัฒนาการของ ระบบประสาท ๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างการ สื่อสารระหว่างสัตว์ที่ ทำให้สัตว์แสดง พฤติกรรม	- พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดง พฤติกรรม - พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดแบ่งออกได้เป็น หลายชนิด เช่น โอเรียนเตชัน (แทกซิสและไคนีซิส) รีเฟล็กซ์ และฟิกแอคชันแพทเทิร์น - พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้แบ่งได้เป็น แอบบิซูเอชัน การฝังใจ การเชื่อมโยง(การลองผิดลองถูกและการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล - ระดับการแสดงพฤติกรรมที่สัตว์แต่ละชนิด แสดงออกจะแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจาก วิวัฒนาการของระบบประสาทที่แตกต่างกัน - การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่งซึ่งมี หลายวิธี เช่น การสื่อสารด้วยท่าทางการสื่อสาร ด้วยเสียง การสื่อสารด้วยสารเคมี และการสื่อสาร ด้วยการสัมผัส	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
๕. เข้าใจ แนวคิด เกี่ยวกับระบบ นิเวศ กระบวนการ ถ่ายทอด พลังงานและ การหมุนเวียน สารในระบบ นิเวศ ความ หลากหลาย ของไบโอม การ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศ ประชากรและ รูปแบบการ เพิ่มของ ประชากร ทรัพยากรธรรม ชาติและ สิ่งแวดล้อม ปัญหาและ ผลกระทบที่ เกิดจากการใช้ ประโยชน์และ แนวทางการ แก้ไขปัญหา	๑. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่าง กระบวนการ ถ่ายทอดพลังงานใน ระบบนิเวศ ๒. อธิบาย ยกตัวอย่างการ เกิดไบโอแมกนีฟิเค ชัน และบอก แนวทางในการลด การเกิดไบโอแมกนีฟิ เคชัน ๓. สืบค้นข้อมูล และ เขียนแผนภาพ เพื่อ อธิบายวัฏจักร ไนโตรเจน วัฏจักร กำมะถัน และวัฏจักร ฟอสฟอรัส	- ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้นกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่การถ่ายทอด พลังงานและการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอด พลังงานในระบบนิเวศสามารถแสดงได้ด้วย แผนภาพที่เรียกว่าโซ่อาหาร สายใยอาหาร และ พีระมิดทางนิเวศวิทยา - พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละลำดับขั้นการกิน อาหารมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่จะ สูญเสียไปในรูปความร้อนระหว่างการถ่ายทอด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง - การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้ง อาจ ทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วยเรียกว่า การเกิดไบโอแมกนีฟิเคชัน ซึ่งอาจมีระดับความ เข้มข้นของสารพิษมากขึ้นตามลำดับขั้นของการกิน จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต - สารต่างๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้น ผ่านทั้งในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตกลับคืนสู่ระบบ อย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักร กำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส	
	๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และ อธิบายลักษณะ ของไบโอมที่กระจาย อยู่ตามเขต ภูมิศาสตร์ต่างๆ บน โลก	- ไบโอมคือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตาม เขตภูมิศาสตร์ต่างๆบนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละ ไบโอมจะมีลักษณะเฉพาะของปัจจัยทางกายภาพ ชนิดของพืชและชนิดของสัตว์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๕	๕. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการ เปลี่ยนแปลงแทนที่ แบบปฐมภูมิ และ การเปลี่ยนแปลง แทนที่แบบทุติยภูมิ	- ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้ การ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ระบบนิเวศ สามารถปรับสมดุลได้ แต่การเปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอาจส่งผลกระทบต่อ องค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น - การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยามีทั้งการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับ ลักษณะเฉพาะของ ประชากรของ สิ่งมีชีวิตบางชนิด ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการ เพิ่มของประชากร แบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของ ประชากรแบบ ลอจิสติก ๘. อธิบาย และ ยกตัวอย่างปัจจัยที่ ควบคุมการเติบโต ของประชากร	- ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะหลาย ประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของ ประชากร ความหนาแน่นของประชากร การ กระจายตัวของสมาชิกในประชากร โครงสร้างอายุ ของประชากร อัตราส่วนระหว่างเพศ อัตราการ เกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้า การอพยพ ออกของประชากร และการรอดชีวิตของสมาชิกที่ มีอายุต่างกัน - ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็น กระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ - การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการ เพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ - การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่ม จำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมี ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง - การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ซึ่ง แบ่งได้เป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของ ประชากรและปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของ ประชากร - ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว แบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทาง อุตสาหกรรมเป็นต้นมา	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๕	๙. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหาการขาดแคลน น้ำ การเกิดมลพิษ ทางน้ำ และ ผลกระทบที่มีต่อ มนุษย์ และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการ วางแผนการจัดการ น้ำและการแก้ไข ปัญหา	- ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้รับการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ - การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ - การจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรมีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างถูกต้อง	
	๑๐. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหามลพิษทาง อากาศ และ ผลกระทบที่มีต่อ มนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการ แก้ไขปัญห	- การปนเปื้อนของสารเคมี ฝุ่นละออง และจุลินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุ การเกิดไฟฟ้า และ การเกิดแก๊สพิษ จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่างๆ - การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย การกำหนดนโยบาย และวางแผนงานเพื่อป้องกันและแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแลรักษาคุณภาพอากาศ	
	๑๑. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหาที่เกิดกับ ทรัพยากรดิน และ ผลกระทบที่มีต่อ มนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางแก้ไข ปัญหา	- มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดินส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ - การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิดมลพิษและความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้ดินอย่างถูกต้อง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๕	๑๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหา ผลกระทบที่ เกิดจากการทำลาย ป่าไม้ รวมทั้งเสนอ แนวทางในการ ป้องกันการทำลาย ป่าไม้และการ อนุรักษ์ป่าไม้	- พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดิน การเผาป่า การทำเหมืองแร่ - พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ได้ - การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่งเสริมการปลูกป่า ป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปลูกจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์ป่าไม้	
	๑๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหา ผลกระทบที่ ทำให้สัตว์ป่ามี จำนวนลดลง และ แนวทางในการ อนุรักษ์สัตว์ป่า	- การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า - การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการให้มีพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอ รวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่าลดจำนวนลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกันอนุรักษ์	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๕ รายวิชา ชีววิทยา ๕
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๒๐	ระบบต่อม ไร้ท่อ	๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียน แผนผังสรุปหน้าที่ของ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ และเนื้อเยื่อที่สร้าง ฮอร์โมน	- ฮอร์โมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่างๆ ของร่างกาย โดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้ จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ทั้งร่างกาย - ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลั่งฮอร์โมน ไม่มีท่อในการลำเลียงฮอร์โมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียง โดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง - ต่อมไพเนียลสร้างเมลาโท닌ซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงในรอบวัน - ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอร์โมน โพรแลกติน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน - ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอร์โมนซึ่งสร้างจากไฮโปทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน - ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินควบคุมเมแทบอลิซึมของร่างกายและสร้างแคลซิโทนิน ซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ - ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราไทรอยด์ฮอร์โมนซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ - ตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคาγονซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ - ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างกลูโคคอร์ติคอยด์ มีเนราโดคอร์ติคอยด์และฮอร์โมนเพศ ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้างเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน ซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน - อัณฑะมีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเตอโรน ส่วนรังไข่มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโตรเจนและโพรเจสเตอโรน ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน - เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไทมัส กระจกตา อาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้างฮอร์โมนได้หลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			- การควบคุมการหลังฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้งและการควบคุมแบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาคุณภาพของร่างกาย - พิโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมไร้ท่อของสัตว์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน
๒๑	ระบบ สืบพันธุ์ และการ เจริญเติบโต	๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างการสืบพันธุ์ แบบไม่อาศัยเพศและ การสืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศในสัตว์	- การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่ไม่มีการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การแตกหน่อและการงอกใหม่ - การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและการปฏิสนธิ ภายในสัตว์บางชนิดมี ๒ เพศในตัวเดียวกันแต่การผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะผสมข้ามตัว
		๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและ หน้าที่ของอวัยวะใน ระบบสืบพันธุ์เพศชาย และระบบสืบพันธุ์เพศ หญิง ๑๔. อธิบาย กระบวนการสร้าง สเปิร์ม กระบวนการ สร้างเซลล์ไข่ และการ ปฏิสนธิในมนุษย์	- การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการ การสร้างสเปิร์มจากเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมภายในอัณฑะและกระบวนการสร้างเซลล์ไข่จากเซลล์โอโอโกเนียมภายในรังไข่ - อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วยอัณฑะทำหน้าที่สร้างสเปิร์มและฮอร์โมนเพศชายและมี โครงสร้างอื่นๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสเปิร์ม สร้างน้ำเลี้ยงสเปิร์มและสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะ - อัณฑะประกอบด้วยหลอดสร้างสเปิร์มซึ่งภายในมีเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมที่เป็นเซลล์ตั้งต้นของกระบวนการสร้างสเปิร์ม - อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิงประกอบด้วยรังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด รังไข่ทำหน้าที่ สร้างเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง - กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปอร์มาโทโกเนียมแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสได้สเปอร์มาโทโกเนียมจำนวนมากซึ่งต่อมาบางเซลล์พัฒนาเป็นสเปอร์มาโทไซด์ระยะแรกโดยสเปอร์มาโทไซด์ ระยะแรกจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้สเปอร์มาโทไซด์ระยะที่สองซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส II ได้สเปอร์มาทิดตามลำดับจากนั้นพัฒนาเป็นสเปิร์ม - กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเนียมแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสได้โอโอโกเนียมซึ่งจะพัฒนาเป็นโอโอไซด์ระยะแรกแล้วแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้โอโอไซด์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			ระยะที่สองซึ่งจะเกิดการตกไข่ต่อไปเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสเปิร์ม โอโอไซต์ระยะที่สองจะแบ่งแบบไมโอซิส II แล้วพัฒนาเป็นเซลล์ไข่ - การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ได้ไซโกตซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝังตัวที่ผนังมดลูกจนกระทั่งครบกำหนดคลอด
๒๑	ระบบ สืบพันธุ์ และการ เจริญเติบโต	๑๕. อธิบายการ เจริญเติบโตระยะ เอ็มบริโอและระยะหลัง	- การเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น กบไก่ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะเริ่มต้นด้วยการแบ่งเซลล์ของไซโกตการเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ ๓ ชั้น คือเอกโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม การเกิดอวัยวะ โดยมีการเพิ่มจำนวน ขยายขนาด และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ซึ่งพัฒนาการของอวัยวะต่างๆ จะทำให้มีการเกิดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด - การเจริญเติบโตของมนุษย์จะมีขั้นตอนคล้ายกับการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ โดยเอ็มบริโอจะฝังตัวที่ผนังมดลูกและมีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับลูกผ่านทางรก
๒๒	พฤติกรรม ของสัตว์	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง พฤติกรรมที่เป็นมาแต่ กำเนิดและพฤติกรรมที่ เกิดจากการเรียนรู้ของ สัตว์ ๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ระหว่าง พฤติกรรมกับ วิวัฒนาการของ ระบบประสาท ๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่าง การสื่อสารระหว่างสัตว์ ที่ทำให้สัตว์แสดง พฤติกรรม	- พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงพฤติกรรม - พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น โอเรียนเตชั่น (แทกซิสและไคนีซิส) รีเฟล็กซ์และแพทเทิร์น - พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้แบ่งได้เป็นแอบิซูเอชัน การฝังใจ การเชื่อมโยง(การลองผิดลองถูกและการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล - ระดับการแสดงพฤติกรรมที่สัตว์แต่ละชนิด แสดงออกจะแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการของระบบประสาทที่แตกต่างกัน - การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่งซึ่งมีหลายวิธีเช่น การสื่อสารด้วยท่าทางการสื่อสารด้วยเสียงการสื่อสารด้วยสารเคมี และการสื่อสารด้วยการสัมผัส

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๒๓	ความหลากหลายทางชีวภาพ	๑. อภิปราย ความสำคัญของความ หลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยง ระหว่างความ หลากหลายทาง พันธุกรรม ความ หลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลาย ของระบบนิเวศ	- ความหลากหลายทางชีวภาพประกอบด้วยความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ - การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มี ความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้นและสืบทอดลูกหลานต่อไปได้ - สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนานหลายชั่วรุ่นซึ่งอาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ ส่งผลให้เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ - แหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละแหล่งที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้น จะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกันทำให้เกิด ความหลากหลายของระบบนิเวศ
		๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	- จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์โดยเซลล์รูปแบบแรกที่เกิดขึ้นคือเซลล์โพรคาริโอตและมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอตและจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างแบบง่ายๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน
		๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์	- แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต ผนังเซลล์มีเพปทิโดไกลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญ แบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิตแต่แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไชยาโนแบคทีเรีย สร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตมีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ อาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ - พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอตมีผนังเซลล์ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิตแบบสลับและมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๒๓	ความหลากหลายทางชีวภาพ	๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์	- ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ผนังเซลล์มีไคตินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้และดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต - สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอต ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่นส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหารบางชนิดอาจเป็นปรสิต สัตว์มีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ - สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณาลักษณะต่างๆ คือเนื้อเยื่อสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของבלาสโทพอร์การเจริญในระยะตัวอ่อน ทำให้อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อยเช่น กลุ่มฟองน้ำกลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอยและหมีกลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลม กลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้องกลุ่มดาวทะเลและปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด
		๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้น สปีชีส์ ๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่	- การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับชั้นต่างๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็นหมวดหมู่ย่อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัมคลาส ออร์เดอร์ แฟมิลี จินัส และสปีชีส์ - ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้นสปีชีส์ ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินาม เพื่อใช้ในการระบุถึงสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกัน ประกอบด้วย ๒ ส่วน โดยส่วนแรกเป็นชื่อสกุล ส่วนหลังเป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น หรือเป็นคำที่มีความหมายเฉพาะโดยทั้ง ๒ ส่วนนี้ต้องเป็นภาษาละติน - ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อระบุหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นต่างๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการนำลักษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิตมาพิจารณาเป็นคู่ - วิทเทเกอร์เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอตและจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอม ประกอบด้วยมอเนอรา โพรทิสตา พืชฟังไจ และสัตว์ - ไวสซ์และคณะ จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมน ประกอบด้วยแบคทีเรีย อาร์เคียและยูคารีอตา โดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมน เป็นกลุ่มย่อย

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			จะใช้หลักที่ว่าสิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกัน มีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน
๒๔	ระบบนิเวศ และ ประชากร	๑. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่าง กระบวนการถ่ายทอด พลังงานในระบบนิเวศ ๒. อธิบาย ยกตัวอย่าง การเกิดไบโอแมกนิฟิเค ชัน และบอกแนวทาง ในการลดการเกิดไบโอ แมกนิฟิเคชัน ๓. สืบค้นข้อมูล และ เขียนแผนภาพ เพื่อ อธิบายวัฏจักร ไนโตรเจน วัฏจักร กำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส	- ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้นกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอดพลังงานในระบบ นิเวศสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพที่เรียกว่าโซ่อาหาร สายใยอาหาร และพีระมิดทางนิเวศวิทยา - พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละลำดับขั้นการกินอาหารมี ปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียไปในรูป ความร้อนระหว่างการถ่ายทอด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยัง สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง - การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้ง อาจทำให้ มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วยเรียกว่า การเกิดไบโอ แมกนิฟิเคชัน ซึ่งอาจมีระดับความเข้มข้นของสารพิษมาก ขึ้นตามลำดับขั้นของการกินจนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อ สิ่งมีชีวิต - สารต่างๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นผ่านทั้ง ในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตกลับคืนสู่ระบบอย่างเป็นวัฏ จักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักร ฟอสฟอรัส
		๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และ อธิบายลักษณะของไบ โอเมที่กระจายอยู่ตาม เขตภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลก	- ไบโอมคือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตามเขต ภูมิศาสตร์ต่างๆบนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวัน นา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละไบโอมจะมี ลักษณะเฉพาะของปัจจัยทางกายภาพ ชนิดของพืชและ ชนิดของสัตว์
๒๔	ระบบนิเวศ และ ประชากร	๕. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการ เปลี่ยนแปลงแทนที่ แบบปฐมภูมิ และการ เปลี่ยนแปลงแทนที่ แบบทุติยภูมิ	- ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้การเปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้นอย่างช้าๆทำให้ระบบนิเวศสามารถปรับสมดุลได้ แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอาจส่งผล กระทบต่อองค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศทำให้ เกิดการเปลี่ยนแปลง แทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น - การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยามีทั้งการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและการเปลี่ยนแปลง แทนที่แบบทุติยภูมิ
		๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับ	- ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะหลายประการ ที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของประชากร ความ หนาแน่นของประชากร การกระจายตัวของสมาชิกใน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก ๘. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร	ประชากร โครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่าง เพศอัตราการเกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้า การอพยพออกของประชากร และการรอดชีวิต ของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน - ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ - การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ - การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง - การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ซึ่งแบ่งได้เป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากรและปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร - ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็วแบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมเป็นต้นมา
๒๕	มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม	๙. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา	- ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้รับการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ - การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสาร อินทรีย์ในน้ำ- การจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรมีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหา คุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างถูกต้อง การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ
		๑๐. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา	- การปนเปื้อนของสารเคมีฝุ่นละอองและจุลินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุการเกิดไฟป่าและการเกิดแก๊สพิษจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่างๆ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			- การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย การกำหนดนโยบายและวางแผนงานเพื่อป้องกัน และแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแล รักษาคุณภาพอากาศ
		๑๑. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหาที่เกิดขึ้น ทรัพยากรดิน และ ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนว ทางแก้ไขปัญหา	- มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ - การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์ สูงสุดควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิด มลพิษและความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการ ปลูกจิตสำนึกในการใช้ดิน อย่างถูกต้อง
๒๕	มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม	๑๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกัน การทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้	- พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจาก การกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดินการเผาป่า การทำเหมืองแร่ - พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ได้ - การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่งเสริมการปลูกป่าป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปลูกจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์ป่าไม้
		๑๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า	- การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า - การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการ รวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่าลดจำนวนลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกันอนุรักษ์

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๕ รายวิชา ชีววิทยา๕
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๒๐	ระบบต่อมไร้ท่อ - การทำงานร่วมกันของระบบต่อมไร้ท่อและระบบประสาท - ต่อมไร้ท่อ - ฮอรโมนและการทำงานของฮอรโมน - การรักษาสมดุลของฮอรโมน	๑๒
๒๑	ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต - การสืบพันธุ์ของสัตว์ - การสืบพันธุ์ของมนุษย์ - การเจริญเติบโตของสัตว์	๑๐
๒๒	พฤติกรรมของสัตว์ - การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ - กลไกการเกิดพฤติกรรม - ประเภทพฤติกรรมของสัตว์ - ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและวิวัฒนาการของระบบประสาท - การสื่อสารระหว่างสัตว์	๖
๒๓	ความหลากหลายทางชีวภาพ - ความหลากหลายทางชีวภาพ - ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต - การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	๑๘
๒๔	ระบบนิเวศและประชากร - ระบบนิเวศ - ไบโอม - การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ - ประชากร	๕
๒๕	มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม - ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ - การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและการจัดการ - การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน	๙
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๖	รายวิชา ชีววิทยา๖	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ลักษณะจำเพาะของสิ่งมีชีวิต แขนงวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาและการใช้ความรู้ทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ชีววิทยากับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ความตระหนักในเรื่องชีวจริยธรรม การศึกษาชีววิทยาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการศึกษาวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ศึกษาเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ศึกษาส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง หลักการทำงาน วิธีกรใช้รวมทั้งการดูแลและเก็บรักษา ศึกษาโครงสร้างของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจระดับเซลล์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เซลล์สร้างพลังงานจากการสลายสารอาหารสำหรับนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆของเซลล์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปรายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีทักษะเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรมคุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๖ รายวิชา ชีววิทยา๖	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่างๆที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต
๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกและระบุชนิดของกรดนิวคลีอิก และความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต
๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง
๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์
๑๓. อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของนิวเคลียส
๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต
๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส
๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส จากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส
๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์
๑๘. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและพลาเนเรีย

๑๙. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหาร
ภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์
 ๒๐. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ
และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ
- รวม ๒๐ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๖ รายวิชา ชีววิทยา๖
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สาระชีววิทยา ข้อ ๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิบัติการเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	๑.อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้	- สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงานมีการเจริญเติบโต มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์ มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่างๆ อย่างเป็นระบบสิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต -การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ และสิ่งมีชีวิต ตามลำดับ	
	๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	-วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถาม ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล -การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความรู้จากแขนงวิชาต่างๆ ของชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและควรคำนึงถึงชีวจริยธรรมและจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง	
	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่างๆที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	-สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน มีสมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดี เก็บความร้อนได้ดี และมีความจุความร้อนสูงซึ่งช่วยรักษาคุณภาพของเซลล์ได้ -ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออนในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุเป็นองค์ประกอบด้วย	
	๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของ	-คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนแบ่งตามขนาดโมเลกุลออกได้เป็น ๓ กลุ่ม คือ มอนอแซ็กคาร์ไรด์ ไดแซ็กคาร์ไรด์ และพอลิแซ็กคาร์ไรด์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	คาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต		
	๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจนบางชนิดอาจมี ธาตุ ฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์	
	๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกและระบุชนิดของกรดนิวคลีอิก และ ความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ - กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรมทำหน้าที่เก็บ และถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม มี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA	
	๘. สืบค้นข้อมูล และ อธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	-เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีประกอบด้วยปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา -เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่ง ถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้ สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ -อุณหภูมิ สภาพความเป็นกรด-เบส และตัวยับยั้งเอนไซม์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	
	๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้อง	-กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	จุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องบอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง	-กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโออาศัยเลนส์ทำให้เกิดภาพขยาย -กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยายโดยอาศัยเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอนซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่าน และชนิดส่องกราด -ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงต้องมีวิธีเตรียมที่ถูกต้องและเหมาะสมกับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการศึกษา -กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดซับซ้อน และราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้อย่างถูกวิธี มีการเก็บและรักษาดูแลที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถใช้งานได้นาน	
	๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ ๑๓. อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ ของนิวเคลียส	-เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส -ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือ เยื่อหุ้มเซลล์ แต่ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืชจะมีผนังเซลล์เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง -โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วย โมเลกุลของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด -ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์ -นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายในมี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด	
	๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการ	-สารต่างๆมีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่างๆได้แก่ การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต กระบวนการเอกโซไซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	ลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกไซโทซิส และการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส	-แก๊สต่างๆเข้าและออกจากเซลล์โดยการแพร่ ส่วนน้ำ เข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยออสโมซิส -ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ จำเป็นต้องอาศัยโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต -แอกทีฟทรานสปอร์ต เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง -สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือลำเลียงผ่านโปรตีนที่เป็นตัวพาจะถูกลำเลียงออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกไซโทซิส - สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น 3 แบบ ได้แก่ พิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ	
	๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส จากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบ	- การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ ประกอบด้วยอินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และการแบ่งไซโทพลาซึม - การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วยระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และทีโลเฟส - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วยระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I และทีโลเฟส I ระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II แอนาเฟส II และทีโลเฟส II - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้ เซลล์ร่างกายเพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือถูกทำลายไปได้ ส่วนการนิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้าเข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์	
สาระชีววิทยา ข้อ ๔ เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต สอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ ๑๘. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและพลาเนเรีย	-รา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในพุดแควโอลโดยเอนไซม์ในไลโซโซม -ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์ โดยเอนไซม์ในไลโซโซม -ไฮดราและพลาเนเรีย มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ จะกินอาหารและขับกากอาหารออกทางเดียวกัน -ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์	
	๑๙. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	-การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และ การย่อยทางเคมีโดยอาศัยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กจนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ -การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก -สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอยแล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหารประเภทลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย -อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วนดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ ที่เหลือเป็นกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก	
สาระชีววิทยา ข้อ ๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและ	๒๐. อธิบาย เปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ	- การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหารที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือ ไกลโคไลซิส วัฏจักรเครบส์ และกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
วิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์		- การหายใจระดับเซลล์ พลังงานส่วนใหญ่ได้จากขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP - ในภาวะที่ออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะไกลโคลิซิส ผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และพืชอาจได้กรดแลกติก หรือ เอทิลแอลกอฮอล์	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๖ รายวิชา ชีววิทยา๖
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑	การศึกษาชีววิทยา	๑.อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้	-สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงาน มีการเจริญเติบโตมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์ มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่างๆ อย่างเป็นระบบสิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต -การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ และสิ่งมีชีวิต ตามลำดับ
		๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	-วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถาม ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล -การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความรู้จากแขนงวิชาต่างๆ ของชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและควรคำนึงถึงชีวจริยธรรมและจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง
๒	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	-สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน มีสมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดี เก็บความร้อนได้ดี และมีความจุความร้อนสูงซึ่งช่วยรักษาคุณภาพของเซลล์ได้ -ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออนในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุเป็นองค์ประกอบด้วย
		๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของ	-คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนแบ่งตามขนาดโมเลกุลออกได้เป็น๓กลุ่ม คือ มอนอแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		คาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	
		๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจนบางชนิดอาจมี ธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ
		๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์
		๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกและระบุนิตของกรดนิวคลีอิก และความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่านิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ - กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรมทำหน้าที่เก็บ และถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม มี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA
		๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	-เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีประกอบด้วยปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วจำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา -เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่ง ถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ -อุณหภูมิ สภาพความเป็นกรด-เบส และตัวยับยั้งเอนไซม์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๓	เซลล์และการทำงานของเซลล์ของเซลล์	๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง	-กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์ -กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโออาศัยเลนส์ทำให้เกิดภาพขยาย -กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยายโดยอาศัยเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอนซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่าน และชนิดส่องกราด -ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงต้องมีวิธีเตรียมที่ถูกต้องและเหมาะสมกับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการศึกษา -กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดซับซ้อน และราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้อย่างถูกวิธี มีการเก็บและรักษาดูแลที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถใช้งานได้นาน
		๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ ๑๓. อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ ของนิวเคลียส	-เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส -ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือ เยื่อหุ้มเซลล์ แต่ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืชจะมีผนังเซลล์เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง -โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด -ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์ -นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายในมี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด
		๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟา	-สารต่างๆมีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่างๆได้แก่ การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอก

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ซิติเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส	ทีฟทรานสปอร์ต กระบวนการเอกไซโซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส -แก๊สต่างๆเข้าและออกจากเซลล์โดยการแพร่ ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยออสโมซิส -ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ จำเป็นต้องอาศัยโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต -แอกทีฟทรานสปอร์ตเป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง -สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือลำเลียงผ่านโปรตีนที่เป็นตัวพาจะถูกลำเลียงออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกไซโซโทซิส - สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบ ได้แก่ ฟินไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ
		๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส	- การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ ประกอบด้วยอินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และการแบ่งไซโทพลาซึม - การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วยระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และทีโลเฟส - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วยระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I และทีโลเฟส I ระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II แอนาเฟส II และทีโลเฟส II - การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้เซลล์ร่างกายเพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และ

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือถูกทำลายไปได้ ส่วนการนิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ - การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้าเข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์
๔	ระบบย่อยอาหาร	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบ เทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ ๑๘. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและพลาเนเรีย	-รา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในพุดแวคิวโอลโดยเอนไซม์ในไลโซโซม -ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์โดยเอนไซม์ในไลโซโซม -ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ -ไฮดราและพลาเนเรีย มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ จะกินอาหารและขับกากอาหารออกจากเดียวกัน
		๑๙. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	-การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และการย่อยทางเคมีโดยอาศัยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กจนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ -การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก -สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอย แล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหารประเภทลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย -อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วนดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ ที่เหลือเป็นกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๓	เซลล์และการทำงานของเซลล์ของเซลล์	๒๐. อธิบาย เปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ใน	- การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหารที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิส วัฏจักรเครปส์ และกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน - การหายใจระดับเซลล์ พลังงานส่วนใหญ่ได้จากขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP - ในภาวะที่ออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะไกลโคลิซิส ผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และพืชอาจได้กรดแลกติก หรือ เอทิลแอลกอฮอล์

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๖ รายวิชา ชีววิทยา๖
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๑	การศึกษาชีววิทยา ๑.๑ การศึกษาชีววิทยา ๑.๒ ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ๑.๓ การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ๑.๔ กิจกรรมสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	๑๐
๒	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ๒.๑ อะตอม ธาตุและสารประกอบ ๒.๒ น้ำ ๒.๓ สารประกอบคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต ๒.๔ ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	๒๐
๓	เซลล์และการทำงานของเซลล์ ๓.๑ กล้องจุลทรรศน์ ๓.๒ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ๓.๓ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ๓.๔ การหายใจระดับเซลล์ ๓.๕ การแบ่งเซลล์	๒๐
๔	ระบบย่อยอาหาร ๔.๑ การย่อยอาหารของสัตว์ ๔.๒ การย่อยอาหารของมนุษย์	๑๐
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๗	รายวิชา ชีววิทยา๗	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซม และสารพันธุกรรม โครงสร้างของ DNA การจำลอง DNA การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA มีวเทชั่น และการเกิดมีวเทชั่น ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ศึกษาเทคโนโลยีทาง DNA พันธุวิศวกรรมและการโคลนนิ่ง การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA และเทคโนโลยีทาง DNA กับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลและกำเนิดสปีชีส์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปรายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีทักษะเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรมคุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๗ รายวิชา ชีววิทยา๗	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลองของเมนเดล
๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์ และจีโนไทป์แบบต่างๆของรุ่น F๑ และ F๒
๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
๕. อธิบายการถ่ายยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของDNA และสรุปการจำลองDNA
๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของDNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง สารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรค และกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
๑๐. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ ฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน
๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีล และจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก
๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๗ รายวิชา ชีววิทยา๗
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิ่งเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตภาวะสมดุลของฮาร์ดี ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลองของเมนเดล ๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่างๆ ของรุ่น F _๑ และ F _๒	- เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จนสรุปเป็นกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ - กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่เป็นคู่จะแยกออกจากกันในช่วงการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะมีเพียงอัลลีลใดแอลลีลหนึ่ง - กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมีใจความว่า หลังจากคู่ของแอลลีลแยกออกจากกัน แต่ละแอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอลลีลอื่นๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกัน ในการเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์	
	๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผลการทดลองของเมนเดล เรียกลักษณะเหล่านี้ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น การขมไม่สมบูรณ์ การขมร่วมกัน มัลติเปิลแอลลีล ยีนบนโครโมโซมเพศ และพอลิยีน - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันชัดเจน เช่น การมีติ่งหู	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		หรือไม่มีติ่งหู ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย และลดหลั่นกันไป เช่น ความสูงและสีผิวของมนุษย์ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง และสิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการแสดงลักษณะนั้น	
	๕. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	- โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซม และโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม บางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศ ซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X - เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสอาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์	
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA ๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน และหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลิล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และ	- DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์แต่ละ นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และ G - โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สาย เรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวา โดยการเข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของเบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G - ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโนของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เอนไซม์ และอื่นๆ มีผล	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	เชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล	ทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏลักษณะต่างๆได้ - DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบและสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ซึ่งจะมีโครงสร้างและลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม - DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA ๓ ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน - RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยว แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G	
	๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรค และกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ และทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น รังสี และสารเคมี - การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเทชัน ระดับยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ เป็นผลมาจากการแทนที่คู่เบส - การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไป หรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม เช่น การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งหมด เป็นสาเหตุของการเกิดมิวเทชันระดับ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		โครโมโซม เช่น กลุ่มอาการครีคูชาต์และกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการเทอร์เนอร์ และกลุ่มอาการโคลน์เฟสเตอร์	
	๑๐.อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ๑๑.สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่างและอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	- การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการมาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติตามที่ต้องการ - เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่นสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม โดยการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม	
	๑๒.สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	- หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์ ภายภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ และด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล - มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ค้นพบ ละจากการเปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์กับ ไพรเมตอื่นๆ	
	๑๓.อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ ฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	- ฌอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อม โดยอาศัยกฎการใช้และไม่ใช้ และกฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ - ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตมี	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		แนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มีลักษณะแตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวนหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถมีชีวิตรอด และถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้	
	๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	- เมื่อประชาชนอยู่ในภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กโดยประชาชนมีขนาดใหญ่ ไม่มีการถ่ายเทยีนระหว่างประชากร ไม่เกิดมิวเทชัน สมาชิกทุกตัวมีโอกาสผสมพันธุ์ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือกโดยธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของแอลลีลของลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่รุ่นก็ตาม เป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ - การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีลในประชากร เกิดจากปัจจัยหลายประการนำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ	
	๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	- สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีกประชากรหนึ่ง ในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้ประชากรทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันและวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ - ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ ๒ แนวทาง คือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์และเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๗ รายวิชา ชีววิทยา๗
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๕	การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ สรุปผลการทดลองของเมนเดล ๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการ แยก และกฎแห่งการรวมกลุ่ม อย่างอิสระ และนำกฎของเมน เดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการ การคำนวณโอกาสในการเกิดฟี โนไทป์และจีโนไทป์แบบต่างๆ ของรุ่น F๑ และ F๒	-เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม โดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จน สรุปเป็นกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการ รวมกลุ่มอย่างอิสระ - กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่ เป็นคู่จะแยกออกจากกันในช่วงการ สร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละ เซลล์จะมีเพียงอัลลีลใดแอลลีล หนึ่ง - กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมีใจความ ว่า หลังจากคู่ของแอลลีลแยกออกจากกัน แต่ละแอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอล ลีลอื่นๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกัน ในการเข้า ไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์
		๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการ ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์ เมนเดล ๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และ เปรียบเทียบลักษณะทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ ต่อเนื่องและลักษณะทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบาง ลักษณะให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผล การศึกษาของเมนเดล เรียกลักษณะเหล่านี้ ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยาย ของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น การขมไม่ สมบูรณ์ การขมร่วมกัน มัลติเปิลแอลลีล ยีนบนโครโมโซมเพศ และพอลิยีน - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความ แตกต่างกันชัดเจน เช่น การมีติ่งหู หรือไม่มี ติ่งหู ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการ แปรผันไม่ต่อเนื่อง - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความ แตกต่างกันเล็กน้อย และลดหลั่นกันไป เช่น ความสูงและสีผิวของมนุษย์ถูกควบคุมโดย ยีนหลายคู่ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มี การแปรผันต่อเนื่องและสิ่งแวดล้อมอาจมี ผลต่อการแสดงลักษณะนั้น
		๕. อธิบายการถ่ายทอดยีน โครโมโซมและยกตัวอย่าง ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูก	- โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออ โตโซม และโครโมโซมเพศ ลักษณะทาง พันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและ ยีนบนโครโมโซมเพศ	โตโซม บางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบน โครโมโซมเพศ ซึ่งส่วนมากเป็นยีนบน โครโมโซม X - เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบน โครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูก ถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดครอสซิงโอ เวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสอาจทำให้ ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้ แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอ เวอร์
๖	โครโมโซม และสาร พันธุกรรม	๖.สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทาง เคมีของDNA และสรุปการ จำลองDNA ๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนใน กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน และหน้าที่ของDNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีน ๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง สารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และ เชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุ ศาสตร์เมนเดล	- DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ แต่ ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลดีออก ซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และG - โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สาย เรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียน ขวา โดยการเข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจาก การจับคู่ของเบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G - ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุม ลักษณะทางพันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนด ลำดับกรดอะมิโนของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่ เป็นโครงสร้าง เอนไซม์ และอื่นๆ มีผลทำให้ เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏลักษณะต่างๆได้ - DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็น แม่แบบและสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ซึ่งจะมี โครงสร้างและลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม - DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA ๓ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำ หน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน - RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สาย เดี่ยว แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัส เบส คือ A U C และ G

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรค และกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ในDNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ และทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น รังสี และสารเคมี - การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเทชัน ระดับยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ เป็นผลมาจากการแทนที่คู่เบส - การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไป หรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม เช่น การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งชุด เป็นสาเหตุของการเกิดมิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่มอาการครีคูชาต์ และกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการเทอร์เนอร์ และกลุ่มอาการไคลน์เฟลเตอร์
๗	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	๑๐.อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ๑๑.สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่างและอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	- การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการมาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติตามที่ต้องการ - เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม โดยการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม
๘	วิวัฒนาการ	๑๒.สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	- หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์ กายภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ การ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			แพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ และด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล - มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็น เวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจาก ซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ ค้นพบ ละเอียดจากการเปรียบเทียบลำดับเบส บน DNA ระหว่างมนุษย์กับ ไพรเมตอื่น ๆ
		๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบ แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิตของ ฌอง ลามาร์ก และ ทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	- ฌอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบาย เกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตมี การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับ สภาพแวดล้อม โดยอาศัยกฎการใช้และไม่ ใช้ และกฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิด ขึ้นมาใหม่ - ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการ คัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตมี แนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มีลักษณะ แตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวน หนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถ มีชีวิตรอด และถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสม ไปยังรุ่นต่อไปได้
		๑๔. ระบุสาระสำคัญ และ อธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุล ของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้ เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ ของแอลลีลในประชากร พร้อม ทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีล ในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหา ความถี่ของแอลลีล และจีโนไทป์ ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ ดี-ไวน์เบิร์ก ๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ อธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	- เมื่อประชาชนอยู่ในภาวะสมดุลของฮาร์ดี- ไวน์เบิร์กโดยประชาชนมีขนาดใหญ่ ไม่มี การถ่ายเทยีนระหว่างประชากร ไม่เกิดมิว เทชัน สมาชิกทุกตัวมีโอกาสผสมพันธุ์ได้ เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือกโดย ธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของแอลลีลของ ลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่ รุ่นก็ตาม เป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิด วิวัฒนาการ - การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลล ลีลในประชากร เกิดจากปัจจัยหลาย ประการนำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ - สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเท เคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีก ประชากรหนึ่ง ในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			ประชากรทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันและวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ - ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ ๒ แนวทาง คือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์และเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๗ รายวิชา ชีววิทยา๗

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๕	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ๕.๑ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ๕.๒ การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล ๕.๓ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน	๑๑
๖	โครโมโซม และสารพันธุกรรม ๖.๑ โครโมโซม ๖.๒ สารพันธุกรรม ๖.๓ สมบัติของสารพันธุกรรม ๖.๔ มิวเทชัน	๑๐
๗	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ๗.๑ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ๗.๒ การหาขนาดของDNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ๗.๓ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ๗.๔ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม	๒๑
๘	วิวัฒนาการ ๘.๑ วิวัฒนาการ ๘.๒ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ๘.๓ แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ๘.๔ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ๘.๕ กำเนิดสปีชีส์	๑๘
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๘ รายวิชา ชีววิทยา๘
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เพศเมีย และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดและโครงสร้างของเมล็ดและผล ศึกษาชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อเจริญ โครงสร้างภายในของราก ลำต้น และใบของพืช ศึกษาการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช กลไกการลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารในพืช ศึกษาการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และพืช CAM ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช รวมทั้งศึกษาสภาพพักตัวของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สิ่งเร้าภายในและภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๘ รายวิชา ชีววิทยา๘
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบายวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๓)
๒. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๔)
๓. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๕)
๔. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑)
๕. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๒)
๖. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๓)
๗. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๔)
๘. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๕)
๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๖)
๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๗)
๑๑. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๘)
๑๒. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๙)
๑๓. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C๓ (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๐)
๑๔. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C๓ พืช C๔ และ พืช CAM (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๑)
๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๒)
๑๖. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๖)
๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๗)
๑๘. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (สาระชีววิทยา ข้อ ๓ ม.๕/๑๘) **รวมทั้งหมด ๑๘ ผลการเรียนรู้**

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๘ รายวิชา ชีววิทยา๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๓	อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก	** พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์ เรียก ระยะสปอโรไฟต์ (๒n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียกระยะแกมีโทไฟต์ (n) ** ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่างๆ	
	อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	** พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน ** การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไม่โครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ ๒ เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์และเจนอเรทิฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจนอเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้ ๒ เซลล์ ** การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวูลในรังไข่ โดยเซลล์ที่เรียกว่า เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งไมโอซิสได้เมกะสปอร์ ซึ่งในพืชส่วนใหญ่จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง ๑ เซลล์ ที่เหลืออีก ๓ เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส ๓ ครั้ง ได้ ๘ นิวเคลียส ที่ประกอบด้วย ๗ เซลล์โดยมี ๑ เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ เรียกเซลล์ไข่ ส่วนอีก ๑ เซลล์มี ๒ นิวเคลียสเรียกโพลาร์นิวคลีไอ ** การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ โดยคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่งกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอดีเป็นเอนโดสเปิร์มนิวเคลียส ซึ่งจะเจริญและพัฒนาต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล	** ภายหลังการปฏิสนธิ ออวูลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล ** โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อสิ่งมีชีวิตอื่น	
ชีววิทยา ข้อ ๓	อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	** เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร ** เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ** เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพิน และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน	
	สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	** ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืช เจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ** โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ ** โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ ** โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์ม ซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรง	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น	
	สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของ ลำต้นพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัด ตามขวาง	** ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่สร้างใบและช่ใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ** โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ ** ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดอร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น	
ชีววิทยา ข้อ ๓	สังเกต และอธิบาย โครงสร้างภายในของ ใบพืชจากการตัด ตามขวาง	** ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ ** โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ ๓ กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง	
	สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการ แลกเปลี่ยนแก๊สและ การคายน้ำของพืช	** พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทางรูปากใบ เรียกว่า การคายน้ำ ** ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิ สภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช	
	สืบค้นข้อมูล และ อธิบายกลไกการ ลำเลียงน้ำและธาตุ อาหารของพืช	** พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นการดูดน้ำจาก	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ดินสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวตั้ง ** ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับแรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน ** ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากจนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่าแรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์ กัดเตชัน	
	สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	** พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหารเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ	
	อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	** อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไก การลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำ ไปยังแหล่งรับ	
	สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	** การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่ได้คือ น้ำตาล ออกซิเจน	
ชีววิทยา ข้อ ๓	อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C _๓	** กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ** ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดซ์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ NADPH+ H⁺ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์	
	เปรียบเทียบกลไกการตรึง	** การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	คาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C ₃ พืช C ₄ และพืช CAM	ประกอบด้วยคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงปรีติวซ์ สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มี คาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูก นำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C ₃ จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวิน เพียงอย่างเดียว ** พืช C ₄ ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรก เกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์ โดย PEP และเอนไซม์ เพพ คาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ กรดมา ลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีทและ ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ ในวัฏจักรคัลวินต่อไป ** พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ คล้ายพืช C ₄ แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอนอ นินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืนและปล่อยออกมา ในเวลากลางวันเพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุป ปัจจัยความเข้มของ แสง ความเข้มข้น ของ คาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผล ต่อการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช	** ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ	
	ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอก ของเมล็ด สภาพพัก ตัวของเมล็ด และ บอกแนวทางในการ แก้สภาพพักตัวของ เมล็ด	** เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิด สามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถ งอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว ** เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัย บางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดซึ่งสภาพ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		พักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัยที่ยับยั้ง	
	สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร	** พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก	
	สืบค้นข้อมูล ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	** แสงสว่าง แรงแม่เหล็กของโลก สารเคมี และน้ำเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ** ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายในและสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุผลผลิตได้	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๘ รายวิชา ชีววิทยา๘
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๘	การสืบพันธุ์ของพืชดอก	อธิบายวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก	** พืชดอกมีวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์ เรียก ระยะสปอโรไฟต์ (๒n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียก ระยะแกมีโทไฟต์ (n) ** ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ
		อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	** พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน ** การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไม่โครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ ๒ เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์และเจนูเรทิฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจนูเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้ ๒ เซลล์
		อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล	** ภายหลังการปฏิสนธิ ออวูลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล ** โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
๙	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	** เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร ** เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ** เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบ

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			เนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน
๙	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	** ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืชเจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ** โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ ** โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ** โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์มซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น
		สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	** ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่สร้างใบและชูใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ** โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			** ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดอร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น
		สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง	** ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ ** โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ ๓ กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
๑๐	การลำเลียงของพืช	สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช	** พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทางรูปากใบ เรียกว่า การคายน้ำ ** ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิ สภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช
		สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช	** พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นการดูดน้ำจากดินสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวดิ่ง
		สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	** ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับแรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน ** ในสภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก จนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่าแรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กัตเตชัน ** พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการ

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			เจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหาร เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ
		อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	** อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไกการลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำไปยังแหล่งรับ
๑๑	การสังเคราะห์ด้วยแสง	สืบค้นข้อมูล และสรุป การศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	** การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่ได้ คือ น้ำตาล ออกซิเจน
๑๑	การสังเคราะห์ด้วยแสง	อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3	** กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ** ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดซ์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ $NADPH + H^+$ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์ ** การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์ สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C_3 จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว
		เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และพืช CAM	** พืช C_4 ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์ โดย PEP และเอนไซม์เพบคาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ กรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีท

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ในวัฏจักรคลวินต่อไป ** พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คล้ายพืช C ₄ แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืนและปล่อยออกมาในเวลากลางวันเพื่อใช้ในวัฏจักรคลวินต่อไป
		สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	** ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ
๑๒	การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช	ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด	** เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิดสามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถงอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว ** เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัยบางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัยที่ยับยั้ง
		สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร	** พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก
		สืบค้นข้อมูล ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผล	** แสงสว่าง แรงโน้มถ่วงของโลก สารเคมี และน้ำเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ต่อการเจริญเติบโตของพืช	** ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายในและสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุผลผลิตได้

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๘ รายวิชา ชีววิทยา๘

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

เวลา ๖๐ ชั่วโมง

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๘	การสืบพันธุ์ของพืชดอก	๑๐
๙	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	๑๗
๑๐	การลำเลียงของพืช	๙
๑๑	การสังเคราะห์ด้วยแสง	๑๔
๑๒	การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช	๑๐
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๙	รายวิชา ชีววิทยา๙	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์และมนุษย์ การทำงานของปอดและการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ ศึกษากระบวนการหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดในสัตว์ โครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ เซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ หมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh ส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง โครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง ศึกษากลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ การสร้างภูมิคุ้มกัน ก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสัตว์ โครงสร้างและหน้าที่ของไต กลไกการทำงานของหน่วยไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกายของมนุษย์ และความผิดปกติของไตจากโรคต่าง ๆ ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุปเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๙ รายวิชา ชีววิทยา๙
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๔)
๒. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๕)
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๖)
๔. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๗)
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๘)
๖. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๙)
๗. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๐)
๘. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุป การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๑)
๙. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๒)
๑๐. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๓)
๑๑. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๔)
๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๕)
๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๖)
๑๔. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๗)
๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๘)

๑๖. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๑๙)
๑๗. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๒๐)
๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๕/๒๑)
๑๙. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลารารีเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑)
๒๐. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๒)
๒๑. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๓)
๒๒. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๔)
๒๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๕)
๒๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๖)
๒๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๗)
๒๖. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอดโฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๘)
๒๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๙)
๒๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๐)
๒๙. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่างๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๑)

รวมทั้งหมด ๒๙ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๙ รายวิชา ชีววิทยา๙
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๔	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮโดร่า พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก	** ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น ** แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลมซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอย ** ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลายอยู่ในน้ำผ่านเหงือก ** สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและผิวหนังในการแลกเปลี่ยนแก๊ส	
	สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	** สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส	
	สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์	** ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วยช่องจมูก โปรงจมูก คอหอย หลอดเสียง ท่อลม หลอดลม และถุงลมในปอด ** ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยเช่นกัน	
	อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์	** การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศภายในปอด โดยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง และควบคุมโดยสมองส่วนพอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด	** สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม ** สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือดซึ่งประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด	
	สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด	** ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวกหอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดิน และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	
	อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์	** ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือดซึ่งเลือดไหลเวียนอยู่เฉพาะในหลอดเลือด	
	สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	** หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และ เวนทรีเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ โดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนทรีเคิล และระหว่างเวนทรีเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ ** เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออร์ตาร์ อาร์เตอรี อาร์เตอรีโอล หลอดเลือดฝอย เวนูล เวน และเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ ** ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงานของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือดและ ชีพจร	
	สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา	** เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ เพลตเลต และพลาสมาซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน	
	อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh	** หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็น เลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น เลือดหมู่ Rh+ และ Rh- การให้และรับเลือดมีหลักว่า แอนติเจนของผู้ให้	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และการให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุด คือ ผู้ให้และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน	
	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง	** ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมาอยู่ระหว่างเซลล์ เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงเซลล์และสามารถแพร่เข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่งต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอยจะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น และเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวนใกล้หัวใจ ** ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่นำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดต่อมน้ำเหลืองเป็นท่อยของเซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมากับน้ำเหลือง	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ	** กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมมีอยู่ ๒ แบบ คือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ ** ต่อมน้ำมัน ต่อมน้ำเหลือง ที่ผิวหนังช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิลและโมโนไซต์จะมีการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิลเกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการแพ้ ซึ่งเป็นการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา	** การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ชนิดเซลล์บีและเซลล์ที ** อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนองของลิมโฟไซต์ประกอบด้วยต่อมน้ำเหลือง ทอนซิล ม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		** การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกาย มี ๒ แบบ คือ ภูมิคุ้มกันตัวเอง และภูมิคุ้มกันรับมา	
	สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	** การได้รับวัคซีนหรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของภูมิคุ้มกันตัวเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจนเข้าสู่ร่างกาย ส่วนภูมิคุ้มกันรับมาเป็นการรับแอนติบอดีโดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับน้ำนมแม่ ** เอดส์ ภูมิแพ้ และการสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง เป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	** อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีคอนแทรกไทล์แวคิวโอลทำหน้าที่ในการกำจัดและรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์ ** ฟองน้ำและไฮดรามีเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกับน้ำโดยตรง ของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่สภาพแวดล้อม ** พลาเนเรียใช้แฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้างตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย ** ไส้เดือนดินใช้เนฟรีเดียม แมลงใช้มัลปิเกียนทิวบูล และสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่ายของเสีย	
	อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย	** ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่ายและรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย ** ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอก ที่เรียกว่า คอร์เท็กซ์ และบริเวณส่วนใน ที่เรียกว่า เมดัลลา และบริเวณส่วนปลายของเมดัลลาคายื่นเข้าไปจรดกับส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่า กรวยไต โดยกรวยไตจะต่อกับท่อไตซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะไป	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะเพื่อขับถ่ายออกนอกร่างกาย	
	อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต	** ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไต ลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วย เรียกว่า โบว์แมนส์แคปซูล ล้อมรอบกลุ่มหลอดเลือดฝอย ที่เรียกว่า โกลเมอรูลัส ** กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายประกอบด้วย การกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสารที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย	
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ	** โรคนี้และโรคไตวายเป็นตัวอย่างของโรคที่เกิดจากความผิดปกติของไต ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย ** นอกจากไตที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำแร่ธาตุ และกรด - เบส ผิวหนังและระบบหายใจ ยังมีส่วนช่วยในการรักษาคุณภาพเหล่านี้ด้วย	
	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดราพลาเรเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท	- สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาททำให้สามารถรับรู้ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เช่น ไฮดรา มีร่างแหประสาท พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย และ แมลง มีปมประสาทและเส้นประสาทส่วนสัตว์ มีกระดูกสันหลัง มีสมอง ไขสันหลัง ปมประสาทและเส้นประสาท - หน่วยงานของระบบประสาทคือเซลล์ประสาท ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ และเส้นใยประสาทที่ทำหน้าที่รับและส่งกระแสประสาท เรียกว่าเดนไดรต์และแอกซอน ตามลำดับ - เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ได้เป็น เซลล์ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และเซลล์ประสาทประสานงาน - เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้เป็น เซลล์ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทขั้ว	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		เดี่ยวเทียม เซลล์ประสาทสองขั้ว และ เซลล์ประสาทหลายขั้ว - กระแสประสาทเกิดจากการเปลี่ยนแปลง ศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเดนไดรต์ และแอกซอน ทำให้มี การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทไปยังเซลล์ประสาทหรือเซลล์อื่น ๆ ผ่านทางไซแนปส์ - ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งได้เป็น ๒ ระบบ ตามตำแหน่งและโครงสร้างคือ ระบบประสาทส่วนกลางได้แก่ สมองและไขสันหลัง และระบบ ประสาทรอบนอกได้แก่ เส้นประสาทสมอง และเส้นประสาทไขสันหลัง	
	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง สืบค้นข้อมูล อธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ	- สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วนจะควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน โดยมีเส้นประสาทที่แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่สมองหรือนำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วยปฏิบัติงานหรือทำหน้าที่ทั้งสองอย่าง - ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ภายในกระดูกสันหลัง และมีเส้นประสาทแยกออกจาก ไขสันหลังเป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลการตอบสนองโดยไขสันหลัง เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ชนิดต่างๆ และการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างไขสันหลังกับสมอง - เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่งออกจากไขสันหลัง - ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างและระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบและต่อมต่างๆ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษาคุณภาพของกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย	
	สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอดโฟเวีย และความไวในการสัมผัสของผิวหนัง	- ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับรู้ความรู้สึกที่รับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญที่ควรดูแลป้องกันและรักษาให้สามารถทำงานได้เป็นปกติ - ตาประกอบด้วยชั้นสเคลอรา โครอยด์และเรตินา เลนส์ตาเป็นเลนส์นูนอยู่ถัดจากกระจกตาทำหน้าที่รวมแสงจากวัตถุไปที่เรตินา ซึ่งประกอบด้วยเซลล์รับแสงและเซลล์ประสาท ที่นำกระแสประสาทสู่สมอง - หูประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ หูส่วนนอก หูส่วนกลาง และหูส่วนในภายในหูส่วนในมีคอเคลีย ซึ่งทำหน้าที่รับและเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นกระแสประสาท - นอกจากนี้ยังมีเซมิเซอร์คิวลาร์แคนเนลทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย - จมูกมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นอยู่ภายในเยื่อจมูกที่เป็นตัวรับสารเคมีบางชนิดแล้วเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง - ลิ้นทำหน้าที่รับรสโดยมีตุ่มรับรสกระจายอยู่ทั่วผิวลิ้นด้านบนตุ่มรับรสมีเซลล์รับรสอยู่ภายใน เมื่อเซลล์รับรสถูกกระตุ้นด้วยสารเคมี จะกระตุ้นกระแสประสาทส่งไปยังสมอง - ผิวหนังมีหน่วยรับสิ่งเร้าหลายชนิดเช่น หน่วยรับสัมผัส หน่วยรับแรงกดหน่วยรับความเจ็บปวด หน่วยรับอุณหภูมิ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเลไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก	- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึมบางชนิดใช้แฟลเจลลัมหรือซิเลียในการเคลื่อนที่ - สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเช่นแมงกะพรุนเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณขอบกระดิ่งและแรงดันน้ำ - หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวทำให้น้ำภายในลำตัวพุ่งออกมาทางไซฟอน ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการเคลื่อนที่ - ไส้เดือนดินมีการเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัว และคลายตัวของกล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม - แมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขาซึ่งมีกล้ามเนื้อภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม - สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลาเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับกระดูกสันหลังทั้ง ๒ ข้าง ทำงานในสภาวะตรงกันข้ามและมีครีบท่อยในตำแหน่งต่างๆ ช่วยโบกพัดในการเคลื่อนที่ ส่วนนกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ กดปีกกับกล้ามเนื้อยกปีกซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม	
	สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์	- มนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกระดูก และกล้ามเนื้อซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูก - บริเวณที่กระดูกตั้งแต่ ๒ ชิ้นมาต่อกันเรียกว่า ข้อต่อ และยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อ - กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้คำนวณและทำหน้าที่ในการ เคลื่อนไหวของร่างกายแบ่งตามตำแหน่งได้เป็น กระดูกแกนและกระดูกยางค์ สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่างๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
		- กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และ กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อทั้ง ๓ ชนิด พบ ในตำแหน่งที่ต่างกัน และมีหน้าที่แตกต่างกัน - กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงาน ร่วมกันเป็นคู่ ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม	
	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบประสาท ส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ใน สมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง สืบค้นข้อมูล อธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของ ระบบประสาทโซมาติก และระบบ ประสาทอัตโนมัติ	- สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือสมองส่วน หน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วนจะควบคุมการทำงานของ ร่างกายแตกต่างกัน โดยมีเส้นประสาทที่ แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะ ต่างๆ ซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่ สมองหรือนำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วย ปฏิบัติงานหรือทำหน้าที่ทั้งสองอย่าง - ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ ภายในกระดูกสันหลัง และมีเส้นประสาท แยกออกจาก ไขสันหลังเป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ ประมวลผลการตอบสนองโดยไขสันหลัง เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ชนิดต่าง ๆ และการ ถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างไขสัน หลังกับสมอง - เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่ รับความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่ง ออกจากไขสันหลัง - ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการ แบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุม การทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างและ ระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการ ทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่างๆ - ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงาน เป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษา ดุลยภาพของกระบวนการต่าง ๆ ใน ร่างกาย	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๙ รายวิชา ชีววิทยา๙
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๔	ระบบ หายใจ	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้างที่ ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส ของพองน้ำ ไฮดรา พลา นาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก	** ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณ ผิวหนังที่เปียกชื้น ** แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลมซึ่ง แตกแขนงเป็นท่อลมฝอย ** ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลายอยู่ใน น้ำผ่านเหงือก ** สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและผิวหนังในการ แลกเปลี่ยนแก๊ส
		สังเกต และอธิบาย โครงสร้างของปอดในสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	** สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วย น้ำนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
		สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยนแก๊ส และ กระบวนการแลกเปลี่ยน แก๊สของมนุษย์	** ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย ช่องจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลม และ ถุงลมในปอด ** ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างถุง ลมกับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อ ต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการแพร่ผ่านหลอด เลือดฝอยเช่นกัน
		อธิบายการทำงานของ ปอด และทดลองวัด ปริมาตรของอากาศในการ หายใจออกของมนุษย์	** การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิดจากการ เปลี่ยนแปลงความดันของอากาศภายในปอด โดย การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลมและ กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง และควบคุมโดย สมองส่วนพอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา
๑๕	ระบบ หมุนเวียน เลือดและ ระบบ น้ำเหลือง	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบระบบ หมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือด แบบปิด	** สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกาย ไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม ** สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียง สารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด ** ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบ คือ ระบบ หมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือด แบบปิด

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด	** ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวกหอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดินและสัตว์มีกระดูกสันหลัง
๑๕	ระบบ หมุนเวียน เลือดและ ระบบ น้ำเหลือง	อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์	** ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งเลือดไหลเวียนอยู่เฉพาะในหลอดเลือด
		สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุป การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	** หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และเวนทริเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ โดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนทริเคิล และระหว่างเวนทริเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ ** เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออร์ตา อาร์เทอรี อาร์เทอริโอล หลอดเลือดฝอย เวนูล เวนและเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ ** ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงานของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือดและ ชีพจร
		สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา	** เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ เพลตเลต และพลาสมา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน
		อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh	** หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็นเลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น เลือดหมู่ Rh+ และ Rh- การให้และรับเลือดมีหลักว่า แอนติเจนของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และการให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุด คือ ผู้ให้และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ ส่วนประกอบและหน้าที่ ของน้ำเหลือง รวมทั้ง โครงสร้างและหน้าที่ของ หลอดน้ำเหลือง และต่อม น้ำเหลือง	** ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมาอยู่ ระหว่างเซลล์ เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่หล่อเลี้ยง เซลล์และสามารถแพร่เข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่ง ต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอยจะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น และเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวน ใกล้เคียง ** ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอด น้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่นำ น้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดต่อม น้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมากับน้ำเหลือง
๑๖	ระบบ ภูมิคุ้มกัน	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบกลไกการ ต่อต้านหรือทำลายสิ่ง แปลกปลอมแบบไม่ จำเพาะและแบบจำเพาะ	** กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม มีอยู่ ๒ แบบ คือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ ** ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ ที่ผิวหนังช่วยป้องกันและ ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อเชื้อ โรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เซลล์เม็ดเลือด ขาวชนิดนิวโทรฟิลและโมโนไซต์จะมีการต่อต้านและ ทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิลเกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต เบ โซฟิลเกี่ยวข้องับปฏิกิริยาการแพ้ ซึ่งเป็นการ ต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ
		สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบการสร้าง ภูมิคุ้มกันก่อเองและ ภูมิคุ้มกันรับมา	** การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบ จำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ชนิด เซลล์บีและเซลล์ที ** อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนองของ ลิมโฟไซต์ประกอบด้วย ต่อม้ำน้ำเหลือง ทอนซิล ม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก ** การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกาย มี ๒ แบบ คือ ภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา
		สืบค้นข้อมูล และอธิบาย เกี่ยวกับความผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิด เอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิ ต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	** การได้รับวัคซีนหรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของ ภูมิคุ้มกันก่อเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกายสร้าง ภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจนเข้าสู่ ร่างกาย ส่วนภูมิคุ้มกันรับมาเป็นการรับแอนติบอดี โดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับน้ำนมแม่ ** เอดส์ ภูมิแพ้ และการสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อ ตนเอง เป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบ ภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๗	ระบบ ขับถ่าย	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ในการกำจัด ของเสียออกจากร่างกาย ของพองน้ำ ไฮดรา ปลา นาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	** อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีคอนแทรกไทล์แควีโอลทำหน้าที่ในการกำจัดและรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์ ** พองน้ำและไฮดราเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกับน้ำโดยตรง ของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่สภาพแวดล้อม ** พลานาเรียใช้แฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้างตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย ** ไส้เดือนดินใช้เนฟรีเดียม แมลงใช้มัลปิเกียนทิวบูล และสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่ายของเสีย
		อธิบายโครงสร้างและ หน้าที่ของไต และ โครงสร้างที่ใช้ลำเลียง ปัสสาวะออกจากร่างกาย	** ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่ายและรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย ** ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอก ที่เรียกว่า คอร์เท็กซ์ และบริเวณส่วนใน ที่เรียกว่า เมดัลลา และบริเวณส่วนปลายของเมดัลลาค่อยๆ ยื่นเข้าไปจรดกับส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่า กรวยไต โดยกรวยไตจะต่อกับท่อไตซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะไปเก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะเพื่อขับถ่ายออกนอกร่างกาย
		อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการกำจัด ของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุป ขั้นตอนการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายโดยหน่วย ไต	** ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไต ลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วย เรียกว่า โปว์แมนส์แคปซูล ล้อมรอบกลุ่มหลอดเลือดฝอย ที่เรียกว่า โกลเมอรูลัส ** กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย ประกอบด้วย การกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสาร ที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย
		สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความ ผิดปกติของไตอัน เนื่องมาจากโรคต่าง ๆ	** โรคนี้่วและโรคไตวายเป็นตัวอย่างของโรคที่เกิดจากความผิดปกติของไต ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย ** นอกจากไตที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำแร่ธาตุและกรด - เบส ผิวหนัง และระบบหายใจ ยังมีส่วนช่วยในการรักษาคุณภาพเหล่านี้ด้วย
๑๘	ระบบ ประสาท และอวัยวะ	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและหน้าที่ของ ระบบประสาทของไฮดรา	- สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาททำให้สามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เช่น ไฮดรามีร่างแหประสาท พลานาเรียไส้เดือนดิน กุ้ง หอย และ แมลง มีปมประสาทและเส้นประสาทส่วนสัตว์ มี

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	รับ ความรู้	พลาณาเรียว ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มี กระดูกสันหลัง ๒. อธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของ เซลล์ประสาท ๓. อธิบายเกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงของ ศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ ของเซลล์ประสาท และ กลไกการถ่ายทอดกระแส ประสาท	กระดูกสันหลัง มีสมอง ไขสันหลัง ปมประสาทและ เส้นประสาท - หน่วยทำงานของระบบประสาทคือเซลล์ประสาท ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ และเส้นใยประสาทที่ทำ หน้าที่รับและส่งกระแสประสาท เรียกว่าเดนไดรต์ และแอกซอน ตามลำดับ - เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ได้เป็นเซลล์ ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และ เซลล์ประสาทประสานงาน - เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้เป็นเซลล์ ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม เซลล์ ประสาทสองขั้วและเซลล์ประสาทหลายขั้ว - กระแสประสาทเกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเดนไดรต์และแอกซอน ทำให้มี การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทไปยัง เซลล์ประสาทหรือเซลล์อื่น ๆ ผ่านทางไซแนปส์ - ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งได้เป็น ๒ ระบบ ตามตำแหน่งและโครงสร้างคือระบบประสาท ส่วนกลางได้แก่ สมองและไขสันหลัง และระบบ ประสาทรอบนอก ได้แก่ เส้นประสาทสมอง และ เส้นประสาทไขสัน
		๔. อธิบาย และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้างของ ระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทรอบ นอก ๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของ ส่วนต่างๆ ในสมองส่วน หน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง ๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างการทำงานของ ระบบประสาทไขมาติก	- สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วน จะควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน โดยมี เส้นประสาทที่แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะ ต่างๆ ซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่สมองหรือ นำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วยปฏิบัติงานหรือทำ หน้าที่ทั้งสองอย่าง - ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ภายในกระดูก สันหลัง และมีเส้นประสาทแยกออกจาก ไขสันหลัง เป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลการตอบสนองโดยไข สันหลังเช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ชนิดต่างๆ และการ ถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างไขสันหลังกับสมอง - เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่รับ ความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่งออกจากไขสัน หลัง

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		และระบบประสาท อัตโนมัติ	- ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างและระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่างๆ - ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษาคุณภาพของกระบวนการต่างๆ ในร่างกาย
๑๘	ระบบ ประสาท และอวัยวะ รับ ความรู้สึก	๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และ ผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา ๘. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอดโฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง	- ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่รับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญที่ควรดูแลป้องกันและรักษาให้สามารถทำงานได้เป็นปกติ - ตาประกอบด้วยชั้นสเคลอรา โครอยด์และเรตินา เลนส์ตาเป็นเลนส์นูนอยู่ถัดจากกระจกตาทำหน้าที่รวมแสงจากวัตถุไปที่เรตินา ซึ่งประกอบด้วยเซลล์รับแสง และเซลล์ประสาทที่นำกระแสประสาทสู่สมอง - หูประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ หูส่วนนอก หูส่วนกลาง และหูส่วนในภายในหูส่วนในมีคอเคลีย ซึ่งทำหน้าที่รับและเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นกระแสประสาท นอกจากนี้ยังมีเซมิเซอร์คิวลาร์แชนเนล ทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย - จมูกมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นอยู่ภายในเยื่อจมูกที่เป็นตัวรับสารเคมีบางชนิดแล้วเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง - ลิ้นทำหน้าที่รับรสโดยมีตุ่มรับรสกระจายอยู่ทั่วผิวลิ้นด้านบนตุ่มรับรสมีเซลล์รับรสอยู่ภายใน เมื่อเซลล์รับรสถูกกระตุ้นด้วยสารเคมี จะกระตุ้นกระแสประสาทส่งไปยังสมอง - ผิวหนังมีหน่วยรับสิ่งเร้าหลายชนิดเช่น หน่วยรับสัมผัส หน่วยรับแรงกดหน่วยรับความเจ็บปวด หน่วยรับอุณหภูมิ
๑๙	การ เคลื่อนที่ ของ สิ่งมีชีวิต	๙. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการ	- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึมบางชนิดใช้แฟลกเจลลัมหรือซิเลียในการเคลื่อนที่

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเลไล่เดือนดิน แมลง ปลา และนก	- สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเช่นแมงกะ พรุนเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณขอบกระดิ่งและแรงดันน้ำ - หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวทำให้น้ำภายในลำตัวพุ่งออกมาทางไซฟอน ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการ เคลื่อนที่ - ไล่เดือนดินมีการเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัว และคลายตัวของกล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม - แมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขาซึ่งมีกล้ามเนื้อภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม - สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลาเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับกระดูกสันหลังทั้ง ๒ ข้าง ทำงานในสภาวะตรงกันข้ามและมีครีบท่อยในตำแหน่งต่างๆ ช่วยโบกพัดในการเคลื่อนที่ส่วนนกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ กดปีกกับกล้ามเนื้อยกปีกซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม
๑๙	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	๑๐. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ ๑๑. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่างๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์	- มนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูก - บริเวณที่กระดูกตั้งแต่ ๒ ขึ้นมาต่อกันเรียกว่า ข้อต่อ และยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อ - กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้คำนวณและทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวของร่างกายแบ่งตามตำแหน่งได้เป็นกระดูกแกนและกระดูกยางค์ - กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็นกล้ามเนื้อโครงร่างกล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ - กล้ามเนื้อทั้ง ๓ ชนิด พบในตำแหน่งที่ต่างกัน และมีหน้าที่แตกต่างกัน - กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงานร่วมกันเป็นคู่ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๙ รายวิชา ชีววิทยา๙
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑๔	ระบบหายใจ	๑๒
๑๕	ระบบหมุนเวียนเลือดและน้ำเหลือง	๑๗
๑๖	ระบบภูมิคุ้มกัน	๘
๑๗	ระบบขับถ่าย	๙
๑๘	ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	๘
๑๙	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	๑๘
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๕๐	รายวิชา ชีววิทยา๑๐	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖	เวลา ๖๐ ชั่วโมง	จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ การทำงานร่วมกันของระบบต่อมไร้ท่อและระบบประสาท ฮอร์โมน การทำงานของฮอร์โมน การรักษาสมดุลของฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ของสัตว์และมนุษย์ การเจริญเติบโตของสัตว์ พฤติกรรมของสัตว์ กลไกการเกิดพฤติกรรม ประเภทพฤติกรรมของสัตว์ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและวิวัฒนาการของระบบประสาท การสื่อสารระหว่างสัตว์ ความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศและประชากร ไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและการจัดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

- สาระชีววิทยาที่ ๒ ข้อที่ ๑-๕
- สาระชีววิทยาที่ ๔ ข้อที่ ๑๒-๑๙
- สาระชีววิทยาที่ ๕ ข้อที่ ๑-๑๓

รวม ๒๖ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๕๐ รายวิชา ชีววิทยา๑๐ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๑)
๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๒)
๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๓)
๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๔)
๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่ (สาระชีววิทยา ข้อ ๒ ม.๖/๕)
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๒)
๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๓)
๘. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์ (สาระชีววิทยาข้อ ๔ ม.๖/๑๔)
๙. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่ และมนุษย์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๕)
๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๖)
๑๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์ (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๗)
๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๘)
๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสารระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม (สาระชีววิทยา ข้อ ๔ ม.๖/๑๙)
๑๔. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑)
๑๕. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๒)
๑๖. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๓)

๑๗. สืบค้นข้อมูลยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลก (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๔)
๑๘. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๕)
๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๖)
๒๐. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๗)
๒๑. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๘)
๒๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๙)
๒๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑๐)
๒๔. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑๑)
๒๕. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้ (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑๒)
๒๖. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า (สาระชีววิทยา ข้อ ๕ ม.๖/๑๓)

รวมทั้งหมด ๒๖ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๕๐ รายวิชา ชีววิทยา๑๐ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ	- ความหลากหลายทางชีวภาพประกอบด้วยความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ - การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มี ความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้นและสืบทอดลูกหลานต่อไปได้ - สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนานหลายชั่วรุ่นซึ่งอาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ ส่งผลให้ เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ - แหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละแหล่งที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้น จะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศ	
ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	- จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ โดยเซลล์รูปแบบแรกที่เกิดขึ้นคือ เซลล์โพรคาริโอตและมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอต และจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างแบบง่ายๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๒	๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์	- แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต ผนังเซลล์มีเพปทิโดไกลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญ แบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิตแต่แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย สร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตมีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ อาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ - พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอตมีผนังเซลล์ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิตแบบสลับและมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ผนังเซลล์มีไคตินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้และดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต - สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอต ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่นส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหาร บางชนิดอาจเป็นปรสิต สัตว์มีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ - สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณาลักษณะต่างๆ คือ เนื้อเยื่อสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของ بلاสโทพอร์การเจริญในระยะตัวอ่อน ทำให้อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อย เช่น กลุ่มฟองน้ำ กลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอยและหมีกลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลม กลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้อง กลุ่มดาวทะเลและปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๒	๔. อธิบาย และ ยกตัวอย่างการ จำแนกสิ่งมีชีวิตจาก หมวดหมู่ใหญ่จนถึง หมวดหมู่ย่อย และ วิธีการเขียนชื่อ วิทยาศาสตร์ใน ลำดับชั้นสปีชีส์	- การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับ ชั้นต่างๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็น หมวดหมู่ย่อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัม คลาส ออร์เดอร์ แฟมิลี จินัส และสปีชีส์	
	๕. สร้างไดโคโตมัส คีย์ในการระบุ สิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่าง ที่กำหนดออกเป็น หมวดหมู่	- ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้นสปีชีส์ ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินาม เพื่อใช้ในการระบุถึง สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกัน ประกอบด้วย ๒ ส่วน โดยส่วนแรกเป็นชื่อสกุล ส่วนหลังเป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิต ชนิดนั้นหรือเป็นคำที่มีความหมายเฉพาะโดยทั้ง ๒ ส่วนนี้ต้องเป็นภาษาละติน - ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อระบุหมวดหมู่ ของสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นต่างๆ โดยมีหลักเกณฑ์ใน การนำลักษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิตมาพิจารณา เป็นคู่ - วิทเทเกอร์ เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวก ยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวก โพรคาริโอตและจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอม ประกอบด้วยมอเนรา โปรติสตา พืชฟังไจ และ สัตว์ - ไวสซ์ และคณะ จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมน ประกอบด้วย แบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคาริโอตา โดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมน เป็นกลุ่มย่อยจะใช้หลักที่ว่า สิ่งมีชีวิตในกลุ่ม เดียวกัน มีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษ ร่วมกัน	
๔. เข้าใจการ ย่อยอาหารของ สัตว์และมนุษย์ การหายใจและ การแลกเปลี่ยน แก๊ส การ	๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างการ สืบพันธุ์แบบไม่อาศัย เพศและการสืบพันธุ์	- การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการ สืบพันธุ์ที่ไม่มีการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การ แตกหน่อและการงอกใหม่ - การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการ สืบพันธุ์ ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์ สืบพันธุ์ ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและการ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาสุขภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	แบบอาศัยเพศในสัตว์ ๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง ๑๔. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์	ปฏิสนธิ ภายในสัตว์บางชนิดมี ๒ เพศในตัวเดียวกันแต่การผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะผสมข้ามตัว - การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการ การสร้างสเปิร์มจากเซลล์สเปิร์มาโทโกเนียมภายในอัณฑะ และกระบวนการสร้างเซลล์ไข่จากเซลล์โอโอโกเนียมภายในรังไข่ - อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วยอัณฑะ ทำหน้าที่สร้างสเปิร์มและฮอร์โมนเพศชายและมีโครงสร้างอื่นๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสเปิร์ม สร้างน้ำเลี้ยงสเปิร์มและสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะ - อัณฑะประกอบด้วยหลอดสร้างสเปิร์มซึ่งภายในมีเซลล์สเปิร์มาโทโกเนียมที่เป็นเซลล์ตั้งต้นของกระบวนการสร้างสเปิร์ม - อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิงประกอบด้วยรังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด รังไข่ทำหน้าที่สร้างเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง - กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปิร์มาโทโกเนียมแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้สเปิร์มาโทโกเนียมจำนวนมากซึ่งต่อมาบางเซลล์พัฒนาเป็นสเปิร์มาโทไซด์ระยะแรกโดยสเปิร์มาโทไซด์ระยะแรกจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้สเปิร์มาโทไซด์ระยะที่สองซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส II ได้สเปิร์มาทิดตามลำดับจากนั้นพัฒนาเป็นสเปิร์ม - กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเนียมแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้โอโอโกเนียม ซึ่งจะพัฒนาเป็นโอโอไซด์ระยะแรกแล้วแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้โอโอไซด์ระยะที่สองซึ่งจะเกิดการตกไข่ต่อไปเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสเปิร์ม โอโอไซด์ระยะที่สองจะแบ่งแบบไมโอซิส II แล้วพัฒนาเป็นเซลล์ไข่ - การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ได้ไซโกตซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝังตัวที่ผนังมดลูก จนกระทั่งครบกำหนดคลอด	
ชีววิทยา ข้อ ๔	ข้อ ๑๔		

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๔	๑๕. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไข่ และมนุษย์	- การเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น กบ ไข่ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะเริ่มต้นด้วยการแบ่งเซลล์ของไซโกต การเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ ๓ ชั้น คือ เอ็กโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม การเกิดอวัยวะ โดยมีการเพิ่มจำนวนขยายขนาด และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ซึ่งพัฒนาการของอวัยวะต่างๆ จะทำให้เกิดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด - การเจริญเติบโตของมนุษย์จะมีขั้นตอนคล้ายกับการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ โดยเอ็มบริโอจะฝังตัวที่ผนังมดลูกและมีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับลูกผ่านทางรก	
	๑๖. สืบค้นข้อมูลอธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน ข้อ ๑๖	- ฮอรโมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่างๆ ของร่างกาย โดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ทั่วร่างกาย - ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลังฮอรโมน ไม่มีท่อในการลำเลียงฮอรโมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียง โดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง - ต่อมไพเนียสสร้างเมลาโทนินซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงในรอบวัน - ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอรโมน โพรแลกทิน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน - ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอรโมนซึ่งสร้างจาก ไฮโปทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน - ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินซึ่งควบคุมอัตรา เมแทบอลิซึมของร่างกายและสร้างแคลซิโทนิน ซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ - ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราทอริโมนซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ - ตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคาγονซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ - ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างกลูโคคอร์ติคอยด์ มีเนราโลคอร์ติคอยด์ และฮอรโมนเพศ ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้างเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน ซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		- อัญมณีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเตอโรน ส่วนรังไข่ มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโตรเจน และโปรเจสเตอโรน ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน - เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไหม้ส กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้าง ฮอโมนได้หลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน - การควบคุมการหลั่งฮอโมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้ง การควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้ง และการควบคุม แบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาดุลยภาพของ ร่างกาย - פיโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ ซึ่งส่งผลต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน	
	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง พฤติกรรมที่เป็นมา แต่กำเนิดและ พฤติกรรมที่เกิดจาก การเรียนรู้ของสัตว์ ๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ ระหว่างพฤติกรรม กับวิวัฒนาการของ ระบบประสาท ๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างการ สื่อสารระหว่างสัตว์ที่ ทำให้สัตว์แสดง พฤติกรรม	- พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดง พฤติกรรม - พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดแบ่งออกได้เป็น หลายชนิด เช่น โอเรียนเตชั่น (แทกซิสและไคนีซิส) รีเฟล็กซ์ และฟิกแอคชันแพทเทิร์น - พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้แบ่งได้เป็น แหบบีซูเอชัน การฝังใจ การเชื่อมโยง(การลองผิด ลองถูกและการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล - ระดับการแสดงพฤติกรรมที่สัตว์แต่ละชนิด แสดงออกจะแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจาก วิวัฒนาการของระบบประสาทที่แตกต่างกัน - การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่งซึ่งมี หลายวิธี เช่น การสื่อสารด้วยท่าทางการสื่อสาร ด้วยเสียง การสื่อสารด้วยสารเคมี และการสื่อสาร ด้วยการสัมผัส	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
๕. เข้าใจ แนวคิด เกี่ยวกับระบบ นิเวศ กระบวนการ ถ่ายทอด พลังงานและ การหมุนเวียน สารในระบบ นิเวศ ความ หลากหลาย ของไบโอม การ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศ ประชากรและ รูปแบบการ เพิ่มของ	๑. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่าง กระบวนการ ถ่ายทอดพลังงานใน ระบบนิเวศ ๒. อธิบาย ยกตัวอย่างการ เกิดไบโอแมกนิฟิเค ชัน และบอก แนวทางในการลด การเกิดไบโอแมกนิฟิ เคชัน ๓. สืบค้นข้อมูล และ เขียนแผนภาพ เพื่อ อธิบายวัฏจักร ไนโตรเจน วัฏจักร กำมะถัน และวัฏจักร ฟอสฟอรัส	- ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้นกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การถ่ายทอด พลังงานและการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอด พลังงานในระบบนิเวศสามารถแสดงได้ด้วย แผนภาพที่เรียกว่าโซ่อาหาร สายใยอาหาร และ พีระมิดทางนิเวศวิทยา - พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละลำดับขั้นการกิน อาหารมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่จะ สูญเสียไปในรูปความร้อนระหว่างการถ่ายทอด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง - การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้ง อาจ ทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วยเรียกว่า การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน ซึ่งอาจมีระดับความ เข้มข้นของสารพิษมากขึ้นตามลำดับขั้นของการกิน จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต - สารต่างๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้น ผ่านทั้งในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตกลับคืนสู่ระบบ อย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักร กำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส	
ประชากร ทรัพยากรธรรม ชาติและ สิ่งแวดล้อม ปัญหาและ ผลกระทบที่ เกิดจากการใช้ ประโยชน์และ แนวทางการ แก้ไขปัญหา	๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และ อธิบายลักษณะ ของไบโอมที่กระจาย อยู่ตามเขต ภูมิศาสตร์ต่างๆ บน โลก ๕. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการ เปลี่ยนแปลงแทนที่ แบบปฐมภูมิ และ การเปลี่ยนแปลง แทนที่แบบทุติยภูมิ ๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง	- ไบโอมคือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตาม เขตภูมิศาสตร์ต่างๆบนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละ ไบโอมจะมีลักษณะเฉพาะของปัจจัยทางกายภาพ ชนิดของพืชและชนิดของสัตว์ - ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้ การ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ระบบนิเวศ สามารถปรับสมดุลได้ แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อย่างรวดเร็วอาจส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทาง ชีวภาพในระบบนิเวศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น - การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยามีทั้งการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ - ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะหลาย ประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของ	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๕	และสรุปเกี่ยวกับ ลักษณะเฉพาะของ ประชากรของ สิ่งมีชีวิตบางชนิด ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการ เพิ่มของประชากร แบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของ ประชากรแบบ ลอจิสติก ๘. อธิบาย และ ยกตัวอย่างปัจจัยที่ ควบคุมการเติบโต ของประชากร	ประชากร ความหนาแน่นของประชากร การ กระจายตัวของสมาชิกในประชากร โครงสร้างอายุ ของประชากร อัตราส่วนระหว่างเพศ อัตราการ เกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้า การอพยพ ออกของประชากร และการรอดชีวิตของสมาชิกที่ มีอายุต่างกัน - ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็น กระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ - การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการ เพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ - การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่ม จำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมี ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง - การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ซึ่ง แบ่งได้เป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของ ประชากรและปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของ ประชากร - ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว แบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทาง อุตสาหกรรมเป็นต้นมา	
	๙. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหาการขาดแคลน น้ำ การเกิดมลพิษ ทางน้ำ และ ผลกระทบที่มีต่อ มนุษย์ และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการ วางแผนการจัดการ น้ำและการแก้ไข ปัญหา	- ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำส่วนใหญ่เกิดจาก การปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรม ต่างๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้รับการบำบัดลงสู่ แหล่งน้ำทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ - การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณ ออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสาร อินทรีย์ในน้ำ - การจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์ สูงสุด ควรมีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหา คุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำ อย่างถูกต้อง	
	๑๐. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหามลพิษทาง อากาศ และ	- การปนเปื้อนของสารเคมี ฝุ่นละออง และ จุลินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิด ได้ทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๕	ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา	- การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุ การเกิดไฟฟ้า และ การเกิดแก๊สพิษ จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่างๆ - การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย การกำหนดนโยบาย และวางแผนงานเพื่อป้องกัน และแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแลรักษาคุณภาพอากาศ	
	๑๑. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหาที่เกิดขึ้น ทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	- มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ - การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิดมลพิษและความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้ดินอย่างถูกต้อง	
	๑๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้	- พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดิน การเผาป่า การทำเหมืองแร่ - พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ได้ - การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มี ทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่งเสริมการปลูกป่า ป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปลูกจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์ป่าไม้	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ชีววิทยา ข้อ ๕	๑๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหา ผลกระทบที่ ทำให้สัตว์ป่ามี จำนวนลดลง และ แนวทางในการ อนุรักษ์สัตว์ป่า	- การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า - การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการให้พื้นที่ป่าไม้เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอ รวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่าลดจำนวนลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกันอนุรักษ์	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๕๐ รายวิชา ชีววิทยา๑๐
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๒๐	ระบบต่อม ไร้ท่อ	๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียน แผนผังสรุปหน้าที่ของ ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อ และเนื้อเยื่อที่สร้าง ฮอรโมน	- ฮอรโมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่างๆ ของร่างกาย โดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้ จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ทั่วร่างกาย - ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลั่งฮอรโมน ไม่มีท่อในการลำเลียงฮอรโมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียง โดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง - ต่อมไพเนียสสร้างเมลาโทนินซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงในรอบวัน - ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอรโมน โพรแลกทิน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน - ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอรโมนซึ่งสร้างจากไฮโปทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน - ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินควบคุมเมแทบอลิซึมของร่างกายและสร้างแคลซิโทนิน ซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ - ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราทอริโมนซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ - ตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคากอนซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ - ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างกลูโคคอร์ติคอยด์ มีเนราโลคอร์ติคอยด์และฮอรโมนเพศ ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้างเอพิเนพรินและนอร์เอพิเนพรินซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน - อัณฑะมีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเตอโรน ส่วนรังไข่มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโตรเจนและโปรเจสเทอโรน ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน - เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไหม้ส กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้างฮอรโมนได้หลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			- การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้งและการควบคุมแบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาดุลยภาพของร่างกาย - פיโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ ซึ่งส่งผลต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน
๒๑	ระบบ สืบพันธุ์ และการ เจริญเติบโต	๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง การสืบพันธุ์แบบไม่ อาศัยเพศและการ สืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศในสัตว์	- การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่ไม่มีการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การแตกหน่อและการงอกใหม่ - การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและการปฏิสนธิ ภายในสัตว์บางชนิดมี ๒ เพศในตัวเดียวกันแต่การผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะผสมข้ามตัว
		๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและ หน้าที่ของอวัยวะใน ระบบสืบพันธุ์เพศชาย และระบบสืบพันธุ์เพศ หญิง ๑๔. อธิบาย กระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ ไข่ และการปฏิสนธิใน มนุษย์	- การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการ การสร้างสเปิร์มจากเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมภายในอัณฑะและกระบวนการสร้างเซลล์ไข่จากเซลล์โอโอโกเนียมภายในรังไข่ - อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วยอัณฑะทำหน้าที่สร้างสเปิร์มและฮอร์โมนเพศชายและมีโครงสร้างอื่นๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสเปิร์ม สร้างน้ำเลี้ยงสเปิร์มและสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะ - อัณฑะประกอบด้วยหลอดสร้างสเปิร์มซึ่งภายในมีเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมที่เป็นเซลล์ตั้งต้นของกระบวนการสร้างสเปิร์ม - อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิงประกอบด้วยรังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด รังไข่ทำหน้าที่ สร้างเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง - กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปอร์มาโทโกเนียมแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสได้สเปอร์มาโทโกเนียมจำนวนมากซึ่งต่อมาบางเซลล์พัฒนาเป็นสเปอร์มาโทไซด์ระยะแรกโดยสเปอร์มาโทไซด์ ระยะแรกจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้สเปอร์มาโทไซด์ระยะที่สองซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส II ได้สเปอร์มาทิดตามลำดับ จากนั้นพัฒนาเป็นสเปิร์ม - กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเนียมแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสได้โอโอโกเนียมซึ่งจะพัฒนาเป็นโอโอไซด์ระยะแรกแล้วแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้โอโอไซด์ระยะที่สองซึ่งจะเกิดการตกไข่ต่อไปเมื่อได้รับการ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			กระตุ้นจากสเปิร์ม โอโอไซต์ระยะที่สองจะแบ่งแบบไมโอซิส II แล้วพัฒนาเป็นเซลล์ไข่ - การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ได้ไซโกตซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝังตัวที่ผนังมดลูกจนกระทั่งครบกำหนดคลอด
๒๑	ระบบ สืบพันธุ์ และการ เจริญเติบโต	๑๕. อธิบายการ เจริญเติบโตระยะ เอ็มบริโอและระยะหลัง	- การเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น กบไก่ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะเริ่มต้นด้วยการแบ่งเซลล์ของไซโกตการเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ ๓ ชั้น คือเอกโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม การเกิดอวัยวะ โดยมีการเพิ่มจำนวนขยายขนาด และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ซึ่งพัฒนาการของอวัยวะต่างๆ จะทำให้มีการเกิดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด - การเจริญเติบโตของมนุษย์จะมีขั้นตอนคล้ายกับการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ โดยเอ็มบริโอจะฝังตัวที่ผนังมดลูกและมีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับลูกผ่านทางรก
๒๒	พฤติกรรม ของสัตว์	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง พฤติกรรมที่เป็นมาแต่ กำเนิดและพฤติกรรมที่ เกิดจากการเรียนรู้ของ สัตว์ ๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ระหว่าง พฤติกรรมกับ วิวัฒนาการของ ระบบประสาท ๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่าง การสื่อสารระหว่างสัตว์ ที่ทำให้สัตว์แสดง พฤติกรรม	- พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงพฤติกรรม - พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น โอเรียนเตชัน (แทกซิสและไคเนซิส) รีเฟล็กซ์และฟิกแอกชัน แพทเทิร์น - พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้แบ่งได้เป็นแอบิซูเอชัน การฝังใจ การเชื่อมโยง(การลองผิดลองถูกและการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล - ระดับการแสดงพฤติกรรมที่สัตว์แต่ละชนิด แสดงออกจะแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการของระบบประสาทที่แตกต่างกัน - การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่งซึ่งมีหลายวิธีเช่น การสื่อสารด้วยท่าทางการสื่อสารด้วยเสียง การสื่อสารด้วยสารเคมี และการสื่อสารด้วยการสัมผัส

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๒๓	ความหลากหลายทางชีวภาพ	๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ	- ความหลากหลายทางชีวภาพประกอบด้วยความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลาย ของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ - การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มี ความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้นและสืบทอดลูกหลานต่อไปได้ - สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนานหลายชั่วรุ่นซึ่งอาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ ส่งผลให้เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ - แหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละแหล่งที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้น จะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกันทำให้เกิด ความหลากหลายของระบบนิเวศ
๒๓	ความหลากหลายทางชีวภาพ	๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	- จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์โดยเซลล์รูปแบบแรกที่เกิดขึ้นคือเซลล์โพรคาริโอตและมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอต และจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างแบบง่าย ๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน
		๓. อธิบายลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์	- แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต ผนังเซลล์มีเพปทิโดไกลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญ แบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิตแต่แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไชยาโนแบคทีเรีย สร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสง - โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตมีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ อาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ - พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอตมีผนังเซลล์ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			และมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
		๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และ สิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์	- ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวุกยูคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ผนังเซลล์มีไคตินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้และดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต - สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวุกยูคาริโอต ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่นส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหารบางชนิดอาจเป็นปรสิต สัตว์มีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ - สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณาจากลักษณะต่างๆ คือเนื้อเยื่อสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของบลาสโทพอร์การเจริญในระยะตัวอ่อน ทำให้อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อยเช่น กลุ่มฟองน้ำกลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอยและหมีกลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลมกลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้องกลุ่มดาวทะเลและปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด
		๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์	- การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับขั้นต่างๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็นหมวดหมู่ย่อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัมคลาส ออร์เดอร์ แฟมิลี จินัส และสปีชีส์ - ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นสปีชีส์ ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินาม เพื่อใช้ในการระบุถึงสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกัน ประกอบด้วย ๒ ส่วน โดยส่วนแรกเป็นชื่อสกุล ส่วนหลังเป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น
		๕. สร้างไดโคโตมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่	- ไดโคโตมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อระบุหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตลำดับขั้นต่างๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการนำลักษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิตมาพิจารณาเป็นคู่ - วิทเทเกอร์เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวุกยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวุกโพรคาริโอตและจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอม ประกอบด้วยมอเนอร่า โพรทิสตา พืชฟังไจ และสัตว์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			- โวสซ์และคณะ จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมน ประกอบด้วยแบคทีเรีย อาร์เคียและยูคารีอตา โดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมน เป็นกลุ่มย่อยจะใช้หลักที่ว่าสิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกัน มีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน
๒๔	ระบบนิเวศ และ ประชากร	๑. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่าง กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ๒. อธิบาย ยกตัวอย่าง การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน ๓. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส	- ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้นกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพที่เรียกว่าโซ่อาหาร สายใยอาหาร และพีระมิดทางนิเวศวิทยา - พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละลำดับขั้นการกินอาหาร มีปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียไปในรูปความร้อนระหว่างการถ่ายทอด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง - การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้ง อาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วยเรียกว่า การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน ซึ่งอาจมีระดับความเข้มข้นของสารพิษมากขึ้นตามลำดับขั้นของการกินจนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต - สารต่างๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นผ่านทั้งในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตกลับคืนสู่ระบบอย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
		๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอเมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลก	- ไบโอมคือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆบนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละไบโอมจะมีลักษณะเฉพาะของปัจจัยทางกายภาพ ชนิดของพืชและชนิดของสัตว์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๒๔	ระบบนิเวศ และ ประชากร	๕. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และ เปรียบเทียบการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบ ปฐมภูมิ และการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบ ทุติยภูมิ	- ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆทำให้ระบบนิเวศสามารถปรับสมดุลได้ แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอาจส่งผล กระทบต่อองค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น - การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยามีทั้งการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและการเปลี่ยนแปลง แทนที่แบบทุติยภูมิ
		๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุป เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ของประชากรของ สิ่งมีชีวิตบางชนิด ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างการเพิ่มของ ประชากรแบบลอจิสติก ๘. อธิบาย และ ยกตัวอย่างปัจจัยที่ ควบคุมการเติบโตของ ประชากร	- ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะหลาย ประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของประชากร ความหนาแน่นของประชากร การกระจายตัวของ สมาชิกในประชากร โครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่าง เพศอัตราการเกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้า การอพยพออกของประชากร และการ รอดชีวิต ของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน - ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็นกระบวนการที่ เกิดขึ้นอยู่เสมอ - การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการเพิ่ม จำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ - การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่มจำนวน ประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมีตัวต้านทาน ในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง - การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ซึ่งแบ่งได้ เป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากรและ ปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร - ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว แบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทาง อุตสาหกรรมเป็นต้นมา
๒๕	มนุษย์กับ ความยั่งยืน ของ สิ่งแวดล้อม	๙. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาด แคลนน้ำ การเกิดมลพิษ ทางน้ำ และผลกระทบที่ มีต่อมนุษย์ และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการวาง	- ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำส่วนใหญ่เกิดจากการ ปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ ของ มนุษย์และยังไม่ได้มีการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิด มลพิษทางน้ำ - การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่าปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณออกซิเจนที่ จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสาร อินทรีย์ในน้ำ- การจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควร

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		แผนการจัดการน้ำและ การแก้ไขปัญา	มีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหา คุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างถูกต้อง การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ
		๑๐. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษ ทางอากาศ และ ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	- การปนเปื้อนของสารเคมีฝุ่นละอองและ จุลินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเอง ตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุการเกิดไฟป่าและการ เกิดแก๊สพิษจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของ มนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่างๆ - การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย กำหนดนโยบายและวางแผนงานเพื่อป้องกัน และแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแล รักษาคุณภาพ อากาศ
		๑๑. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น ทรัพยากรดิน และ ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางแก้ไข ปัญหา	- มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ส่วน ใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ - การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์ สูงสุด ควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิด มลพิษและ ความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการ ปลูกจิตสำนึกใน การใช้ดินอย่างถูกต้อง
๒๕	มนุษย์กับ ความยั่งยืน ของ สิ่งแวดล้อม	๑๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการ ทำลายป่าไม้ รวมทั้ง เสนอแนวทางในการ ป้องกัน การทำลายป่าไม้และ การอนุรักษ์ป่าไม้	- พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมา จากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดินการเผาป่า การ ทำเหมืองแร่ - พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการ เพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สเรือน กระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณ ธรรมชาติลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ได้ - การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากร ป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนด
		๑๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์	- การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องมาจากการ กระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การทำให้แหล่งที่อยู่ อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ป่ามีจำนวนลดลง และ แนวทางในการอนุรักษ์ สัตว์ป่า	- การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการ รวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่าลดจำนวน ลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกันอนุรักษ์

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๕๐ รายวิชา ชีววิทยา๑๐ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๒๐	ระบบต่อมไร้ท่อ - การทำงานร่วมกันของระบบต่อมไร้ท่อและระบบประสาท - ต่อมไร้ท่อ - ฮอรโมนและการทำงานของฮอรโมน - การรักษาสมดุลของฮอรโมน	๑๒
๒๑	ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต - การสืบพันธุ์ของสัตว์ - การสืบพันธุ์ของมนุษย์ - การเจริญเติบโตของสัตว์	๑๐
๒๒	พฤติกรรมของสัตว์ - การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ - กลไกการเกิดพฤติกรรม - ประเภทพฤติกรรมของสัตว์ - ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและวิวัฒนาการของระบบประสาท - การสื่อสารระหว่างสัตว์	๖
๒๓	ความหลากหลายทางชีวภาพ - ความหลากหลายทางชีวภาพ - ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต - การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	๑๘
๒๔	ระบบนิเวศและประชากร - ระบบนิเวศ - ไบโอม - การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ - ประชากร	๕
๒๕	มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม - ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ - การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและการจัดการ - การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน	๙
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๑ รายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างทางธรณีของโลก แผ่นเปลือกโลก การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก ผลการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก อายุทางธรณีวิทยา ลักษณะและอายุของซากดึกดำบรรพ์ การลำดับชั้นหินและอายุของหิน ตารางธรณีกาลเพื่อศึกษาความเป็นมาของโลก ภูเขาไฟ แผ่นดินไหว สึนามิ ใช้ความรู้เรื่องสมบัติทางกายภาพและทางเคมีในการจำแนกแร่และหิน ปีโตรเลียม ถ่านหิน แพลนที่มีประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมค่านิยมที่เหมาะสม โดยมุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

รวมทั้งหมด ๑๒ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๑ รายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน
๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี
๓. ระบุสาเหตุและอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีพร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ
๔. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและอธิบายลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต
๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด และปัจจัยที่ทำให้ความรุนแรงของการปะทุ และรูปร่างของภูเขาไฟแตกต่างกันรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอ แนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
๖. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรงและผลจากแผ่นดินไหวรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอ แนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
๗. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
๘. ตรวจสอบและระบุชนิดแร่รวมทั้งวิเคราะห์ สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม
๙. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อหินรวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม
๑๐. อธิบายกระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหินโดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา
๑๑. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียม และถ่านหินพร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม
๑๒. อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ที่กำหนดพร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์

รวมทั้งหมด ๑๒ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๑ รายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
	๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน ว ๑ ม.๔/๑	- การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลกจึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้างโลกได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน นอกจากนี้ยังมีการค้นพบรอยต่อระหว่างชั้นโครงสร้างโลก เช่น แนวแบ่ง เขตโมโฮโรวิชิก แนวแบ่งเขตกูเทนเบิร์ก และแนวแบ่งเขตเลห์แมน	
	๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ว ๑ ม.๔/๒	- แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาค ซึ่งเป็นชั้นนอกสุดของโครงสร้างโลก โดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีดังกล่าว อธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีการแผ่ขยายพื้นสมุทรโดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขา ซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอยการเคลื่อนที่ของตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้งการค้นพบสันเขากลางสมุทรและร่องลึกก้นสมุทร	
	๓. ระบุสาเหตุและอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีพร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ ว ๑ ม.๔/๓	- การพาความร้อนของแมกมาภายในโลกทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟรูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหวภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบ ได้แก่ แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนว	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		แผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ	
	๔. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและอธิบายลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต ว ๑ ม.๔/๔	- การลำดับชั้นหินเป็นการศึกษาการวางตัว การแผ่กระจายลำดับอายุความสัมพันธ์ของชั้นหิน รอยชั้นไม่ต่อเนื่อง และหลักฐานทางธรณีวิทยา อื่น ๆ ที่ปรากฏ ทำให้ทราบลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นบนโลกตั้งแต่กำเนิดโลกจนถึงปัจจุบัน - หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และลักษณะโครงสร้างทางธรณี ซึ่งนำมาหาอายุได้ ๒ แบบ ได้แก่ อายุเปรียบเทียบ คือ อายุของซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาเมื่อเทียบกับซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาอื่น ๆ และอายุสัมบูรณ์ คือ อายุที่ระบุเป็นตัวเลขของหิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาซึ่งคำนวณได้จากไอโซโทปของธาตุ - ข้อมูลจากอายุเปรียบเทียบและอายุสัมบูรณ์ สามารถนำมาจัดทำมาตรธรณีกาล คือ การลำดับช่วงเวลาของโลกตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบัน แบ่งออกเป็น บรมยุค มหายุค และสมัย ซึ่งแต่ละช่วงเวลามีสิ่งมีชีวิตสภาพแวดล้อม และเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน	
	๕. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด และปัจจัยที่ทำให้ความรุนแรงของการปะทุ และรูปร่างของภูเขาไฟแตกต่างกันรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย ว ๑ ม.๔/๕	- ภูเขาไฟระเบิดเกิดจากการแทรกดันของแมกมาขึ้นมาตามส่วนเปราะบางหรือรอยแตกบนเปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย ความรุนแรงของการปะทุและรูปร่างของภูเขาไฟที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแมกมา ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้งประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการ เฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๖. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรงและผลจากแผ่นดินไหว	- แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน และทำลายทรัพย์สิน ศูนย์เกิดแผ่นดินไหวมักอยู่บริเวณรอยต่อของแผ่นธรณี และพื้นที่	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	รวมทั้งสืบค้นข้อมูล พื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย ว ๑ ม.๔/๖	ภายใต้อิทธิพลของการเคลื่อนของแผ่นธรณีที่ระดับความลึก ต่างกันให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ซึ่ง ส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหายเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย	
	๗. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และ ผลจากสึนามิ รวมทั้ง สืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยง ภัย ออกแบบและ นำเสนอแนวทางการ เฝ้าระวังและการ ปฏิบัติ ตนให้ปลอดภัย ว ๑ ม.๔/๗	- สึนามิ คือ คลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำ ในปริมาตรมหาศาลส่วนมากจะเกิดในทะเล หรือมหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความยาวคลื่นมากและ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูง คลื่นน้อยและอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคลื่น เคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น ทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งบาง บริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย สึนามิก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ และสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทาง ในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
	๘. ตรวจสอบและ ระบุชนิดแร่รวมทั้ง วิเคราะห์ สมบัติและ นำเสนอการใช้ ประโยชน์จาก ทรัพยากรแร่ที่ เหมาะสม ว ๑ ม.๔/๘	- แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่มีสถานะเป็น ของแข็ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีโครงสร้างภายในที่เป็น ระเบียบ และมีสูตรเคมีและสมบัติอื่น ๆ ที่แน่นอนหรืออาจ เปลี่ยนแปลงได้ภายใต้ วงจำกัด ทำให้แร่มีสมบัติทาง กายภาพที่แน่นอน สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบชนิดของ แร่ทางกายภาพ และการทำปฏิกิริยาเคมีกับกรด - ทรัพยากรแร่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมได้ หลายประเภทเช่น อาหารและยาเครื่องมือแพทย์อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ อัญมณี	
	๙. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และ ระบุชื่อหินรวมทั้ง วิเคราะห์สมบัติและ นำเสนอการใช้ ประโยชน์ของ ทรัพยากรหินที่ เหมาะสม ว ๑ ม.๔/๙	- หินเป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ตั้งแต่ ๑ ชนิดขึ้น ไปหรือประกอบด้วยแก้วธรรมชาติ หรือสารจากสิ่งมีชีวิตที่ เกิดขึ้นเอง - หินสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและเนื้อหิน ได้ เป็น ๓ ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การระบุชื่อของหินแต่ละประเภท จะใช้ลักษณะและ องค์ประกอบทางแร่ของหินเป็นเกณฑ์ หินสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น วัสดุก่อสร้าง เครื่องประดับ วัตถุดิบในอุตสาหกรรม	
	๑๐. อธิบาย กระบวนการเกิดและ การสำรวจแหล่ง	- ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากรสิ้นเปลือง ที่มีอยู่อย่างจำกัดใช้แล้วหมดไปไม่สามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ ในเวลาอันรวดเร็ว	

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	ปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูลทาง ธรณีวิทยา ว ๑ ม.๔/๑๐	- การศึกษากระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียม และถ่านหินต้องใช้ความรู้พื้นฐานธรณีวิทยาหลายด้านเช่น ตะกอนวิทยา การลำดับชั้นหิน ธรณีโครงสร้างรวมทั้งวิธีการ และเทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำ ทรัพยากรมาใช้ได้ อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน	
	๑๑. อธิบายสมบัติ ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก ปิโตรเลียม และถ่าน หินพร้อมนำเสนอการ ใช้ประโยชน์อย่าง เหมาะสม ว ๑ ม.๔/๑๑	- ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินถูกนำมาใช้ใน อุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ เช่น การคมนาคม การ ผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ	
	๑๒. อ่านและแปล ความหมายจากแผนที่ ภูมิประเทศ และแผนที่ ที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ที่ กำหนดพร้อมทั้ง อธิบายและยกตัวอย่าง การนำไปใช้ ประโยชน์ ว ๑ ม.๔/๑๒	- แผนที่ภูมิประเทศเป็นแผนที่ที่สร้างเพื่อจำลองลักษณะของ ผิวโลกหรือบางส่วนของพื้นที่บนผิวโลกโดยมีทิศทางที่ชัดเจน และมาตราส่วนขนาดต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับการใช้ งาน แผนที่ภูมิประเทศมักแสดงเส้นชั้นความสูง และ คำอธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่ - แผนที่ธรณีวิทยาเป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของหิน กลุ่มต่าง ๆ ที่โผล่ให้เห็นบนพื้นผิว ทำให้ทราบถึงขอบเขต ของหินในพื้นที่ นอกจากนี้ยังแสดงลักษณะการวางตัวของชั้น หิน ซากดึกดำบรรพ์ และธรณีโครงสร้าง - ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาสามารถ นำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์ และประเมินศักยภาพของ พื้นที่ได้อย่างเหมาะสม เช่น ประเมินศักยภาพแหล่ง ทรัพยากรธรณีต่าง ๆ การวางผังเมือง การสร้างเขื่อน	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๑ รายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑	โครงสร้างโลก - การศึกษา โครงสร้างโลก - การแบ่ง โครงสร้างโลก	๑. อธิบายการแบ่งชั้น และสมบัติของ โครงสร้างโลก พร้อม ยกตัวอย่างข้อมูลที่ สนับสนุน ว ๑. ม๔/๑	- การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลกจึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้างโลกได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน นอกจากนี้ยังมีการค้นพบรอยต่อระหว่างชั้นโครงสร้างโลก เช่น แนวแบ่งเขตโมโฮโรวิชิก แนวแบ่งเขตกูเทนเบิร์ก แนวแบ่งเขตเลห์แมน
๒	โลกและการเปลี่ยนแปลง - ทฤษฎีทวีปเลื่อน และหลักฐานที่ สนับสนุน	๒. อธิบายหลักฐาน ทางธรณีวิทยาที่ สนับสนุนการเคลื่อนที่ ของแผ่นธรณี ว ๑. ม๔/๒	- แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาค ซึ่งเป็นชั้นนอกสุดของโครงสร้างโลก โดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณิดังกล่าว อธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีการแผ่ขยายพื้นสมุทรโดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขา ซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอยการเคลื่อนที่ของตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลก บรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้งการค้นพบสันเขากลางสมุทรและร่องลึกก้นสมุทร
	- กระบวนการที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี - ลักษณะของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีและผลที่เกิดขึ้นจากการ	๓. ระบุสาเหตุและ อธิบายแนวรอยต่อของ แผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับ การเคลื่อนที่ของแผ่น ธรณีพร้อมยกตัวอย่าง หลักฐานทาง ธรณีวิทยาที่พบ ว ๑. ม๔/๓	- การพาความร้อนของแมกมาภายในโลกทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟรูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขา หาด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหวภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ซึ่ง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เคลื่อนที่ของแผ่นธรณี		หลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบ ได้แก่ แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ
๓	การลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา - การลำดับชั้นหิน - ซากดึกดำบรรพ์ - อายุทางธรณีวิทยา - มาตรฐานธรณีกาล	๔. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและอธิบายลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต ว ๑. ม๔/๔	- การลำดับชั้นหินเป็นการศึกษาการวางตัว การแผ่กระจาย ลำดับอายุความสัมพันธ์ของชั้นหิน รอยชั้นไม่ต่อเนื่อง และหลักฐานทางธรณีวิทยา อื่น ๆ ที่ปรากฏ ทำให้ทราบลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นบนโลกตั้งแต่กำเนิดโลกจนถึงปัจจุบัน - หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และลักษณะโครงสร้างทางธรณี ซึ่งนำมาหาอายุได้ ๒ แบบ ได้แก่ อายุเปรียบเทียบ คือ อายุของซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาเมื่อเทียบกับซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาอื่น ๆ และอายุสัมบูรณ์ คือ อายุที่ระบุเป็นตัวเลขของหิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาซึ่งคำนวณได้จากไอโซโทปของธาตุ - ข้อมูลจากอายุเปรียบเทียบและอายุสัมบูรณ์สามารถนำมาจัดทำมาตรฐานธรณีกาล คือ การลำดับช่วงเวลาของโลกตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบัน แบ่งออกเป็นบรมยุค มหายุค และสมัย ซึ่งแต่ละช่วงเวลามีสิ่งมีชีวิตสภาพแวดล้อม และเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน
๔	ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา - ภูเขาไฟ	๕. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด และปัจจัยที่ทำให้ความรุนแรงของการปะทุ และรูปร่างของภูเขาไฟแตกต่างกันรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง	- ภูเขาไฟระเบิดเกิดจากการแทรกดันของแมกมาขึ้นมาตามส่วนประสาบหรือรอยแตกบนเปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย ความรุนแรงของการปะทุและรูปร่างของภูเขาไฟที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแมกมา ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้งประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการ เฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย ว ๑. ม๔/๕	
๔	- แผ่นดินไหว	๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดขนาด และความรุนแรงและ ผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูล พื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย ว ๑. ม๔/๖	- แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน และ ทำลายทรัพย์สิน ศูนย์เกิดแผ่นดินไหวมักอยู่บริเวณ รอยต่อของแผ่นธรณี และพื้นที่ภายใต้อิทธิพลของการ เคลื่อนของแผ่นธรณีที่ระดับความลึกต่างกันให้บริเวณ ดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้ สิ่งก่อสร้างเสียหายเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติ ตนให้ปลอดภัย
	- สึนามิ	๗. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และ ผลจากสึนามิ รวมทั้ง สืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยง ภัย ออกแบบและ นำเสนอแนวทางการ เฝ้าระวังและการ ปฏิบัติ ตนให้ปลอดภัย ว ๑. ม๔/๗	- สึนามิ คือ คลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำใน ปริมาณมหาศาลส่วนมากจะเกิดในทะเล หรือ มหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความยาว คลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลาง มหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อยและอาจเพิ่มความ สูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น ทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย สึนามิก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างใน บริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้า ระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
๕	แร่และหิน - แร่	๘. ตรวจสอบและระบุ ชนิดแร่รวมทั้ง วิเคราะห์ สมบัติและ นำเสนอการใช้ ประโยชน์จาก ทรัพยากรแร่ที่ เหมาะสม	- แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่มีสถานะ เป็นของแข็ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีโครงสร้าง ภายในที่เป็นระเบียบ และมีสูตรเคมีและสมบัติอื่น ๆ ที่ แน่นนอนหรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้ วงจำกัด ทำให้ แร่มีสมบัติทางกายภาพที่แน่นอน สามารถนำมาใช้ เพื่อตรวจสอบชนิดของแร่ทางกายภาพ และการทำ ปฏิบัติเคมีกับกรด - ทรัพยากรแร่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบใน อุตสาหกรรมได้หลายประเภทเช่น อาหารและยา เครื่องมือแพทย์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อัญมณี

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๕	- หิน	๙. ตรวจสอบจำแนกประเภท และระบุชื่อหินรวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม	- หินเป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ตั้งแต่ ๑ ชนิดขึ้นไปหรือประกอบด้วยแก้วธรรมชาติ หรือสารจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเอง - หินสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและเนื้อหินได้เป็น ๓ ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การระบุชื่อของหินแต่ละประเภท จะใช้ลักษณะและองค์ประกอบทางแร่ของหินเป็นเกณฑ์ หินสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น วัสดุก่อสร้าง เครื่องประดับ วัตถุดิบในอุตสาหกรรม
๖	ปิโตรเลียมและถ่านหิน - การเกิดและการสำรวจปิโตรเลียมและถ่านหิน	๑๐. อธิบายกระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหินโดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา	- ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากรสิ้นเปลืองที่มีอยู่อย่างจำกัดใช้แล้วหมดไปไม่สามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ในเวลาอันรวดเร็ว - การศึกษากระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหินต้องใช้ความรู้พื้นฐานธรณีวิทยาหลายด้านเช่น ตะกอนวิทยา การลำดับชั้นหิน ธรณีโครงสร้างรวมทั้งวิธีการ และเทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำ ทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน
	- ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน	๑๑. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียม และถ่านหินพร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม	- ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ เช่น การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ
	แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ทางธรณีวิทยา - แผนที่ภูมิประเทศ - แผนที่ทางธรณีวิทยา	๑๒. อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ที่กำหนดพร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างการนำไปใช้ ประโยชน์	- แผนที่ภูมิประเทศเป็นแผนที่ที่สร้างเพื่อจำลองลักษณะของผิวโลกหรือบางส่วนของพื้นที่บนผิวโลก โดยมีทิศทางที่ชัดเจน และมาตราส่วนขนาดต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับการใช้งาน แผนที่ภูมิประเทศมักแสดงเส้นชั้นความสูง และคำอธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่ - แผนที่ธรณีวิทยาเป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของหินกลุ่มต่าง ๆ ที่โผล่ให้เห็นบนพื้นผิว ทำให้ทราบถึงขอบเขตของหินในพื้นที่ นอกจากนี้ยังแสดงลักษณะการวางตัวของชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์ และธรณีโครงสร้าง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
			- ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาสามารถนำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์ และประเมินศักยภาพของพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม เช่น ประเมินศักยภาพแหล่งทรัพยากรธรณีต่าง ๆ การวางผังเมือง การสร้างเขื่อน

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๑ รายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๑	โครงสร้างโลก - การศึกษาโครงสร้างโลก - การแบ่งโครงสร้างโลก	๗
๒	โลกและการเปลี่ยนแปลง - ทฤษฎีทวีปเลื่อนและหลักฐานที่สนับสนุน - กระบวนการที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี - ลักษณะของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีและผลที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	๑๐
๓	การลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา - การลำดับชั้นหิน - ซากดึกดำบรรพ์ - อายุทางธรณีวิทยา - มาตรฐานธรณีกาล	๗
๔	ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา - ภูเขาไฟ - แผ่นดินไหว - สึนามิ	๑๐
๕	แร่และหิน - แร่ - หิน	๑๔
๖	ปิโตรเลียมและถ่านหิน - การเกิดและการสำรวจปิโตรเลียมและถ่านหิน - ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน	๔
๗	แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ทางธรณีวิทยา - แผนที่ภูมิประเทศ - แผนที่ทางธรณีวิทยา	๘
รวม		๖๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๑ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการฟิสิกส์และคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์ความหมาย ธรรมชาติ กระบวนการ องค์ประกอบ และหลักการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ การอ่าน การบันทึกผล การคำนวณตามหลักการเลขนัยสำคัญและความไม่แน่นอนในการวัด ใช้เครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการวัด การออกแบบตารางบันทึกผล บันทึกผล เขียนกราฟและคำนวณค่าที่จำเป็นจากกราฟ สรุปและอภิปรายผลการทดลองที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ การจัดรูปแบบเอกสารและการเลือกใช้ฟังก์ชันในการจัดกระทำข้อมูลที่ได้มาจากการทดลอง ตั้งสูตรการคำนวณและแสดงผลการทดลองเป็นกราฟเชิงเส้น ด้วยการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เวิร์ด ไมโครซอฟท์เอ็กเซล และโปรแกรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะ หาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย เพื่อให้เกิด ความรู้ ความคิด และความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๑ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการฟิสิกส์และคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

๑. อธิบายและคำนวณตัวเลขตามหลักการของเลขนัยสำคัญและความไม่แน่นอนในการวัด ซึ่งเป็นตัวเลขที่เกิดการทดลอง
๒. เลือกใช้เครื่องมือวัดและอ่านค่าตัวเลขจากเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง
๓. เขียนกราฟ ลงจุด ลากเส้นแนวโน้ม และคำนวณหาค่าที่เกี่ยวข้องจากกราฟ
๔. ออกแบบตารางบันทึกผล เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผลการทดลองทางฟิสิกส์
๕. เลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด ไมโครซอฟเอ็กเซล และโปรแกรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับนำมาใช้ในการจัดรูปแบบเอกสาร เขียนสูตรการคำนวณและแสดงข้อมูลเป็นกราฟได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
๖. มีความรู้ความเข้าใจตามสาระการเรียนรู้ มีจิตวิทยาศาสตร์ และค่านิยมที่พึงประสงค์

รวมทั้งหมด ๖ ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๑ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการฟิสิกส์และคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
๑. อธิบายและคำนวณตัวเลขตามหลักการของเลขนัยสำคัญและความไม่แน่นอนในการวัด ซึ่งเป็นตัวเลขที่เกิดการทดลอง	หลักการนับจำนวนเลขนัยสำคัญ การคำนวณเลขตามหลักการบวก ลบ คูณ และหาร เลขนัยสำคัญและความไม่แน่นอนในการวัด ซึ่งตัวเลขเหล่านี้เกิดจากการเก็บข้อมูลการทดลอง	
๒. เลือกใช้เครื่องมือวัดและอ่านค่าตัวเลขจากเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง	สิ่งสำคัญของการวัด ต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดให้มีความเหมาะสมกับสิ่งที่เราต้องการวัด และเข้าใจในการหลักการใช้เครื่องมือวัดแต่ละชนิดอย่างถูกต้อง	
๓. เขียนกราฟ ลงจุด ลากเส้นแนวโน้ม และคำนวณหาค่าที่เกี่ยวข้องจากกราฟ	กราฟที่สำคัญสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางฟิสิกส์ คือ กราฟเชิงเส้น โดยเฉพาะกราฟเส้นตรง โดยมีสมการรูปทั่วไป คือ $y = mx + c$ ซึ่งค่าความชันของกราฟ (m) เป็นสิ่งที่แสดงปริมาณที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่ทำการศึกษา	
๔. ออกแบบตารางบันทึกผล เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผลการทดลองทางฟิสิกส์	การทดลองทางฟิสิกส์ เป็นกระบวนการลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อยืนยันความถูกต้องของทฤษฎีทางฟิสิกส์ และการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือข้อสงสัยด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
๕. เลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เวิร์ด ไมโครซอฟท์เอ็กเซล และโปรแกรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับนำมาใช้ในการจัดรูปแบบเอกสารเขียนสูตรการคำนวณและแสดงข้อมูลเป็นกราฟได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	การจัดการข้อมูลเป็นรูปแบบที่ถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งการแสดงผล การวิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผลการทดลองสามารถใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เวิร์ด ไมโครซอฟท์เอ็กเซล หรือโปรแกรมอื่นที่เกี่ยวข้อง	

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๑ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการฟิสิกส์และคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	ปฏิบัติการ ฟิสิกส์	๑. อธิบายและคำนวณตัวเลขตามหลักการของเลขนัยสำคัญและความไม่แน่นอนในการวัด ซึ่งเป็นตัวเลขที่เกิดการทดลอง	หลักการนับจำนวนเลขนัยสำคัญ การคำนวณเลขตามหลักการบวก ลบ คูณ และหาร เลขนัยสำคัญและความไม่แน่นอนในการวัด ซึ่งตัวเลขเหล่านี้เกิดจากการเก็บข้อมูลการทดลอง
		๒. เลือกใช้เครื่องมือวัดและอ่านค่าตัวเลขจากเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง	สิ่งสำคัญของการวัด ต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดให้มีความเหมาะสมกับสิ่งที่เราต้องการวัด และเข้าใจในการหลักการใช้เครื่องมือวัดแต่ละชนิดอย่างถูกต้อง
		๓. เขียนกราฟ ลงจุด ลากเส้นแนวโน้ม และคำนวณหาค่าที่เกี่ยวข้องจากกราฟ	กราฟที่สำคัญสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางฟิสิกส์ คือ กราฟเชิงเส้น โดยเฉพาะกราฟเส้นตรง โดยมีสมการรูปร่างคือ $y = mx + c$ ซึ่งค่าความชันของกราฟ (m) เป็นสิ่งที่แสดงปริมาณที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่ทำการศึกษา
		๔. ออกแบบตารางบันทึกผลเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์สรุปและอภิปรายผลการทดลองทางฟิสิกส์	การทดลองทางฟิสิกส์ เป็นกระบวนการลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อยืนยันความถูกต้องของทฤษฎีทางฟิสิกส์ และการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือข้อสงสัยด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
๒	ปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์	๕. เลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด ไมโครซอฟเอ็กเซล และโปรแกรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับนำมาใช้ในการจัดรูปแบบเอกสาร เขียนสูตรการคำนวณและแสดงข้อมูลเป็นกราฟได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	การจัดการข้อมูลเป็นรูปแบบที่ถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งการแสดงผล การวิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผลการทดลอง สามารถใช้โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด ไมโครซอฟเอ็กเซล หรือโปรแกรมอื่นที่เกี่ยวข้อง

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๑ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการฟิสิกส์และคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	<u>เทคนิคปฏิบัติการฟิสิกส์</u> - เลขน้อยสำคัญและความไม่แน่นอนในการวัด - การเลือกใช้เครื่องมือวัด - การบันทึก สรุป และอภิปรายผลการทดลอง	๑๐
๒	<u>เทคนิคปฏิบัติการคอมพิวเตอร์</u> - การจัดการข้อมูลเบื้องต้น - การจัดรูปแบบเอกสารด้วยโปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด - การเขียนสูตรและแสดงผลข้อมูลการทดลองเป็นกราฟ ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟเอ็กเซล - การจัดการข้อมูลด้วยโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง	๑๐
	รวม	๒๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๒ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการชีววิทยาและเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการปฏิบัติการทางเคมีเกี่ยวกับข้อปฏิบัติทางเคมี การใช้เครื่องมือชั่งสารเคมี การวัดปริมาณของของเหลว การกรอง การตกผลึก การแยกสารโดยโครมาโทกราฟี การกลั่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย การไทเทรต ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ ทักษะการใช้เครื่องมือผ่าตัดและเครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการสกัด DNA จากตัวอย่างพืชอย่างง่าย และการศึกษา รังควัตถุในพืช การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะ หาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย เพื่อให้เกิด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๒ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการชีววิทยาและเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

๑. ศึกษาทดลองใช้อุปกรณ์ทางเคมี ได้แก่ เครื่องชั่งแบบต่างๆ กระจกตวง ปิเปต และบิวเรต
๒. ศึกษาทดลองทางเคมี ได้แก่ เทคนิคการถ่ายเทสาร การกรอง การรินสาร การตกผลึกสาร การกลั่นของเหลว การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ การสกัดด้วยกรวยแยก เทคนิคโครมาโทกราฟี และการไทเทรต
๓. ศึกษาทดลองการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเชิงประกอบ
๔. ศึกษาทดลองการใช้เครื่องมือผ่าตัดและเครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็น
๕. ศึกษาทดลองการสกัด DNA อย่างง่ายจากตัวอย่างพืช
๖. ศึกษาทดลองการหารงควัตถุในพืช
๗. ศึกษาทดลองการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ

รวมทั้งหมด ๗ ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๒ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการชีววิทยาและเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
๑	เทคนิคการเลือกเครื่องชั่งและการชั่งสารและเทคนิคการตวงของเหลวและการเตรียมสารละลาย	ศึกษาทดลองใช้อุปกรณ์ทางเคมี ได้แก่ เครื่องชั่งแบบต่างๆ กระบอกตวง ปิเปต และบิวเรต	สามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และการวัดปริมาตรต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
๒	เทคนิคการไทเทรตกรด – เบส	ศึกษาทดลองใช้อุปกรณ์ทางเคมี ได้แก่ การไทเทรตสารละลาย	สามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ ในการไทเทรตสารละลายที่เป็นกรด – เบส โดยสารละลายที่ใช้จะเตรียมให้มีความเข้มข้นต่ำโดยอาศัยหลักการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น
๓	เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลาย การใช้กรวยแยก และการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	ศึกษาทดลองทางเคมี ได้แก่ การสกัดด้วยตัวทำละลาย การใช้กรวยแยก และการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	สามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ ในการสกัดด้วยตัวทำละลาย การใช้กรวยแยกและการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำได้อย่างเหมาะสม
๔	เทคนิคการแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟี	ศึกษาทดลองทางเคมี ได้แก่ การแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟี	สามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ การแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟีได้อย่างเหมาะสม
๕	เทคนิคการกรองและการพับกระดาษกรอง	ศึกษาทดลองทางเคมี ได้แก่ เทคนิคการถ่ายเทสาร การกรอง การรินสาร การตกผลึกสาร	สามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และการเลือกใช้วิธีการกรองสารได้อย่างเหมาะสม
๖	การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเชิงประกอบ	ศึกษาทดลองการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเชิงประกอบ	สามารถใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างถูกวิธีในการศึกษาตัวอย่างทั้งที่เป็นสไลด์ถาวรหรือการทำสไลด์สด และสามารถเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์หลังการใช้งานอย่างถูกต้อง
๗	การศึกษาโครงสร้างภายในของกบ	ศึกษาทดลองการใช้เครื่องมือผ่าตัดและเครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็น	สามารถใช้เครื่องมือผ่าตัดอย่างถูกวิธีและด้วยความระมัดระวัง คำนึงถึงจรรยาบรรณในการใช้สัตว์เพื่อการ

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
			ทดลอง ล้างอุปกรณ์ฆ่าตัด และจัดเก็บให้เรียบร้อย
๘	การสกัด DNA	ศึกษาทดลองการสกัด DNA อย่างง่ายจากตัวอย่างพืช	สามารถทดลองสกัด DNA อย่างง่ายจากอุปกรณ์สารเคมี ใกล้เคียงประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือการทำให้เซลล์แตก การกำจัดโปรตีน และการตกตะกอน
๙	การศึกษารงควัตถุในพืช	ศึกษาทดลองการหารงควัตถุในพืช	สามารถทดลองหารงควัตถุในพืชโดยใช้วิธีการโครมาโทกราฟีอย่างง่ายจากพืชทั่วไป ซึ่งรงควัตถุที่สำคัญในพืชก็คือ คลอโรฟิลล์จะทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง
๑๐	การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ	ศึกษาทดลองการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ	สามารถใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำได้อย่างถูกต้อง รู้หลักการเก็บตัวอย่างน้ำที่ถูกต้อง สามารถวิเคราะห์คุณภาพของน้ำทางกายภาพ เช่น ความขุ่น อุณหภูมิ ค่า pH

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๒ รายวิชา เทคนิคปฏิบัติการชีววิทยาและเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	เทคนิคการเลือกเครื่องชั่งและการชั่งสารและ เทคนิคการตวงของเหลวและการเตรียม สารละลาย	๒
๒	เทคนิคการไทเทรต กรด – เบส	๒
๓	เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลาย การใช้กรวย แยก และการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	๒
๔	เทคนิคการแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟี	๒
๕	เทคนิคการกรองและการพับกระดาษกรอง	๒
๖	การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเชิงประกอบ	๒
๗	การศึกษาโครงสร้างภายในของกบ	๒
๘	การสกัด DNA	๒
๙	การศึกษารงควัตถุในพืช	๒
๑๐	การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ	๒
รวม		๒๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๓ รายวิชา โครงการวิทยาศาสตร์ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาความรู้เกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ความหมายและคุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทและตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ สืบค้นและวิเคราะห์ผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำเสนอผลการวิเคราะห์งานวิจัยที่ได้ศึกษาค้นคว้า ศึกษาหลักการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ ความปลอดภัยในห้อง ปฏิบัติการ จรรยาบรรณในการใช้สัตว์ทดลอง ค่าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ออกแบบเค้าโครงโครงการที่ตนเองสนใจ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบแนวคิด การกำหนดประเด็นปัญหา การสืบค้นข้อมูล คิดหัวข้อโครงการ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การเขียนเค้าโครง และการนำเสนอเค้าโครงวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผน และการลงมือปฏิบัติจริงของโครงการรายวิชา ว๓๐๒๘๔ ต่อไป

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตามความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและมุ่งพัฒนาสู่ความเป็นสากลบนพื้นฐานของความพอเพียง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๓ รายวิชา โครงการวิทยาศาสตร์ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

๑. วิเคราะห์และสรุปสาระสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท
๒. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีจากแหล่งความรู้ต่างๆ
๓. คิดและเลือกเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
๔. เขียนเค้าโครงย่อและทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของวิธีการทดลองและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาเรื่องนั้น
๕. เขียนเค้าโครงและนำเสนอเรื่องที่จะศึกษาได้ครบทุกขั้นตอนและมีความเป็นไปได้สูง

รวมทั้งหมด ๕ ผลการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ รายวิชา วิศวกรรมวิทยาศาสตร์ ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๑.วิเคราะห์และสรุป สาระสำคัญของโครงการ วิทยาศาสตร์แต่ละประเภท	- ลักษณะของโครงการประเภท สำรวจรวบรวมข้อมูล ทดลองสิ่งประดิษฐ์ ทฤษฎี	๒
๒.ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีจาก แหล่งความรู้ต่างๆ	- สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ หลากหลาย เช่น ผลงานวิจัย โครงการ วิทยาศาสตร์ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ภูมิปัญญา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาหรือหัวข้อเรื่องโครงการ	๑๐
๓.คิดและเลือกเรื่องที่จะทำ โครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่าง เหมาะสม	- ตั้งชื่อเรื่องโครงการให้ถูกต้องตาม หลักการของ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับ ตัวแปรตาม	๕
๔.เขียนเค้าโครงย่อและทำ การทดลองเบื้องต้นเพื่อศึกษา ความเป็นไปได้ของวิธีการ ทดลองและอุปกรณ์ที่จะใช้ ในการศึกษาเรื่องนี้	- ออกแบบการศึกษาทดลอง และ เขียนเค้าโครงย่อ ทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อ ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ	๑๓
๕.เขียนเค้าโครงและนำเสนอ เรื่องที่จะศึกษาได้ครบ ทุก ขั้นตอนและมีความเป็นไปได้ สูง	- นำข้อมูลจากผลการทดลองเบื้องต้น มาปรับเขียนเป็นรายงานเค้าโครงใหม่ให้สมบูรณ์ และมีความเป็นไปได้สูง - นำเสนอเค้าโครงโครงการด้วยวาจา	๑๐
รวม		๔๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ รายวิชา วิศวกรรมวิทยาศาสตร์ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาการปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การเตรียมการ การปฏิบัติการและรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผล การอภิปรายและสรุปผลการปฏิบัติการ การเขียนรายงานโครงการ วิทยาศาสตร์ รูปแบบของรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ วิธีเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ประเด็นสำคัญในการนำเสนอผลงาน รูปแบบของการนำเสนอผลงาน เกณฑ์การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอโครงการในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ รายงานโครงการ การแสดงนิทรรศการโครงการในรูปแบบผังโครงการ/โปสเตอร์ การนำเสนอด้วยวาจา และการเขียนบทความทางวิชาการเผยแพร่ผลงานของตนเองลงในวารสารโครงการ

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตามความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและมุ่งพัฒนาสู่ความเป็นสากลบนพื้นฐานของความพอเพียง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ รายวิชา วิศวกรรมวิทยาศาสตร์ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

๑. ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำข้อมูล จากการสำรวจ หรือ ทดลอง หรือ ทำสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้หลักการทางสถิติที่เหมาะสม รวมทั้งการสรุปผลปฏิบัติการโครงการ
๒. จัดทำรายงานโครงการได้ถูกต้องตามหลักการวิจัย
๓. นำเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม

รวมทั้งหมด ๓ ผลการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ รายวิชา โครงงานวิทยาศาสตร์ ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๑.ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำข้อมูล จากการสำรวจ หรือ ทดลอง หรือ ทำสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้หลักการทางสถิติที่เหมาะสม รวมทั้งการสรุปผล ปฏิบัติการโครงงาน	- ทำการศึกษาทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล	๒๐
๒.จัดทำรายงานโครงงานได้ถูกต้องตามหลักการวิจัย	- เขียนรายงานโครงงานตามหลักการ เขียนรายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์	๑๐
๓.นำเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม	- จัดแสดงผลงานนำเสนอในรูปแบบ นำเสนอ ด้วยวาจา, Poster , นิทรรศการ และวารสาร เชิงวิชาการ	๑๐
รวม		๔๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๕ รายวิชาระเบียบวิธีวิจัย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาระเบียบวิธีวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ได้แก่ การตั้งปัญหาและหัวข้อเรื่อง สมมติฐาน จุดประสงค์การทำวิจัย การค้นคว้า การวางแผน การจัดทำรายงาน และการนำเสนอ สถิติเบื้องต้นที่ใช้ในการวิจัย คุณสมบัติและจรรยาบรรณของนักวิจัย การสืบค้นข้อมูลงานวิจัย แหล่งสืบค้น วิธีการสืบค้น การรวบรวมและวิเคราะห์ผลงานวิจัย การนำเสนอข้อมูลที่นักเรียนสนใจ และการเขียนเอกสารอ้างอิง

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตามความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและมุ่งพัฒนาสู่ความเป็นสากลบนพื้นฐานของความพอเพียง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๕ รายวิชาระเบียบวิธีวิจัย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

๑. อธิบายระเบียบวิธีวิจัย
๒. สืบค้นข้อมูลผลงานงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
๓. เขียนและนำเสนอเค้าโครงโครงงานวิจัยของตนเองในสาขาที่สนใจ

รวมทั้งหมด ๓ ผลการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๘๕ รายวิชาระเบียบวิธีวิจัย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
๑.ระเบียบวิธีวิจัย	๑.๑ ขั้นตอนการวิจัย - ตั้งปัญหาและหัวข้อเรื่อง - สมมติฐาน - จุดประสงค์การทำวิจัย - การสืบค้นข้อมูล - การวางแผน - การจัดทำรายงาน - การนำเสนอ ๑.๒ สถิติเบื้องต้นที่ใช้ในการวิจัย ๑.๓ คุณสมบัติและจรรยาบรรณของนักวิจัย	๑๐
๒. การสืบค้นข้อมูลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี	๒.๑ การสืบค้นข้อมูลงานวิจัย - แหล่งสืบค้นข้อมูล - วิธีการสืบค้น - การรวบรวมและวิเคราะห์ผลงานวิจัย - การนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจ	๕
๓. เขียนและนำเสนอเค้าโครงโครงงานวิจัยของตนเองในสาขาที่สนใจ	๓.๑ การเขียนเค้าโครงงานวิจัย - ระบุปัญหาและหัวข้อเรื่อง - ตั้งสมมติฐาน - จุดประสงค์ - การออกแบบการทดลอง - การวางแผนการดำเนินงาน - การออกแบบวิธีการจัดการข้อมูล ๓.๒ การนำเสนอเค้าโครงงานวิจัย	๕
รวม		๒๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๐ รายวิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการนำเสนอ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาความรู้พื้นฐานในการใช้โปรแกรมประมวลผลคำ (Microsoft Word) ในการสร้างเอกสาร รายงาน ตาราง นำเสนอผลงานผ่านทางข้อความและรูปภาพ รวมทั้งศึกษาการสร้างตารางด้วย Microsoft Excel การทำงานกับช่องตาราง การทำงานกับข้อมูล เข้าใจการทำงานกับ Workbook และ Worksheet การตกแต่ง worksheet การใช้สูตรคำนวณ การใช้ฟังก์ชันการคำนวณ การใช้กราฟและการตกแต่งกราฟ ในรูปแบบต่างๆ การพิมพ์งาน การบริหารข้อมูลปริมาณมาก การวิเคราะห์ข้อมูล

ฝึกปฏิบัติจริงการใช้โปรแกรมประมวลผลคำ (Microsoft Word) ในการสร้างเอกสาร รายงาน ตาราง นำเสนอผลงานผ่านทางข้อความและรูปภาพ รวมทั้งโปรแกรมการคำนวณ (Microsoft Excel) ในการสร้างแผ่นงาน ตาราง นำเสนอแผนภูมิและใช้สูตรหรือฟังก์ชันในการคำนวณ

ปฏิบัติงานความอดทนและรับผิดชอบ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ คำนึงถึง พรบ. คอมพิวเตอร์ในการสร้างสรรค์งาน การใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ การจัดเก็บรักษาผลงานของตนเอง การนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยความรู้และทักษะที่ได้นี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการทำงานและชีวิตประจำวันได้

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๐ รายวิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการนำเสนอ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

๑. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในความหมาย ,ประโยชน์ของโปรแกรม Microsoft Word
๒. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้งานโปรแกรม Microsoft Word
๓. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในส่วนประกอบของโปรแกรม
๔. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการสร้างไฟล์เอกสาร
๕. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการกับไฟล์เอกสาร
๖. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการพิมพ์ แก้ไข และตั้งค่าหน้ากระดาษ
๗. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการตกแต่งไฟล์เอกสาร
๘. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในความหมายคุณสมบัติของโปรแกรม Microsoft Excel
๙. เพื่อให้มีทักษะในการป้อนข้อมูล จัดรูปแบบการแสดงผลข้อมูล และการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบต่างๆ
๑๐. เพื่อให้มีทักษะในการนำข้อมูลมาการแก้ไข ปรับปรุงได้
๑๑. เพื่อให้สร้างสูตรและฟังก์ชันในการคำนวณได้
๑๒. เข้าใจกระบวนการนำข้อมูลมาทำการคำนวณตลอดจนทำรายงานในรูปแบบของแผนภูมิชนิดต่างๆ ได้

รวมทั้งหมด ๑๒ ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๐ รายวิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการนำเสนอ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ / เนื้อหาสังเขป	เวลา/คาบ
๑	ปฐมนิเทศ ≈ แนะนำรายวิชา ≈ แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ≈ ภาระงานของนักเรียน ≈ กฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ≈ รู้จักโปรแกรมที่ต้องเรียนในภาคเรียน	๒
๒	การพิมพ์งานเอกสารและการจัดทำสื่อสิ่งพิมพ์ ≈ พื้นฐานการสร้างเอกสาร ≈ การทำงานกับตัวอักษร และข้อความ ≈ การสร้างตาราง ≈ การจัดรูปแบบรายงาน ≈ การใช้กล่องข้อความ ≈ การทำแผ่นพับ	๑๔
	สอบเก็บคะแนนปฏิบัติ Microsoft Word	๒
	สอบกลางภาค	๒
๓	การใช้โปรแกรมตารางคำนวณ ≈ การใช้เมนูและฟังก์ชันโปรแกรมตารางงาน ≈ การทำงานกับข้อมูลในโปรแกรม ≈ เทคนิคการคำนวณในโปรแกรม Microsoft Excel ≈ การสร้างสูตรในการคำนวณ ≈ การใช้ฟังก์ชันในการคำนวณ ≈ การสร้างบัญชีรายรับ-รายจ่ายโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel	๑๒
๓	การใช้โปรแกรมตารางคำนวณ ≈ การสร้างกราฟในโปรแกรม Microsoft Excel ≈ การสร้างเกมในโปรแกรม Microsoft Excel	๔
	สอบเก็บคะแนนปฏิบัติ Microsoft Excel	๒
	สอบปลายภาคเรียน	๒
	รวม	๔๐

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๐ รายวิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการนำเสนอ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ปฐมนิเทศ	๒
๒	การพิมพ์งานเอกสารและการจัดทำสื่อสิ่งพิมพ์	๑๘
๓	การใช้โปรแกรมตารางคำนวณ	๒๐
รวม		๔๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑ รายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษาซี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาความรู้พื้นฐานของหลักการเขียนโปรแกรมภาษาซี โครงสร้างของโปรแกรม ตัวแปร ค่าคงที่ ฟังก์ชันการรับและการแสดงผลข้อมูล นิพจน์ การคำนวณทางคณิตศาสตร์ ตัวดำเนินการ การควบคุมการทำงานของโปรแกรมด้วยคำสั่งในลักษณะต่างๆ ได้แก่ คำสั่งแบบทางเลือก และคำสั่งแบบทำซ้ำ

เขียนโปรแกรมโดยใช้กระบวนการการทำงาน กระบวนการสืบค้น กระบวนการปฏิบัติ กระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑ รายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษาซี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

๑. อธิบายเกี่ยวกับหลักการเขียนโปรแกรมภาษาซี
๒. อธิบายโครงสร้างของโปรแกรม ตัวแปร ค่าคงที่ ฟังก์ชันการรับและการแสดงผลข้อมูล
๓. อธิบายนิพจน์ การคำนวณทางคณิตศาสตร์ ตัวดำเนินการ การควบคุมการทำงานของโปรแกรมด้วยคำสั่งในลักษณะต่างๆ
๔. สามารถเขียนโปรแกรมภาษาซี
๕. เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล

รวมทั้งหมด ๕ ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๑ รายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษาซี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน / ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
๑	ความรู้ พื้นฐาน โปรแกรม ภาษาซี	ว ๔.๒/๑	ภาษาซีเป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นและมีขีดความสามารถสูง โปรแกรมมีขนาดเล็กทำงานได้เร็ว ลักษณะของภาษาจะอยู่ในรูปแบบของฟังก์ชัน ด้วยเหตุนี้โปรแกรมภาษาซีจึงได้รับความนิยมจากนักเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก	๒	๕
๒	การ วางแผน และ ออกแบบ การเขียน โปรแกรม	ว ๔.๒/๑	การเขียนผังงาน (Flowchart) เป็นตัวช่วยหนึ่งที่จะทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถวางแผนการออกแบบและการเขียนโปรแกรมได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะดำเนินการผ่านการใช้สัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งสัญลักษณ์แต่ละรูปแบบก็也将มีความหมายและวิธีการทำงานที่แตกต่างกัน	๔	๕
๓	ข้อมูล ตัว แปร และ การ ประกาศตัว แปร	ว ๔.๒/๑	ข้อมูลและตัวแปร ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมมีการใช้งานที่ต้องสอดคล้องกัน การกำหนดค่าให้ตัวแปรมีทั้งการกำหนดค่าภายในโปรแกรมและจากการป้อนข้อมูลเข้าไป และสุดท้ายคือการแสดงผลของข้อมูลที่เป็นจุดสำคัญให้เราสามารถใช้งานโปรแกรมได้ ซึ่งทุกๆกระบวนการจะดำเนินไปอย่างเป็นขั้นตอนและทำงานเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน	๔	๕
๔	ฟังก์ชันใน การ แสดงผล ข้อมูล	ว ๔.๒/๑	การพัฒนาโปรแกรมนั้น ผู้พัฒนาควรออกแบบและพัฒนาโปรแกรมให้มีความยืดหยุ่น สามารถรับค่านำไปคำนวณ และแสดงผลออกทางหน้าจอได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ทั้งนี้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี มีฟังก์ชันสำหรับแสดงผลข้อมูลออกทางหน้าจอ ซึ่งมีโครงสร้างและการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน สามารถนำไปใช้งานและประยุกต์ใช้ได้สะดวก	๒	๕

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน / ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
๕	ฟังก์ชันใน การรับ ข้อมูล	ว ๔.๒/๑	การพัฒนาโปรแกรมนั้น ผู้พัฒนาควร ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมให้มีความ ยืดหยุ่น สามารถรับค่านำไปคำนวณ และ แสดงผลออกทางหน้าจอได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ทั้งนี้การเขียนโปรแกรมด้วย ภาษาซี มีฟังก์ชันสำหรับรับค่าข้อมูลเข้า ทางแป้นพิมพ์ ซึ่งมีโครงสร้างและการใช้ งานที่ไม่ซับซ้อน สามารถ นำไปใช้งานและ ประยุกต์ใช้ได้สะดวก	๒	๕
๖	ตัว ดำเนินการ (Operator)	ว ๔.๒/๑	ตัวดำเนินการในการเขียนโปรแกรมภาษามี ความคล้ายคลึงกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในทาง คณิตศาสตร์แต่มีรายละเอียดในการใช้งาน ที่แตกต่างกัน ซึ่งตัวดำเนินการเป็นอีก องค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการสร้าง โปรแกรม ตั้งแต่โปรแกรมแบบพื้นฐานไป จนถึงการไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมขั้นสูง การเรียนรู้เรื่องตัวดำเนินการจึงเป็นสิ่ง สำคัญ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจ หลักการของการดำเนินการมากขึ้น และ สร้างโปรแกรมได้สมบูรณ์ ถูกต้อง มาก ยิ่งขึ้น	๖	๕
๘	คำสั่งแบบ ทางเลือก if-else	ว ๔.๒/๑	- คำสั่ง if เป็นคำสั่งเงื่อนไขที่กำหนดให้ โปรแกรมทำตามคำสั่งที่ระบุไว้ หาก เงื่อนไขเป็นจริง - คำสั่ง if-else เป็นคำสั่งเงื่อนไขแบบมี ๒ ทางเลือก คือถ้าเงื่อนไขเป็นจริงให้ทำ ตามคำสั่งอย่างหนึ่ง หรือถ้าเงื่อนไขเป็น เท็จก็สามารถสั่งให้ทำตามคำสั่งอีกอย่าง หนึ่งได้	๔	๕
๙	คำสั่ง switch- case	ว ๔.๒/๑	คำสั่ง switch-case เป็นคำสั่งเงื่อนไขแบบ หลายทางเลือกเหมาะสำหรับโปรแกรมที่มี เงื่อนไขหลายเงื่อนไข แต่คำสั่ง switch- case ต่างจากการใช้คำสั่ง if แบบหลาย เงื่อนไขซ้อนกัน ตรงที่คำสั่ง switch-case	๔	๕

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน / ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
			อนุญาตให้กำหนดเงื่อนไข เป็นข้อมูล ประเภทจำนวนเต็ม (integer) อักขระ (char) และข้อความเท่านั้น		
๑๐	คำสั่ง while และ do-while	ว ๔.๒/๑	- คำสั่ง while เป็นคำสั่งทำซ้ำที่จะทำการ ตรวจสอบเงื่อนไข หากเงื่อนไขเป็นจริงก็ จะทำซ้ำต่อไปจนกระทั่งเงื่อนไขที่ กำหนดไว้เป็นเท็จจึงหยุดทำงาน - คำสั่ง do-while เป็นคำสั่งทำซ้ำที่ทำ หน้าที่คล้ายคำสั่ง while แต่จะแตกต่าง กันที่จะมีการตรวจสอบเงื่อนไขหลังจาก ที่ทำงานไปแล้ว ๑ รอบ	๔	๑๐
๑๑	คำสั่งแบบ ทำซ้ำ for	ว ๔.๒/๑	คำสั่ง for เป็นคำสั่งทำซ้ำที่กำหนดรอบการ ทำงานโดยการตรวจสอบค่าของตัวแปรที่ ใส่ไว้ในคำสั่ง หากเงื่อนไขของตัวแปรเป็น เท็จจะหยุดทำซ้ำไปสู่คำสั่งอื่นๆ ที่อยู่เป็น ลำดับถัดไป	๔	๑๐
รวม				๔๐	๑๐๐

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๑ รายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษาซี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ความรู้พื้นฐานโปรแกรมภาษาซี	๒
๒	การวางแผนและออกแบบการเขียนโปรแกรม	๔
๓	ข้อมูล ตัวแปร และการประกาศตัวแปร	๔
๔	ฟังก์ชันในการแสดงผลข้อมูล	๒
๕	ฟังก์ชันในการรับข้อมูล	๒
๖	ตัวดำเนินการ (Operator)	๘
๗	คำสั่งแบบทางเลือก if-else	๔
๘	คำสั่ง switch-case	๔
๙	คำสั่ง while และ do-while	๔
๑๐	คำสั่งแบบทำซ้ำ for	๖
รวม		๔๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒ รายวิชา การจัดการฐานข้อมูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษา ค้นคว้าให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรม Microsoft Access หลักการของระบบฐานข้อมูลโครงสร้างข้อมูล ชนิดและลักษณะของข้อมูล วิธีการฐานข้อมูลองค์ประกอบต่างๆ

ปฏิบัติการสร้างฐานข้อมูลได้ สร้างตารางและแก้ไขโครงสร้างตารางได้ ป้อนข้อมูลและแก้ไขข้อมูลในตารางได้ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง สร้างและกำหนดเงื่อนไขในแบบสอบถามข้อมูลได้ สร้างและแก้ไขฟอร์มได้ใช้สูตรและฟังก์ชันในการคำนวณได้ สร้างและสั่งพิมพ์รายงานได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ และสร้างชิ้นงานได้

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล

มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒ รายวิชา การจัดการฐานข้อมูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

๑. อธิบายเกี่ยวกับข้อมูล สารสนเทศ การจัดการข้อมูล เพิ่มข้อมูล และองค์ประกอบของฐานข้อมูลเบื้องต้นได้

๒. อธิบายส่วนประกอบ การใช้งานส่วนต่างๆ วิธีการใช้โปรแกรม Microsoft Access และขั้นตอนในการออกแบบฐานข้อมูลได้

๓. อธิบายขั้นตอนการสร้างตาราง (Table) การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ ให้เหมาะสมกับข้อมูลและแก้ไขได้

๔. อธิบายการกำหนดความสัมพันธ์ให้กับตาราง และแก้ไขได้

๕. อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม (Query) การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ และแก้ไขได้

๖. อธิบายขั้นตอนในการสร้างฟอร์ม (Form) การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ และแก้ไขได้

๗. อธิบายขั้นตอนในการสร้างรายงาน (Report) การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ และแก้ไขได้

๘. สามารถออกแบบและสร้างฐานข้อมูลอย่างง่าย ได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์

รวมทั้งหมด ๘ ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๒ รายวิชา การจัดการฐานข้อมูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา	น้ำหนัก คะแนน
๑	ปฐมนิเทศ		ชี้แจงเนื้อหาในการเรียน โปรแกรมที่ใช้ในการเรียน ข้อปฏิบัติในการเรียน และการใช้ห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์ การทำงาน การส่งงาน และการวัดผลประเมินผล	๒	-
๒	เริ่มต้นกับ ฐานข้อมูล	๑. อธิบายเกี่ยวกับ ข้อมูล สารสนเทศ การจัดการข้อมูล แฟ้มข้อมูล และ องค์ประกอบของ ฐานข้อมูลเบื้องต้นได้	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฐานข้อมูล นั้นต้องศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ และลักษณะของข้อมูล สารสนเทศ ความแตกต่างระหว่างข้อมูลและ สารสนเทศ แฟ้มข้อมูล และ ฐานข้อมูล ซึ่งจะประกอบด้วย องค์ประกอบของฐานข้อมูล องค์ประกอบของฐานข้อมูลเชิง สัมพันธ์ แบบจำลองความสัมพันธ์ รูปแบบความสัมพันธ์ คีย์ กระบวนการทำออร์มอลฟอร์ม ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูล และ ประโยชน์ของระบบฐานข้อมูลแบบ เบื้องต้น	๔	๒๐
		๒. อธิบาย ส่วนประกอบ การใช้ งานส่วนต่างๆ วิธีการใช้โปรแกรม Microsoft Access	การเริ่มต้นกับ Microsoft Access จะเริ่มที่การศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรม Microsoft Access เวอร์ชัน ๒๐๑๐ ส่วนประกอบของ		
๒	เริ่มต้นกับ ฐานข้อมูล (ต่อ)	๒๐๑๐ และขั้นตอนใน การออกแบบ ฐานข้อมูลได้	ฐานข้อมูลใน Access การเข้าสู่ โปรแกรม การปิดโปรแกรม วิธีการ สร้างฐานข้อมูลใน Access การ เรียกใช้ฐานข้อมูลเดิม ส่วนประกอบ ต่างๆ ของโปรแกรม การใช้งานใน ส่วนต่างๆ ของโปรแกรม และ ขั้นตอนในการออกแบบฐานข้อมูล		

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา	น้ำหนักคะแนน
๓	การสร้างฐานข้อมูล	๓. อธิบายขั้นตอนการสร้างตาราง (Table) การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ ให้เหมาะสมกับข้อมูลและแก้ไขได้	การสร้างตารางนั้น ต้องศึกษาขั้นตอนการสร้าง ส่วนประกอบต่างๆ ในการสร้างตาราง เมื่อสร้างแล้วต้องสามารถเพิ่มข้อมูลต่างๆ ลงในตารางข้อมูลได้ สามารถทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไข และลบได้ สามารถสำเนาข้อมูลได้ ในการสร้างฐานข้อมูลจะต้องประกอบไปด้วยตารางข้อมูลมากกว่า ๒ ตารางขึ้นไป ซึ่งตารางต่างๆ ในฐานข้อมูลจะต้องมีความสัมพันธ์เข้าด้วยกันเพื่อควบคุมข้อมูลของตารางและกำหนดผลกระทบของข้อมูลระหว่าง ๒ ตารางข้อมูล	๑๖	๔๐
		๔. อธิบายการกำหนดความสัมพันธ์ให้กับตาราง และแก้ไขได้	การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง จะต้องทราบถึง รูปแบบของความสัมพันธ์มีด้วยกัน ๓ ประเภท คือ ๑. แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ๒. แบบหนึ่งต่อกลุ่ม ๓. แบบกลุ่มต่อกลุ่ม ขั้นตอนใน		
๓	การสร้างฐานข้อมูล (ต่อ)		การสร้างและแก้ไขความสัมพันธ์ ซึ่งในการสร้างสร้างความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลจะต้องประกอบไปด้วยตารางข้อมูลมากกว่า ๒ ตารางขึ้นไป ซึ่งตารางต่างๆ ในฐานข้อมูลจะต้องมีความสัมพันธ์เข้าด้วยกันเพื่อควบคุมข้อมูลของตาราง เมื่อข้อมูลของตารางหลักมีการเปลี่ยนแปลง มีการปรับปรุงข้อมูลในตารางหนึ่ง ก็จะมีการแก้ไขข้อมูลในอีกตารางที่มีความสัมพันธ์กัน และถ้ามีการลบข้อมูลในตารางหนึ่ง ก็จะตามไปลบข้อมูลในตารางที่มีความสัมพันธ์กัน		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา	น้ำหนัก คะแนน
		๕. อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม (Query) การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ และแก้ไขได้	การสร้างแบบสอบถามนั้น หน้าที่ของแบบสอบถาม (Query) คือใช้สำหรับการเลือกกลุ่มของข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด อาจจะใช้ในการค้นหาข้อมูลจากตารางตามความต้องการ โดยใช้การกำหนดเงื่อนไขในรูปแบบต่างๆ ให้กับแบบสอบถาม		
		๖. อธิบายขั้นตอนในการสร้างฟอร์ม (Form) การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ และแก้ไขได้	ฟอร์มเป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ฐานข้อมูล โดยภายในฟอร์มจะประกอบด้วยออบเจ็กต์ต่างๆ เพื่อสื่อสารกับผู้ใช้ โดยเป็นการทำงานแบบ GUI มีการ		
๓	การสร้างฐานข้อมูล (ต่อ)		นำคอนโทรลในรูปแบบต่างๆ เข้ามาเพื่อความสะดวกในการใช้งานและสวยงามน่าใช้ อีกทั้งยังทำให้ฟอร์มใช้งานง่ายขึ้น จึงถือได้ว่า ฟอร์มเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของระบบฐานข้อมูล		
		๗. อธิบายขั้นตอนในการสร้างรายงาน (Report) การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ และแก้ไขได้	รายงาน (Report) เป็นออบเจ็กต์ที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ทางสื่อสิ่งพิมพ์ ซึ่งแสดงผลข้อมูลต่างๆ ภายในฐานข้อมูลได้ ในการแสดงผลข้อมูลสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลได้มากมายและยังสามารถกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ซึ่งรายงานใช้แหล่งของข้อมูลจาก Table หรือ Query		
๔	ออกแบบฐานข้อมูล	๘. สามารถออกแบบและสร้างฐานข้อมูลอย่างง่าย ๆ ได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์	สามารถออกแบบและสร้างฐานข้อมูลอย่างง่าย ๆ ตามหัวข้อที่สนใจ ได้อย่างครบถ้วน และสมบูรณ์	๑๔	๒๐

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๒ รายวิชา การจัดการฐานข้อมูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ปฐมนิเทศ	๒
๒	เริ่มต้นกับฐานข้อมูล - ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฐานข้อมูล - เริ่มต้นกับ Microsoft Access ๒๐๑๐	๔
๓	การสร้างฐานข้อมูล - การสร้างตาราง (Table) - การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง - การสร้างแบบสอบถามข้อมูล (Query) - การสร้างฟอร์ม (Form) - การสร้างรายงาน (Report)	๑๖
	สอบกลางภาค	๒
๔	ออกแบบฐานข้อมูล - วางแผน และค้นคว้าหาข้อมูลในการสร้างฐานข้อมูล - สร้างตาราง และความสัมพันธ์ของตาราง - สร้างแบบสอบถามข้อมูล - สร้างและออกแบบตกแต่งฟอร์ม - สร้างและจัดรูปแบบรายงาน	๑๔
	สอบปลายภาค	๒
รวม		๔๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ รายวิชา การสร้างภาพเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาการใช้งานเครื่องมือในโปรแกรม Adobe Flash การวาดภาพและการลงสี การจัดการออบเจกต์ การใช้สี การสร้างข้อความ การสร้าง Symbol กับ Instance การนำเข้าภาพกราฟิกจากภายนอก หลักการสร้างงาน Animation รูปแบบต่างๆ การทำงานกับไฟล์เสียงและไฟล์วิดีโอ และเผยแพร่ผลงาน

การแสวงหาความรู้ให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นำไปสู่การสร้างผลงาน Animation ด้วยโปรแกรม Adobe Flash และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆ ในการเผยแพร่ผลงาน

มีความสำนึกในคุณค่าและศักยภาพของตนเอง ตัดสินใจและแก้ไขปัญหาในการทำงาน มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่ดีต่องาน และเห็นแนวทางในการประกอบอาชีพสุจริต

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ รายวิชา การสร้างภาพเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

๑. อธิบายหลักการทำงานและความสามารถของโปรแกรม Adobe Flash ได้
๒. สามารถวาดภาพและลงสีภาพด้วยเครื่องมือในโปรแกรม Adobe Flash ได้
๓. สามารถจัดการกับวัตถุในโปรแกรม Adobe Flash ได้
๔. สามารถสร้างข้อความในโปรแกรม Adobe Flash ได้
๕. สามารถสร้างงานแบบ Symbol กับ Instance ได้
๖. อธิบายพื้นฐานการสร้างงาน Animation ได้
๗. สามารถสร้างงาน Animation ลักษณะต่างๆ ได้
๘. สามารถนำเข้าไฟล์เสียงและไฟล์วิดีโอในงาน Animation ได้
๙. สามารถออกแบบและเผยแพร่ผลงาน Animation ด้วยเทคโนโลยีได้

รวม ๙ ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๓ รายวิชา การสร้างภาพเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา	น้ำหนักคะแนน
๑	ปฐมนิเทศ	-	ชี้แจงเนื้อหาในการเรียน โปรแกรมที่ใช้ในการเรียน ข้อปฏิบัติในการเรียน และการใช้ห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์ การทำงาน การส่งงาน การวัดผลประเมินผล และทำแบบทดสอบก่อนเรียน	๒	-
๒	รู้จักกับโปรแกรม Adobe Flash CS๖	๑. อธิบายหลักการทำงานและความสามารถของโปรแกรม Adobe Flash ได้	การนำเสนอข้อมูลบนสื่อต่างๆ สามารถนำเสนอได้ทั้งภาพเคลื่อนไหวและเสียงพร้อมๆ กัน โดยมีโปรแกรมที่ช่วยสร้างงานนำเสนอมากมาย หนึ่งในนั้นคือโปรแกรม Adobe Flash ซึ่งนอกจากจะสามารถสร้างงานนำเสนอได้ทั้งภาพเคลื่อนไหวและเสียงไปพร้อมกันแล้วงานที่ได้ยังมีขนาดไฟล์เล็ก สะดวกในการเผยแพร่	๒	๒๐
		๒. สามารถวาดภาพและลงสีภาพด้วยเครื่องมือในโปรแกรม Adobe Flash ได้	การสร้างภาพกราฟิกในโปรแกรม Adobe Flash มีเครื่องมือที่สะดวกในการวาดภาพต่างๆ เช่น เส้นตรง รูปทรงเรขาคณิต ลายเส้นอิสระ เป็นต้น ทั้งยังมีเครื่องมือที่ใช้ลงสีพื้น สีเส้นขอบ และยังสามารถแก้ไข ลบส่วนของรูปทรงที่ไม่ต้องการ ทำให้การสร้างชิ้นงานกราฟิกสามารถทำได้ง่าย	๖	
		๓. สามารถจัดการกับวัตถุในโปรแกรม Adobe Flash ได้	ภาพกราฟิกที่แสดงบนสแตจในโปรแกรม Adobe Flash นั้นมีทั้งภาพที่เกิดจากการใช้เครื่องมือของโปรแกรมสร้างขึ้นมา หรือภาพที่นำเข้ามาจากภายนอก ซึ่งเราจะเรียกว่า	๔	

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา	น้ำหนัก คะแนน
			“วัตถุ” (Object) โดยเราสามารถ คัดลอก ย้าย รวมกลุ่มวัตถุได้		
		๔. สามารถสร้าง ข้อความใน โปรแกรม Adobe Flash ได้	โปรแกรม Flash สามารถใส่ตัวอักษร หรือข้อความบนสไลด์ ได้โดยใช้ เครื่องมือ Text Tool โดยข้อความ ในโปรแกรม Adobe Flash นั้น แบ่ง ออกได้เป็น ๒ ประเภท คือ Classic Text และ TLF Text	๔	
		๕. สามารถสร้าง งานแบบ Symbol กับ Instance ได้	Symbol คือการนำออบเจกต์ที่เป็น ภาพกราฟิก มากำหนดเป็นต้นแบบ เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนประกอบใน ชิ้นงานโดย Symbol ที่สร้างจะถูก เก็บไว้ในพาเนล LIBRARY	๔	
๓	การสร้าง งาน Animation	๖. อธิบายพื้นฐาน การสร้างงาน Animation ได้	การสร้างภาพเคลื่อนไหวในโปรแกรม Adobe Flash จะคล้ายกับหลักการ สร้างภาพยนตร์ โดยจะมีการแบ่ง เนื้อหาทั้งหมดออกเป็นฉากย่อยๆ ที่ เรียกว่า Scene และแต่ละ Scene จะประกอบด้วยภาพนิ่งจำนวนมากที่ เราเรียกว่า Frame เมื่อนำภาพ เหล่านี้มาแสดงอย่างต่อเนื่องก็จะได้ เป็นภาพที่เคลื่อนไหว	๑๐	๒๐
		๗. สามารถสร้าง งาน Animation ลักษณะต่างๆ ได้	การสร้างภาพเคลื่อนไหวในโปรแกรม Adobe Flash นั้นทำได้อยู่ ๓ วิธี คือ การสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ Frame by Frame ที่เราต้องระบุ ข้อมูลทุกเฟรมด้วยตนเอง การสร้าง ภาพเคลื่อนไหวแบบ Tween ซึ่งเรา เพียงกำหนดบางเฟรมที่สำคัญเท่านั้น ส่วน Flash จะคำนวณและสร้าง เฟรมอื่นๆ ให้เองโดยอัตโนมัติ และ การเคลื่อนไหว แบบ ๓D Rotation Tool		

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา	น้ำหนักคะแนน
		๘. สามารถนำเข้าไฟล์เสียงและไฟล์วิดีโอในงาน Animation ได้	การนำเข้าไฟล์เสียงและไฟล์วิดีโอจะช่วยให้งาน Animation มีสีสันน่าสนใจ และยังเหมาะสมในการทำงานบนเว็บไซต์ เพราะมีการบีบอัดไฟล์ให้มีขนาดเล็ก เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานโหลดได้อย่างรวดเร็ว	๒	
๔	การเผยแพร่ผลงาน Animation	๙. สามารถออกแบบและเผยแพร่ผลงาน Animation ด้วยเทคโนโลยีได้	โปรแกรม Adobe Flash สามารถแปลงไฟล์งานเพื่อนำไปเผยแพร่ได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นไฟล์ SWF, HTML, GIF, JPEG, PNG, QuickTime เป็นต้นโดยสามารถปรับคุณลักษณะของไฟล์งานเหล่านั้นได้เราจะเรียกวิธีการแปลงงาน Flash ว่า“การพับลิช (publish)”	๒	๑๐

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ รายวิชา การสร้างภาพเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ปฐมนิเทศ	๒
๒	รู้จักกับโปรแกรม Adobe Flash - ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม Adobe Flash - การวาดภาพและลงสีภาพ - การจัดการกับวัตถุ - การสร้างข้อความ - การสร้างงานแบบ Symbol	๑๖
	สอบกลางภาค	๒
๓	การสร้างงาน Animation - หลักการสร้างงาน Animation - การสร้างงาน Animation ลักษณะต่างๆ - การนำเข้าไฟล์เสียงและไฟล์วิดีโอในงาน Animation - การส่งออกผลงาน Animation เพื่อเผยแพร่	๑๒
๔	การออกแบบผลงาน Animation - ออกแบบผลงาน Animation - เผยแพร่ผลงาน Animation ด้วยเทคโนโลยี	๖
	สอบปลายภาค	๒
รวม		๔๐

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๔ รายวิชา การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาและหลักการสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การใช้งานโปรแกรมสำหรับสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การประยุกต์ใช้โปรแกรมอื่นเพื่อสร้างองค์ประกอบของสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการเผยแพร่ผลงานสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ปฏิบัติเกี่ยวกับการสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การใช้งานของโปรแกรม การทำ Package ขึ้นงาน การนำโปรแกรมมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสื่อมัลติมีเดีย เพื่อใช้ในการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการ ความคิดสร้างสรรค์ การแสวงหาความรู้ แก้ปัญหา เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมสร้างสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้

เพื่อให้ผู้เรียนเกิด จริยธรรม คุณธรรม ค่านิยมที่เหมาะสม รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงานรักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ รู้รักสามัคคี และบนพื้นฐานหลักของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

ผลการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๔ รายวิชา การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

๑. อธิบายประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
๒. อธิบายส่วนประกอบ การใช้งานส่วนต่างๆ วิธีการใช้โปรแกรม Adobe Captivate
๓. อธิบายขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ด้วยโปรแกรม Adobe Captivate
๔. อธิบายขั้นตอนการจัดรูปแบบชิ้นงาน
๕. อธิบายขั้นตอนการใส่ไฟล์วิดีโอ และเสียงดนตรีและการสร้างปุ่มให้กับชิ้นงาน
๖. อธิบายขั้นตอนการใส่ Effect เพิ่มเติม
๗. อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ
๘. สามารถออกแบบและสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ด้วยโปรแกรม Adobe Captivate ได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๔ รายวิชา การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา	น้ำหนักคะแนน
๑	ปฐมนิเทศ		ชี้แจงเนื้อหาในการเรียน โปรแกรมที่ใช้ในการเรียน ข้อปฏิบัติในการเรียน และการใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ การทำงาน การส่งงาน และการวัดผลประเมินผล	๒	-
๒	เริ่มต้นกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	๑. อธิบายประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ลักษณะการทำงานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	๖	๒๐
		๒. อธิบายส่วนประกอบ การใช้ งานส่วนต่างๆ วิธีการใช้โปรแกรม Adobe Captivate	การเริ่มต้นกับ Adobe Captivate เริ่มที่การศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรม Adobe Captivate ส่วนประกอบของโปรแกรม Adobe Captivate การใช้งานในส่วนต่างๆ ของโปรแกรม		
๓	การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	๓. อธิบายขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ด้วยโปรแกรม Adobe Captivate	เริ่มต้นการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ด้วยโปรแกรม Adobe Captivate โดยการตั้งค่าหน้าจอการสร้างชิ้นงานแบบ Blank Project และรู้จักการสร้างชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ	๑๘	๔๐
		๔. อธิบายขั้นตอนการจัดรูปแบบชิ้นงาน	การจัดรูปแบบชิ้นงานใน Master Slide การเชื่อมโยงปุ่มในส่วนต่างๆ ของชิ้นงาน การใส่ title การจัดวางเนื้อหาใน		
๓	การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) (ต่อ)		หน้าแรก และในหน้าอื่นๆ การจัดวางเนื้อหาในหน้าสรุป และการจัดวางเนื้อหาในหน้าต่างๆ ของชิ้นงาน		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา	น้ำหนัก คะแนน
		๕. อธิบายขั้นตอน การใส่ไฟล์วิดีโอ และ เสียงดนตรีและการ สร้างปุ่มให้กับ ชิ้นงาน	ขั้นตอนการใส่ไฟล์วิดีโอ ทั้งแบบ offline และ online และการใส่ เสียงดนตรีให้กับชิ้นงาน และ ขั้นตอนในการสร้างปุ่ม Exit และ Mute		
		๖. อธิบายขั้นตอน การใส่ Effect เพิ่มเติม	ขั้นตอนการใส่ลูกเล่น Effect เพิ่มเติมให้กับชิ้นงาน		
		๗. อธิบายขั้นตอน การสร้าง แบบทดสอบ	ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ในรูปแบบต่างๆ การสร้างแบบฝึก ในรูปแบบต่างๆ เช่น แบบ เลือกตอบ แบบ Hotspot เป็นต้น		
๔	ออกแบบ และการ สร้าง คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน (CAI)	๘. สามารถออกแบบ และสร้าง คอมพิวเตอร์ช่วย สอน (CAI) ด้วย โปรแกรม Adobe Captivate ได้อย่าง ครบถ้วน สมบูรณ์	สามารถออกแบบและสร้าง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ด้วย โปรแกรม Adobe Captivate ตาม หัวข้อที่สนใจ ได้อย่างครบถ้วน และสมบูรณ์	๑๐	๔๐

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๔ รายวิชา การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
๑	ปฐมนิเทศ	๒
๒	เริ่มต้นกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) - ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) - รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) - ลักษณะการทำงานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) - การใช้งานโปรแกรม Adobe Captivate - ส่วนประกอบของโปรแกรม Adobe Captivate - การใช้งานในส่วนต่างๆ ของโปรแกรม	๖
๓	การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) - สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ด้วยโปรแกรม Adobe Captivate - การใส่ไฟล์วิดีโอทั้งแบบ offline และ online - การใส่เสียงดนตรีให้กับชิ้นงาน - การสร้างปุ่ม Exit และ Mute - การใส่ลูกเล่น Effect เพิ่มเติมให้กับชิ้นงาน - การสร้างแบบทดสอบในรูปแบบต่างๆ - การสร้างแบบฝึกในรูปแบบต่างๆ	๑๘
	สอบกลางภาค	๒
๔	ออกแบบและการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) - ออกแบบและสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ด้วยโปรแกรม Adobe Captivate	๑๐
	สอบปลายภาค	๒
รวม		๔๐



คำสั่งโรงเรียนสิงห์บุรี

ที่ ๑๐๗/๒๕๖๔

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร และประเมินผลการใช้หลักสูตร ปีการศึกษา ๒๕๖๔
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื่องด้วยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) เริ่มใช้ปีการศึกษา ๒๕๖๔ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ และ ๔ เริ่มใช้ปีการศึกษา ๒๕๖๕ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ และ ๕ และเริ่มใช้ปีการศึกษา ๒๕๖๖ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ และ ๖ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อใช้จัดการเรียนการสอนในปีการศึกษา ๒๕๖๔ และเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสิงห์บุรี เป็นไปตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการจัดการศึกษาเพื่อเพิ่มคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้กำหนดการพัฒนาหลักสูตรและประเมินผลการใช้หลักสูตรทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรและประเมินผลการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสิงห์บุรี ปีการศึกษา ๒๕๖๔ ดังนี้

๑. คณะกรรมการที่ปรึกษา ประกอบด้วย

๑. นายปราโมทย์ เจริญสูง	ผู้อำนวยการโรงเรียนสิงห์บุรี	ประธานกรรมการ
๒. นายจำเรียง หล้าริ้ว	รองผู้อำนวยการโรงเรียน	กรรมการ
๓. นายมานพ แสงสว่าง	รองผู้อำนวยการโรงเรียน	กรรมการ
๔. นางสาวอรรณพ คำชื่น	รองผู้อำนวยการโรงเรียน	กรรมการ
๕. นางเรณู ร่มโพธิ์	รองผู้อำนวยการโรงเรียน	กรรมการและเลขานุการ

มีหน้าที่ มอบนโยบาย และกำกับดูแล ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ อำนวยความสะดวกตลอดจนแก้ไขปัญหา ในการดำเนินงานทุกๆ ด้าน

๒. คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรและประเมินผลการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ฯ ประกอบด้วย

๑. นางอุมาร สุวรรณโมลี	หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ประธานกรรมการ
๒. นางสาวสม ปันเกตุ	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๓. นางวลัยรัตน์ หล้าริ้ว	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๔. นางสาวสรินญ์ เขยสาคร	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๕. นางสาวสุกฤตา ทิชนพวงศ์	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๖. นายอุดมศักดิ์ วัชร	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๗. นางสาวนุสรรา หัวไผ่	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๘. นายพลกฤษณ์ เข้มเพชร	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๙. นางสาวมาลินี พัวพานิช	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๐. นางจุฬาลักษณ์ กลั่นสกุล	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ

๑๑. นางสาวฉัตรภรณ์	นาเมืองรักษ์	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๒. นายฉ่องชัย	คงดี	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๓. นายเอกชัย	สุขเคหา	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๔. นางนันทรัตน์	ประพสุโร	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๕. นายภักทิตต์	วรรณสุทธิ์	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๖. นางอรุณศรี	ศรีชัย	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๗. นางสาวพรรณพร	พิศรูป	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๘. นางสาวปนัดดา	สุรเมธสกุล	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๑๙. นางสาวเบญจวรรณ	พัฒน์เขต	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๐. นายณรงค์	นิธยานันท์	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๑. นายปรีชา	มีชัย	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๒. นายกมล	แก้วอ่อน	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๓. นายกฤษณะพงษ์	พงษ์สัตยา	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๔. นางสาวพรภิมล	ชัยสุวรรณรักษ์	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๕. นางสาวอาภาวรรณ	สว่างศรี	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๖. นางธรรญา	ธยานันธธร	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๗. นางสาวจิตติมา	ธนะศรี	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๘. นายอรรณพ	โพธิ์ศรี	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๒๙. นางสาวศศิฤดี	ศรีประเสริฐ	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๓๐. นางสาวสุชาดา	ทิพโรจน์	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๓๑. นางนพพร	เขตการณ์	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๓๒. นายพลนพ	น้อยหลุน	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๓๓. นายกานต์	ทองสุก	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการ
๓๔. นางสาวศศิพัชร์	ดุ่มทอง	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	กรรมการ
๓๕. นางสาวสุรีพร	แย้มบุญ	ครูโรงเรียนสิงห์บุรี	กรรมการและเลขานุการ

มีหน้าที่ วางแผนการพัฒนาหลักสูตร บริหารหลักสูตร ส่งเสริมการใช้หลักสูตร และประเมินผลการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรายวิชาที่ตนเองได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอน

ให้คณะกรรมการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเรียบร้อย ทุ่มเท เสียสละ ส่งผลต่อการพัฒนาการศึกษาของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสิงห์บุรี อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนไปสู่ทิศทางของความสำเร็จและเป็นไปตามเจตนารมณ์แห่งการจัดการศึกษาของชาติ

ทั้งนี้ตั้งแต่วันที่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๔



(นายปราโมทย์ เจริญสูง)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสิงห์บุรี