



หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเสาชิงช้า พ.ศ.๒๕๖๗

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๐
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มัธยมศึกษาตอนปลาย



หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเสาชิงช้า
พุทธศักราช 2567
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครศรีธรรมราช
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

หลักสูตรโรงเรียนเสาชิงช้าวิทยา พุทธศักราช 2567 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้จัดทำขึ้นตามแนวทางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และเป็นไปตามมาตรา 27 วรรคสองแห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ซึ่งกำหนดให้สถานศึกษามีหน้าที่จัดทำสาระของหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักการ จุดหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนด เพื่อตอบสนองต่อความต้องการในส่วนที่เกี่ยวกับสภาพปัญหาในชุมชน และสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะที่พึงประสงค์ เพื่อให้เยาวชนเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน หลักสูตรโรงเรียนเสาชิงช้าวิทยา พุทธศักราช 2567 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ฉบับนี้ประกอบด้วย ส่วนนำ คุณภาพผู้เรียน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทาง โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โครงการจัดการเรียนรู้ การตัดสินผลการเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหลักสูตรโรงเรียนเสาชิงช้าวิทยาพุทธศักราช 2567 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ฉบับนี้ เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้เข้าใจ และสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง และบรรลุผลตามที่ต้องการ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหลักสูตรโรงเรียนเสาชิงช้าวิทยาพุทธศักราช 2567 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีก็ด้วยความร่วมมือจากคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน ผู้ปกครองนักเรียน คณะครู และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคส่วนที่มีส่วนร่วมดำเนินการ ทางโรงเรียนจึงขอขอบพระคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
ส่วนที่ 1 ส่วนนำ	4
คุณภาพผู้เรียน	8
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	11
ตัวชี้วัด ระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทาง	135
ส่วนที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา	149
โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนเสาชิงช้า	149
ส่วนที่ 3 โครงการจัดการเรียนรู้	156
ส่วนที่ 4 การตัดสินผลการเรียน	288
ภาคผนวก	290
คณะผู้จัดทำ	290

ส่วนที่ 1

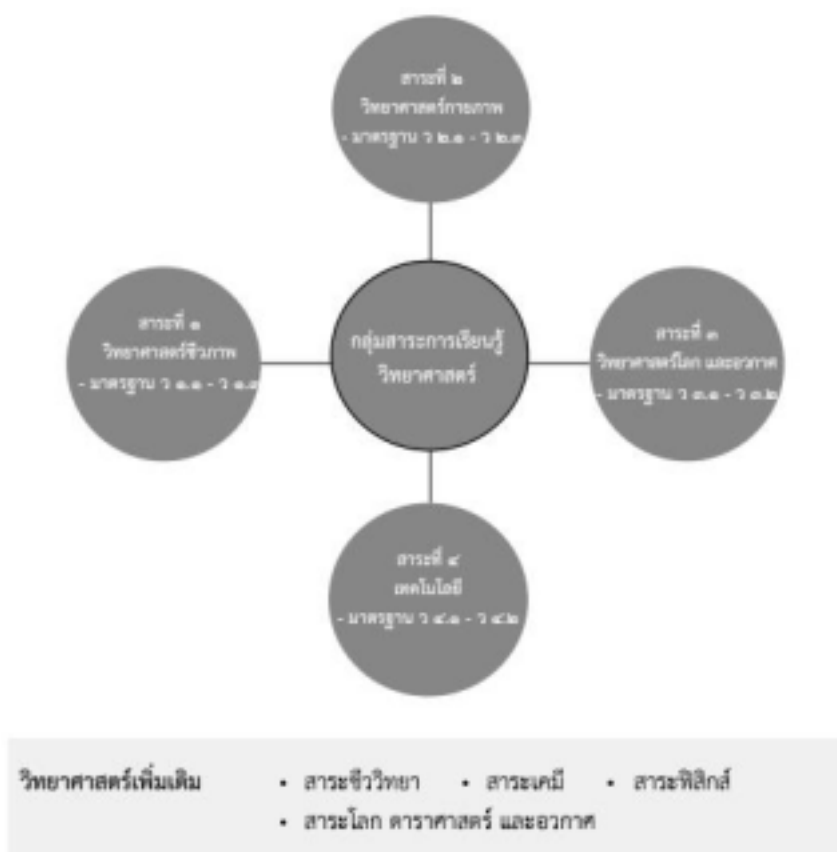
ส่วนนำ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวชี้วัดและ สาระ การ เรียน รู้ แกนกลาง กลุ่ม สาระ การ เรียน รู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระ การ เรียน รู้ ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และ สาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระ ชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และ สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่อง เชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วย กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน

ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุง เพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สรุปลงเป็นแผนภาพได้ ดังนี้



เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกัน และกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับ กระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และ แก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่าง หลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

✦ **วิทยาศาสตร์ชีวภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของ มนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

✦ **วิทยาศาสตร์กายภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

✦ **วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ** เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

✦ เทคโนโลยี

- การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนา งาน อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้ เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึง ผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็น ระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบ ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

- มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและ ความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

- มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

- มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ
- มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

- มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนา งานอย่างมีความ คิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกลงใช้เทคโนโลยีอย่าง เหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณ ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

คุณภาพผู้เรียน

จบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

- ❖ เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของ มนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของ มนุษย์และ ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสาร ต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมวิวัฒนาการ ที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผล ของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
- ❖ เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลง แทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและ ผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการ แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
- ❖ เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติ บางประการของธาตุ การ จัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างอนุภาคและสมบัติ ต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึด เหนี่ยว พันธะ เคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี
- ❖ เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส
- ❖ เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงาน ไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ❖ เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์ กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟ ระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการ ฝึกระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

❖ เข้าใจผลของแรง เนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

❖ เข้าใจ การกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของ เอกภพ หลักฐานที่สนับสนุน ทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของ กาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของ ดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

❖ ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้น ข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

❖ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทาง วิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็น ถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้า ได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำ ไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

❖ วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิง หรือมีทฤษฎีรองรับ

❖ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะ หาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

❖ แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

❖ เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

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

❖ แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่าง รู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

❖ วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของ เทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และ สิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบ สร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และ เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

❖ ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวม ข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลง ของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมาย ของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	<p>1. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย ความสัมพันธ์ของสภาพ ทาง ภูมิศาสตร์บนโลกกับความ หลากหลายของ ไบโอม และ ยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ</p> <p>2. สืบค้นข้อมูล อธิบายสาเหตุ และยกตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลง แทนที่ของระบบนิเวศ</p> <p>3. สืบค้นข้อมูล อธิบายและ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงขององค์ ประกอบ ทาง กายภาพ และทางชีวภาพที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงขนาด ของ ประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ</p>	<ul style="list-style-type: none"> •บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตาม สภาพภูมิอากาศและปริมาณ น้ำฝน ทำให้มี ระบบนิเวศที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิด ความ หลากหลายของไบโอม •การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ ตลอดเวลาทั้งการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเอง ตามธรรมชาติและเกิดจากการ กระทำของมนุษย์ •การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็น การเปลี่ยนแปลงของ กลุ่ม สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจาก ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ทาง กายภาพและทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคม สมบูรณ์ได้ •การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ทั้งทาง กายภาพและทางชีวภาพมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของ ประชากร

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจาก ความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม • ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น บางปัญหาก็ส่งผลกระทบในระดับประเทศ และบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับโลก • การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดี เป็นตัวอย่างของแนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและ การลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เพื่อให้ เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน
ม.5	-	-
ม.6	-	-

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	<p>1. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ</p> <p>2. อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต</p>	<ul style="list-style-type: none"> เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างเป็นเยื่อหุ้มสองชั้นที่มีลึงพิดเป็นองค์ประกอบ และมีโปรตีนแทรกอยู่ สารที่ละลายได้ในลึงพิดและสารที่มีขนาดเล็ก สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง ส่วนสารขนาดเล็กที่มีประจุต้องลำเลียงผ่านโปรตีนที่แทรกอยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมี 2 แบบ คือ การแพร่แบบ ฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ในกรณีสารขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน จะลำเลียงเข้าโดย กระบวนการเอนโดไซโทซิส หรือลำเลียงออกโดย กระบวนการเอกไซโทซิส การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในเลือด เกิดจากการทำงานของไต ซึ่งเป็นอวัยวะในระบบขับถ่ายที่มีความสำคัญในการกำจัดของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำและสารที่มีปริมาณเกินความต้องการของร่างกาย

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	3. อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด	<ul style="list-style-type: none"> การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดเกิดจาก การทำงานของไตที่ทำหน้าที่ขับหรือดูดกลับ ไฮโดรเจนไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน และแอมโมเนียมไอออน และการทำงานของปอดที่ทำหน้าที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์
	4. อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และ กล้ามเนื้อโครงร่าง	<ul style="list-style-type: none"> การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย เกิดจากการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดที่ ควบคุมปริมาณเลือดไปที่ผิวหนัง การทำงานของ ต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งส่งผลถึง ปริมาณความร้อนที่ถูกเก็บ หรือระบายออกจากร่างกาย
	5. อธิบาย และ เขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย	<ul style="list-style-type: none"> เมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นเข้าสู่เนื้อเยื่อ ในร่างกายจะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมทั้งแบบไม่จำเพาะและ แบบจำเพาะ เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซโตสจะมีกลไกในการ ต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ กลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบบจำเพาะเป็นการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาว ลิมโฟไซต์ชนิดบีและชนิดที ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดขาว ทั้งสองชนิดจะมีตัวรับแอนติเจน ทำให้เซลล์ทั้งสองสามารถตอบสนองแบบจำเพาะต่อแอนติเจน นั้น ๆ ได้ เซลล์บีทำหน้าที่ สร้างแอนติบอดี ซึ่งช่วยในการ จับ กับสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เพื่อทำลายต่อไป โดยระบบภูมิคุ้มกัน เซลล์ที่ทำหน้าที่หลากหลายเช่น กระตุ้น การทำงานของเซลล์บีและเซลล์ที ชนิดอื่น ทำลายเซลล์ที่ติดเชื้อและเซลล์ที่ผิดปกติอื่น ๆ
	6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	<ul style="list-style-type: none"> บางกรณีร่างกายอาจเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจนบางชนิด อย่างรุนแรงมากเกินไป หรือร่างกาย มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อแอนติเจนของตนเอง อาจทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติได้
	7. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV	<ul style="list-style-type: none"> บุคคลที่ได้รับเลือดหรือสารคัดหลั่งที่มีเชื้อ HIV ซึ่งสามารถทำลายเซลล์ที ทำให้ภูมิคุ้มกันบกพร่องและติดเชื้อต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	8. ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้	<ul style="list-style-type: none"> • กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นจุดเริ่มต้น ของการสร้างน้ำตาลในพืช พืชเปลี่ยนน้ำตาลไป เป็นสารอาหารและสารอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช และสัตว์
	9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิด สร้างขึ้น	<ul style="list-style-type: none"> • มนุษย์สามารถนำสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้นไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นยาหรือสมุนไพร ในการรักษาโรคบางชนิดใช้ในการไล่แมลง กำจัดศัตรูพืชและสัตว์ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และใช้เป็นวัตถุเติมในอุตสาหกรรม
	10. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และ อธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของพืช	<ul style="list-style-type: none"> • ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหาร คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ปัจจัยภายใน เช่น ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชมีการ สังเคราะห์ขึ้น เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในช่วงชีวิตต่าง ๆ • มนุษย์มีการสังเคราะห์สาร ควบคุมการเจริญเติบโต ของพืชโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืช เพื่อนำมาใช้
	11. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสาร ควบคุมการ เจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช	<ul style="list-style-type: none"> • ควบคุมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช
	12. สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อ สิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> • การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชแบ่งตามความสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าได้ ได้แก่ แบบที่มี ทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น ดอกทานตะวันหันเข้าหาแสง ปลายรากเจริญ เข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลก และแบบที่ไม่มีทิศทางสัมพันธ์กับ ทิศทางของสิ่งเร้า เช่น การหุบ และบานของดอก หรือ การหุบและกางของใบพืชบางชนิด • การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชบางอย่าง ส่งผล ต่อการเจริญเติบโต เช่น การเจริญในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก การเจริญในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแสง และการตอบสนองต่อการสัมผัสสิ่งเร้า
ม.5	-	.
ม.6	-	.

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุม ด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับ นิวคลีโอไทด์ ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต สืบค้น ข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์ สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม 	<ul style="list-style-type: none"> ดีเอ็นเอ มีโครงสร้างประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ มาเรียงต่อกัน โดยยีนเป็นช่วง ของสายดีเอ็นเอที่มีลำดับนิว คลีโอไทด์ที่กำหนดลักษณะของโปรตีน ที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ ลักษณะ บางลักษณะ มีโอกาสพบในเพศชาย และเพศหญิงไม่เท่ากัน เช่น ตาบอดสี และฮีโมฟี เลีย ซึ่งควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมเพศ บางลักษณะ มีการควบคุมโดยยีนแบบมัลติเปิลแอลลีล เช่น หมู่เลือดระบบ ABO ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมดังกล่าวจัดเป็นส่วนขยายของ พันธุศาสตร์เมนเดล มิวเทชัน ที่เปลี่ยนแปลงลำดับ นิวคลีโอไทด์ หรือ เปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือจำนวนโครโมโซม อาจส่งผลทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไป จากเดิม ซึ่งอาจมีผลดีหรือผลเสีย มนุษย์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่าง จากเดิมโดยการ ใช้รังสี และสารเคมีต่าง ๆ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ และ เกษีขกรรม เช่น การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อผลิตยาและวัคซีน ด้านการเกษตร เช่น พืชดัดแปรพันธุกรรมที่ต้านทานโรคหรือแมลง สัตว์ดัดแปร พันธุกรรมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และด้าน นิติวิทยาศาสตร์ เช่น การ ตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด หรือเพื่อหาผู้กระทำผิด • การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่าง ๆ ต้อง คำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบทางด้านสังคม • สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะที่ปรากฏให้เห็น แตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลาย ของลักษณะทาง พันธุกรรม ซึ่งเกิดจากมิวเทชัน ร่วมกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ • ผลจากกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ทำให้ สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมในการดำรงชีวิต สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ • กระบวนการ คัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นหลักการ ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต
ม.5	-	-
ม.6	-	-

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติ ของสสารกับ โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง อนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิด สสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	-	-
ม.5	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือ สารประกอบ และอยู่ในรูป อะตอม โมเลกุล หรือไอออนจาก สูตรเคมี 2. เปรียบเทียบความเหมือนและ ความแตกต่าง ของแบบจำลอง อะตอมของโบร์กับแบบจำลอง อะตอมแบบ กลุ่มหมอก 	<ul style="list-style-type: none"> • สารเคมีทุกชนิดสามารถระบุได้ว่าเป็นธาตุหรือ สารประกอบ และอยู่ในรูปของอะตอม โมเลกุลหรือไอออนได้ โดยพิจารณา จากสูตรเคมี • แบบจำลองอะตอมใช้อธิบายตำแหน่งของโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอนในอะตอม โดยโปรตอน และ นิวตรอนอยู่รวมกันใน นิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ รอบนิวเคลียส ซึ่งใน แบบจำลองอะตอมของโบร์ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวง โดยแต่ละ วงมีระยะห่างจากนิวเคลียสและมีพลังงานต่างกัน และอิเล็กตรอน วงนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน • แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก แสดงโอกาสที่จะพบ อิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในลักษณะ กลุ่มหมอก เนื่องจาก อิเล็กตรอนมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึง ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	3. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดี่ยว	<ul style="list-style-type: none"> อะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวน โปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน การระบุชนิดของธาตุพิจารณาจากจำนวนโปรตอน เมื่ออะตอมของธาตุมีการให้หรือรับอิเล็กตรอน ทำให้จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน เกิดเป็นไอออน โดยไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอน เรียกว่า ไอออนบวก ส่วนไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน เรียกว่า ไอออนลบ
	4. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป	<ul style="list-style-type: none"> สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมและเลขมวล โดยเลขอะตอมเป็น ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในอะตอม เลขมวลเป็นตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนในอะตอม ธาตุชนิดเดียวกันแต่มีเลขมวลต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป
	5. ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็น โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ	<ul style="list-style-type: none"> ธาตุจัดเป็นหมวดหมู่ได้อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยตารางธาตุ ซึ่งในปัจจุบันจัดเรียงตามเลขอะตอม และความคล้ายคลึงของสมบัติแบ่งออกเป็นหมู่ ซึ่งเป็นแถวในแนวตั้ง และคาบ ซึ่งเป็นแถวในแนวนอน ทำให้ธาตุที่มีสมบัติเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ อยู่เป็นกลุ่มบริเวณใกล้ ๆ กัน และแบ่งธาตุออกเป็นกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน
	6. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอน ระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ	<ul style="list-style-type: none"> ธาตุในกลุ่มโลหะ จะนำไฟฟ้าได้ดี และมีแนวโน้ม ให้อิเล็กตรอน ส่วนธาตุในกลุ่มอโลหะ จะไม่นำ ไฟฟ้า และมีแนวโน้มรับอิเล็กตรอน โดยธาตุ เรฟรีเซนเททีฟในหมู่ IA - IIA และธาตุแทรนซิชันทุกธาตุ จัดเป็นธาตุในกลุ่มโลหะ ส่วนธาตุเรฟรีเซนเททีฟ ในหมู่ IIIA - VIIA มีทั้งธาตุในกลุ่มโลหะและอโลหะ ส่วนธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่ VI IIA จัดเป็นธาตุอโลหะทั้งหมด

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	7. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอ ตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟริเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชั่น	<ul style="list-style-type: none"> • ธาตุเรฟริเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชั่นนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หลากหลายซึ่งธาตุบางชนิดมีสมบัติที่เป็นอันตราย จึงต้องคำนึงถึงการป้องกันอันตรายเพื่อความปลอดภัยในการใช้ประโยชน์
	8. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง	<ul style="list-style-type: none"> • พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมด้วยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน เกิดเป็นโมเลกุล โดยการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๑ คู่เรียกว่า พันธะเดี่ยว เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ ๑ เส้น ในโครงสร้างโมเลกุล ส่วนการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ๒ คู่และ ๓ คู่ เรียกว่าพันธะคู่และพันธะสาม เขียนแทนด้วยเส้นพันธะ ๒ เส้น และ ๓ เส้น ตามลำดับ
	9. ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม	<ul style="list-style-type: none"> • สารที่มีพันธะภายในโมเลกุลเป็นพันธะโคเวเลนต์ทั้งหมดเรียกว่า สารโคเวเลนต์โดยสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันเป็นสารไม่มีขั้ว ส่วนสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย ๒ อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน เป็นสารมีขั้ว สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่า ๒ อะตอม อาจเป็นสารมีขั้วหรือไม่มีขั้วขึ้นอยู่กับรูปร่างของโมเลกุล ซึ่งสภาพขั้วของสารโคเวเลนต์ส่งผลต่อแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่ทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารโคเวเลนต์แตกต่างกัน นอกจากนี้สารบางชนิดมีจุดเดือดสูงกว่าปกติเนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูงที่เรียกว่า พันธะไฮโดรเจนซึ่งสารเหล่านี้มีพันธะ N-H O-H หรือ F-H ภายในโครงสร้างโมเลกุล
	10. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง	
	11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน	
	12. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก	<ul style="list-style-type: none"> • สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของไอออนบวกของธาตุโลหะและไอออนลบของธาตุอโลหะ ในบางกรณีไอออนอาจประกอบด้วยกลุ่มของอะตอม โดยเมื่อไอออนรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกจะมีสัดส่วนการรวมตัวเพื่อทำให้ประจุของสารประกอบเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยไอออนบวกและไอออนลบจะจัดเรียงตัวสลับต่อเนื่องกันไป ใน ๓ มิติเกิดเป็นผลึกของสาร ซึ่งสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขที่แสดงจำนวนไอออนแต่ละชนิดเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>13. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่า สารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรืออนอิเล็กโทรไลต์</p>	<p>- สารจะละลายน้ำได้เมื่อองค์ประกอบของ สารสามารถเกิดแรงดึงดูดกับ โมเลกุลของน้ำได้โดยการละลายของสารในน้ำเกิดได้ ๒ ลักษณะคือ การละลายแบบแตกตัว และการละลายแบบไม่แตกตัว การละลายแบบแตกตัวเกิดขึ้นกับสารประกอบไอออนิก และ สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยเมื่อสารเกิดการละลายแบบแตกตัวจะได้ไอออนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ทำให้ได้ สารละลายที่นำไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ การละลายแบบไม่แตกตัวเกิดขึ้นกับสารโคเวเลนต์ที่มีขั้วสูงสามารถดึงดูดกับ โมเลกุลของน้ำได้ดีโดยเมื่อเกิดการละลายโมเลกุลของ สารจะไม่แตกตัวเป็นไอออน และสารละลายที่ได้จะไม่นำไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า สารละลายอนอิเล็กโทรไลต์</p>
	<p>14. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่า อิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตร โครงสร้าง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สารประกอบอินทรีย์เป็น สารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและ แบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอน สามารถเกิดพันธะกับคาร์บอนด้วยกันเอง และธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้พันธะระหว่างคาร์บอนยังมีหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะเดี่ยวพันธะคู่ พันธะสาม • สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดย สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทุกพันธะใน โครงสร้าง ส่วน สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่หรือพันธะสามอย่างน้อย ๑ พันธะในโครงสร้าง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	15. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น	<ul style="list-style-type: none"> • สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลวการละลาย
	16. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	<ul style="list-style-type: none"> • สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-COOH$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นกรด ส่วนสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ $-NH_2$ สามารถแสดงสมบัติความเป็นเบส
	17. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร	<ul style="list-style-type: none"> • การละลายของสารพิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกันโดยสารมีขั้วละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วส่วนสารไม่มีขั้วละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วและสารมีขั้วไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว
	18. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> • โครงสร้างของพอลิเมอร์อาจเป็นแบบเส้น แบบกิ่งหรือแบบร่างแห โดยพอลิเมอร์แบบเส้นและแบบกิ่ง มีสมบัติเทอร์มอพลาสติก ส่วนพอลิเมอร์แบบร่างแห มีสมบัติเทอร์มอเซต จึงมีการใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน
	๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข	<ul style="list-style-type: none"> • การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการลดปริมาณการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	20. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี	<ul style="list-style-type: none"> ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารโดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงาน ความร้อนพลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้าที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมีซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวาโดยจำนวนอะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวาเท่ากัน นอกจากนี้สมการเคมียังสามารถแสดงปัจจัยอื่นเช่น สถานะพลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีที่ใช้
	21. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	<ul style="list-style-type: none"> อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้น อุณหภูมิพื้นที่ผิว หรือตัวเร่งปฏิกิริยา ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม
	22. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม	
	23. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์	<ul style="list-style-type: none"> ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกิริยาเคมีซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยารีดอกซ์
	24. อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี	<ul style="list-style-type: none"> สารที่สามารถแผ่รังสีได้เรียกว่า สารกัมมันตรังสีซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน
	25. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี	<ul style="list-style-type: none"> รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่นแอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมาใช้ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	-	-
ม.5	1. วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบาย ความเร่งของวัตถุ	<ul style="list-style-type: none"> • การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนความเร็วเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ความเร่งเป็นอัตราส่วนของความเร็วยที่เปลี่ยนไปต่อเวลาและเป็นปริมาณเวกเตอร์ในกรณีที่วัตถุที่อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็วคงตัววัตถุนั้นมีความเร่งเป็นศูนย์ • วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ถ้าความเร็วและความเร่งมีทิศเดียวกัน และมีความเร็วลดลง ถ้าความเร็วและความเร่งมีทิศตรงกันข้าม
ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง โดยแรงทุกแรงอยู่ในระนาบเดียวกันสามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้นได้โดยรวมแบบเวกเตอร์
	3. สังเกต วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์โดยขนาดของความเร่งขึ้นกับขนาดของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ
	4. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> • แรงกระทำระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เป็นแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันเกิดขึ้นพร้อมกัน กระทำกับวัตถุคนละก้อนแต่มีทิศทางตรงข้าม
	5. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุได้แก่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	<ul style="list-style-type: none"> • วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวหรือความเร่งไม่คงตัว อาจเป็นการเคลื่อนที่แนวตรงการเคลื่อนที่แนวโค้ง หรือการเคลื่อนที่แบบสั่น การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการตกแบบเสรีการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งมีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วย

- ความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดที่แรงลัพธ์เป็นศูนย์เรียกว่าตำแหน่งสมดุล
6. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก
7. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า
- ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง เมื่อมีวัตถุที่มีมวลจะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุแรงนี้นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆเช่น ดาวเทียม และดวงจันทร์รอบโลก
 - กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในบริเวณรอบแนวการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า หากทิศทางของสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้าได้จากกฎมือขวา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	8. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์	• ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เมื่อมีอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่โดยไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก หรือมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำโดยกระแสไฟฟ้าไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้างมอเตอร์
	9. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	• เมื่อมีสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำทำให้เกิดอีเอ็มเอฟ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
	10. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน	• ภายในนิวเคลียสมีแรงเข้มที่เป็นแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคในนิวเคลียส และเป็นแรงหลักที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส นอกจากนี้ยังมีแรงอ่อน ซึ่งเป็นแรงที่ใช้อธิบายการสลายให้อนุภาคบีตาของธาตุกัมมันตรังสี

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	-	-
ม.5	<p>๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชันและความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน</p> <p>๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย</p> <p>๓. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น</p> <p>๔. สังเกต และอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้องและผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชัน หรือฟิวชันเรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ โดยฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น พลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน มีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่นการเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง จะเกิดการสะท้อน เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน จะเกิดการหักเห เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางจะเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นสองขบวนมาพบกันจะเกิดการรวมคลื่นเกิดรูปร่างของคลื่นรวม หลังจากคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันแล้วจะแยกกัน โดยแต่ละคลื่นยังคงมีรูปร่างและทิศทางเดิม เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นแล้วหยุดกระตุ้น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่ที่เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ ถ้ามีแรงกระตุ้นวัตถุที่กำลังสั่นด้วยความถี่ของการออกแรงตรงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้นจะทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดมากขึ้น เรียกว่าการสั่นพ้อง เช่น การสั่นพ้องของอาคารสูง การสั่นพ้องของสะพาน การสั่นพ้องของเสียงในเครื่องดนตรีประเภทเป่า

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๕. สังเกต และอธิบาย การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง	<ul style="list-style-type: none"> • เสียงมีการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น เช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ
	๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง	<ul style="list-style-type: none"> • ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกเสียงสูงเสียงต่ำ โดยความถี่ที่คนได้ยินมีค่าอยู่ระหว่าง ๒๐-๒๐,๐๐๐ เฮิรตซ์ ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกความดังของเสียงซึ่งขึ้นกับความเข้มเสียง โดยความเข้มเสียงเป็นพลังงานเสียงที่ตกตั่งฉากบนพื้นที่หนึ่งหน่วย ในหนึ่งหน่วยเวลา เสียงที่มีความดังมากเกินไปเป็นอันตรายต่อหู
	๗. สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับปัด ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเดินทางไปกระทบวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมายังผู้ฟัง ถ้าผู้ฟังได้ยินเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิด และเสียงที่สะท้อนกลับมาแยกจากกัน เสียงที่ได้นี้เป็นเสียงสะท้อนกลับ
	๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่าง การนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อคลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่ใกล้เคียงกัน มารวมกันจะเกิดบีต • เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ผู้ฟังเคลื่อนที่ หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่ ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ • ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง
	๙. สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี	<ul style="list-style-type: none"> • ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวด์ใช้ในทางการแพทย์ บีตของเสียงในการปรับเทียบเสียงของเครื่องดนตรี การสั่นพ้องของเสียงใช้ในการออกแบบเครื่องดนตรีและอธิบายการเปล่งเสียงของมนุษย์
	๑๐. สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงสีบางสีโดยขึ้นกับสารสีบนผิววัตถุ และสะท้อนแสงสีที่เหลือออกมา ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นกับแสงสีที่สะท้อนออกมา ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวยบนจอตา
	๑๑. สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> • แผ่นกรองแสงสียอมให้แสงสีบางสีผ่านออกไปได้และกั้นบางแสงสี • การผสมแสงสีทำได้แสงสีที่หลากหลายเปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว • การผสมสารสีทำได้สารสีที่หลากหลายเปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำสารสีปฐมภูมิในปริมาณที่เท่ากันมาผสมกันจะได้สารสีผสมเป็นสีดำ • การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะด้านการแสดง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.6	<p>๑๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า</p>	<ul style="list-style-type: none"> • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยสนามทั้งสองมีทิศทางตั้งฉากกัน และตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น • อุปกรณ์บางชนิดทำงานโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่น เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	-	-
ม.5	-	-
ม.6	<p>๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงานสสาร ขนาดอนุภาคของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ</p> <p>๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ</p> <p>๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของ กาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะพร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก</p>	<ul style="list-style-type: none"> ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือทฤษฎีบิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบงที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมากซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาและวิวัฒนาการของเอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบง เอกภพเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิลดลง มีสสารคงอยู่ในรูปอนุภาคและปฏิยานุภาคหลายชนิด และมีวิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ เป็นสมาชิกบางส่วน ของเอกภพ หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือการขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิลโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่างออกจากโลกและหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลัง ที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทางและสอดคล้องกับอนุภาค ผลิตของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗ เคลวิน กาแล็กซี ประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวนมากหลายแสนล้านดวง ซึ่งอยู่กันเป็นระบบของดาวฤกษ์นอกจากนี้ ยังประกอบด้วยเทห์ฟ้าอื่น เช่น เนบิวลา และสสารระหว่างดาว โดยองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซีอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกัน โดยระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหัน แบบมีคาน มีโครงสร้าง คือนิวเคลียส จาน และฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียสและจาน โดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือก ประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสงซึ่งทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็นบริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมองของคนบนโลก แถบฟ้าสีขาวยาว ๆ ของทางช้างเผือกคือดาวฤกษ์ ที่อยู่อย่างหนาแน่นในกาแล็กซีทางช้างเผือก

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาดจากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไปดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ เกิดจากการยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลาที่มีขนาดเล็กเกิดความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิดเป็นดาวฤกษ์ก่อนเกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นจนเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ก่อนเกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ในสภาพสมดุลระหว่างแรงดันกับแรงโน้มถ่วงซึ่งเรียกว่า สมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีเสถียรภาพและปลดปล่อยพลังงานเป็นเวลานาน ตลอดช่วงชีวิตของดาวฤกษ์ • ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ เป็นปฏิกิริยาหลักของกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ที่แก่นของดาวฤกษ์ ทำให้เกิดการหลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจน เป็นนิวเคลียสฮีเลียมแล้วก่อให้เกิดพลังงานอย่างต่อเนื่อง
	<p>๕. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจากดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาทีต่อหน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจากตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึงกำหนดค่าการเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ด้วยค่าโชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดงระดับความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต
	<p>๖. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้สเปกตรัมในการจำแนกชนิดของดาวฤกษ์
	<p>๗. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิด ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้พลังงานมาก จึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย • ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกันการวิวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่เทียบกับจำนวนเท่าของมวลดวงอาทิตย์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>๘. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ และการแบ่งเขตบริหารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต</p>	<ul style="list-style-type: none"> ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่นและแก๊สที่เรียกว่าเนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊สประมาณร้อยละ ๙๙.๘ ของมวลได้รวมตัวเป็นดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อน หรือ พลาสมาสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และบริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขตบริหารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะ การเกิดและองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นในดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และดงดาวหาง โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิตเพราะ โคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสมอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต มีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคงสถานะเป็นของเหลวได้ ปัจจุบันมีการค้นพบดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมาก และมีดาวเคราะห์บางดวงที่อยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตคล้ายโลก
	<p>๙. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และสึบค้นข้อมูล วิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย</p>	<ul style="list-style-type: none"> ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็นแก่นเขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อน และมีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโครโมสเฟียร์และโคโรนา ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืด ดวงอาทิตย์การลุกจ้า ที่ทำให้เกิดลมสุริยะ และพายุสุริยะซึ่งส่งผลกระทบต่อโลก ลมสุริยะ เกิดจากการแพร่กระจายของอนุภาคจากชั้นโคโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาคที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุลมสุริยะส่ง ผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสง และชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ พายุสุริยะ เกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุพลังงานสูงจำนวนมากมาสู่มักเกิดบ่อยครั้งในช่วงที่มีการลุกจ้า และในช่วงที่มีจุดมืดดวงอาทิตย์จำนวนมาก และในบางครั้งมีการพ่นก้อนมวลโคโรนา พายุสุริยะอาจส่งผลกระทบต่อสนามแม่เหล็กโลก จึงอาจรบกวนระบบการส่งกระแสไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของดาวเทียม นอกจากนี้ยังทำให้เกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษา เพื่อขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์ อาหารการแพทย์ • นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศ ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟอินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเล็ต และรังสีเอ็กซ์ • ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อสำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานีอวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการลอยฟ้าที่โคจรรอบโลกใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก • ดาวเทียม คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียมมีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	-	-
ม.5	-	-
ม.6	<p>๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน</p> <p>๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี</p> <p>๓. ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีพร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ</p> <p>๔. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด</p>	<ul style="list-style-type: none"> การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอวกาศบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลก จึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้างโลก ได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลกเนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ธรณีภาคฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาคการเปลี่ยนแปลงขนาดและ ตำแหน่งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณิดังกล่าวอธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีการแผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกัน ได้ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขาซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอยการเคลื่อนที่ของตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาลอายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้งการค้นพบสันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร การพาความร้อนของแมกมาภายในโลก ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทาง ธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้าง ที่บริเวณแนว รอยต่อของแผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟรูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิดสึนามิ ซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบได้แก่ แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ ภูเขาไฟระเบิด เกิดจากการแทรกดันของ แมกมาขึ้นมาตามส่วน

ภูเขาไฟระเบิดรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดและผลจากสึนามิรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

๗. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก

๘. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ

๙. อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก

เพราะบาง หรือรอยแตกบนเปลือกโลกมักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้งประโยชน์และโทษจึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

- แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกันมากเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของแผ่นธรณี และพื้นที่ภายใต้อิทธิพลของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหาย เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

- สึนามิ คือ คลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำในปริมาตรมหาศาลส่วนมากจะเกิดในทะเลหรือมหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะคือความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงเมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อยและอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น จึงทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

- พื้นผิวโลกแต่ละบริเวณได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยสำคัญหลายประการ เช่น สัมพันธและการเอียงของแกนโลก ลักษณะของพื้นผิวละเอียงและเมฆ ทำให้แต่ละบริเวณบนโลกมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน ส่งผลให้มีความกดอากาศแตกต่างกัน และเกิดการถ่ายโอนพลังงานระหว่างกัน

- การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจากความกดอากาศที่แตกต่างกันระหว่างสองบริเวณโดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ และเมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้งจะพบว่าอากาศเหนือบริเวณความกดอากาศต่ำจะมีการยกตัวขึ้นขณะที่อากาศเหนือบริเวณความกดอากาศสูงจะจมตัวลงโดยการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวราบและแนวตั้งนี้ทำให้เกิดเป็นการหมุนเวียนของอากาศ

- การหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดแรงคอริโอลิสส่งผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศเบนไปโดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณซีกโลกเหนือจะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจากทิศทางเดิม

๑๐. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ

- โลกมีความกดอากาศแตกต่างกันในแต่ละบริเวณรวมทั้งอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบโดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศแบบหนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลางมีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียนแถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

๑๑. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร

- นอกจากนั้นบริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละแถบละติจูด จะมีลักษณะลมฟ้าอากาศ ที่แตกต่างกัน เช่น บริเวณใกล้ศูนย์สูตรมีปริมาณ หยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่นบริเวณละติจูด ๓๐ องศา มีอากาศแห้งแล้งส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศา อากาศมีความแปรปรวนสูง

๑๒. อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร ที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

- การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลักทำให้บริเวณซีกโลกเหนือมีการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรที่ทั้งกระแสอุ่น และกระแสเย็น

๑๓. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

- การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรส่งผลต่อภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีมที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรปไม่หนาวเย็นเกินไป และเมื่อการหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวนของลมค้าและส่งผลกระทบต่อประเทศที่อยู่บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก

๑๔. แปลความหมายสัญลักษณ์ลม

- โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยปริมาณพลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในแต่ละปีค่อนข้างคงที่และมีลักษณะภูมิอากาศที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกและภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากปัจจัยหลายประการทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ เช่น แก๊สเรือนกระจก ลักษณะผิวโลก และละอองลอย
- มนุษย์มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้ โดยการลดกิจกรรมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงาน เช่น ลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกและละอองลอย
- แผนที่อากาศผิวพื้นแสดงข้อมูลการตรวจอากาศในรูปแบบ

ฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่
อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศ
ต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิต
ให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

สัญลักษณ์หรือตัวเลข เช่น บริเวณความกดอากาศสูง หย่อมความ
กดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่องความกดอากาศต่ำ การแปล
ความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศทำให้ทราบลักษณะลมฟ้าอากาศ
ณ บริเวณหนึ่ง

- การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ ร่วมกับ
ข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการ
พยากรณ์อากาศเรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม สามารถ
นำมาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ
เช่น การเลือกช่วงเวลาในการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาลการ
เตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนา งานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	<p>๑. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี</p> <p>๒. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไป ประกอบเข้าด้วยกันและทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วยตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กันนอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยระบบทางเทคโนโลยีอาจมีระบบย่อยหลายระบบ (sub-systems) ที่ทำงานสัมพันธ์กันอยู่ และหากระบบย่อยใดทำงานผิดพลาดจะส่งผลต่อการทำงานของระบบอื่นด้วย เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม ปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม เช่น ปัญหาด้าน การเกษตร อาหาร พลังงานการขนส่ง สุขภาพและการแพทย์ การบริการซึ่งแต่ละด้านอาจมีได้หลากหลายปัญหา การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	<p>3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>4. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์ และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด</p> <p>๕. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพยากรสิ้นทางปัญญาเงื่อนไขและทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูล และสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม • การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพการเขียนผังงาน • ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอมีหลากหลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน • การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะช่วยให้การทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น • การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหาเพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ • การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ หรือการนำเสนอต่อภาคธุรกิจ เพื่อการพัฒนาต่อยอดสู่ฐานอาชีพ • วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่นไม้สังเคราะห์ โลหะ จึงต้องมีวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน • การสร้างชิ้นงาน อาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น LDR sensor เพื่อ รอก คานวงจรสำเร็จรูป • อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน หรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.5	๑. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน	<ul style="list-style-type: none"> • การทำโครงการ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน • การทำโครงการการออกแบบและเทคโนโลยีสามารถดำเนินการได้ โดยเริ่มจากการสำรวจสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ เพื่อกำหนดหัวข้อโครงการ แล้วรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผลปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
ม.6	-	-

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	๑. ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มี การบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง	<ul style="list-style-type: none"> การพัฒนาโครงการ การนำแนวคิดเชิงคำนวณไปพัฒนาโครงการเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน เช่น การจัดการพลังงานอาหาร การเกษตร การตลาด การค้าขายการทำธุรกรรม สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างโครงการ เช่น ระบบดูแลสุขภาพ ระบบอัตโนมัติควบคุม การปลูกพืช ระบบจัดเส้นทาง การขนส่งผลผลิต ระบบแนะนำการใช้งานห้องสมุดที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.5	1. รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์	<ul style="list-style-type: none"> การนำความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล และเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้แก้ปัญหากับชีวิตจริง การเพิ่มมูลค่าให้บริการหรือผลิตภัณฑ์ การเก็บข้อมูลและการจัดเตรียมข้อมูลให้พร้อมกับการประมวลผล การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การประมวลผลข้อมูล และเครื่องมือ การทำข้อมูลให้เป็นภาพ (data visualization) เช่น bar chart, scatter, histogram การเลือกแหล่งข้อมูล เช่น data.go.th, wolfram alpha, OECD.org, ตลาดหลักทรัพย์, world economic forum คุณค่าของข้อมูลและกรณีศึกษา กรณีศึกษาและวิธีการแก้ปัญหา ตัวอย่างปัญหา เช่น <ul style="list-style-type: none"> รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดความสนใจ และตรงตามความต้องการผู้ใช้ในแต่ละประเภท การกำหนดตำแหน่งป้ายรถเมล์เพื่อลดเวลาเดินทางและปัญหา

การจราจร

- สักร วจความต้องการรับประทานอาหารในชุมชน และเลือกขายอาหารที่จะได้กำไรสูงสุด
- ออกแบบรายการอาหาร ๗ วัน สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.6	1. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ และแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม	<ul style="list-style-type: none"> • การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูล เช่น การเขียนบล็อก อับโหลด วิดีโอ ภาพอินโฟกราฟิก • การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัยเช่น รั่มดรั่วรั้ง ผลกระทบที่ตามมา เมื่อมีการแบ่งปัน ข้อมูลหรือเผยแพร่ข้อมูล ไม่สร้างความเดือดร้อนต่อตนเองและผู้อื่น • จริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ • เทคโนโลยีเกิดใหม่ แนวโน้มในอนาคตการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี • นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับชีวิตประจำวัน • อาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ • ผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และ วัฒนธรรม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง สรุปได้ดังนี้

1.ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2.ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น

-เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา และเคมี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระชีววิทยา

-เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

-เรื่องกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ทับซ้อนกัน ในสาระเคมีและฟิสิกส์

-เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี

3.ลดความซ้ำซ้อนกัน ระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น

-เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้เนื้อหา และกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน

-เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุและมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่อระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน

4.ลดทอนเนื้อหาที่ยาก เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5.มีการเพิ่มเนื้อหาด้านต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา เรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี นวัตกรรมและการแก้ปัญหา ที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับสังคมและเศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ถึงแม้ว่าสถานศึกษาสามารถจัดให้ผู้เรียนได้เรียน ตามความเหมาะสมและตามจุดเน้นของสถานศึกษา แต่ในแนวทางปฏิบัติสถานศึกษาควรจัดให้ผู้เรียนได้ เรียนทุกสาระ เพื่อให้มีความรู้เพียงพอในการนำไปใช้เพื่อการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาของสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ที่สถานศึกษามักมองข้าม ความสำคัญของการเรียนสาระนี้ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาช่วยในการอธิบายและเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ทั้งการ

เปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลก และการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดดังกล่าวล้วนส่งผลซึ่งกันและกัน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วย และที่สำคัญคือ ความรู้ในสาขานี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลาย ๆ ด้าน เช่น อาชีพที่เกี่ยวกับวัสดุศาสตร์ การเดินเรือ การบิน การเกษตร การศึกษาประวัติศาสตร์ วิศวกร อุตสาหกรรมน้ำมันเหมือง นักธรณีวิทยา นักอุตุนิยมวิทยา นักดาราศาสตร์ นักบินอวกาศ ดังนั้นพื้นฐานความรู้สาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ จะช่วยเปิดโอกาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับผู้เรียน เพราะในอนาคตข้างหน้า นอกจากมนุษย์จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่ตัวเองอาศัยอยู่แล้ว ยังต้องพัฒนาตนเองเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลกเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

✧ ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพโครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืช ดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

✧ เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

✧ ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน

✧ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลกการเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์ และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาสมดุลภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณ ปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุและกฎการอนุรักษ์พลังงาน โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยน อุณหภูมิและสถานะของสสารสภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีสความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรัชญาการณัมโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

3. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

❖ เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และปฏิกริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

❖ เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีนบนออโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชันในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน และข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย โพรทิสต์ พืช ฟังไจ และสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

❖ เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สการคายน้ำ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและการประยุกต์ใช้ และการตอบสนองของพืช

❖ เข้าใจกลไกการรักษาสมดุลภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระบบสืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเจริญเติบโต ฮอโมนและพฤติกรรมของสัตว์

❖ เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแผนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

❖ เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมี ภูเขาต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

❖ เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบสสารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

❖ เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบาย ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

❖ เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่ายโมเมนต์และการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

❖ เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบนและการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง และการมองเห็นแสงสี

❖ เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทานและกฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

❖ เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพุงของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีกัมมันตภาพ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

❖ เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีฐานและธรณีโครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัยสมบัติและการจำแนกชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

❖ เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงานจากดวงอาทิตย์กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศแรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพ

อากาศและการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้องปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้น จากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

❖ เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอุณหภูมิของเอกภพหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริหารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาวในระบบ ขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลาสุริยคติ และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

❖ ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจ เลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

❖ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

❖ วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

❖ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

❖ แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าใน การค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

❖ เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

❖ ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของ ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหา ความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

❖ แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่าง รู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา ๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตกลี้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	<p>๑. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้</p> <p>๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐานและวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบ การทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน</p> <p>๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต</p> <p>๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงานมีการเจริญเติบโต มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้ามีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ สิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต • การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ และสิ่งมีชีวิตตามลำดับ • วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถามตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล • การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้อง อาศัยความรู้จากแขนงวิชาต่าง ๆ ของชีววิทยา และสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องและควรคำนึงถึงชีวจริยธรรมและจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง • สิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน มีสมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดี เก็บความร้อนได้ดี และมี ความจุความร้อนสูงซึ่งช่วยรักษาคุณภาพของเซลล์ได้ • ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออนในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกตินอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุเป็นองค์ประกอบด้วย • คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วย ธาตุคาร์บอนไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งตามขนาดโมเลกุลออกได้เป็น ๓ กลุ่ม คือ มอโนแซ็กคาไรด์ไดแซ็กคาไรด์ และ พอลิแซ็กคาไรด์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจนบางชนิดอาจมี ธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์
	๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกและระบุชนิดของกรดนิวคลีอิกและความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่านิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอมและเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
	๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรมทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมมี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA
	๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	<ul style="list-style-type: none"> เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วยปฏิกิริยาคายพลังงานและปฏิกิริยาคูดพลังงานปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วจำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา
	๑๐. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	<ul style="list-style-type: none"> เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่งถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์
	๑๑. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงวัดขนาดโดยประมาณและวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องบอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษา กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> อุณหภูมิ สภาพความเข้มข้นของสารละลาย และตัวย้อมยั้งเอนไซม์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ กล้องจุลทรรศน์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์ กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโออาศัยเลนส์ในการทำให้เกิดภาพขยาย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยายโดยอาศัยเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอนซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่านและชนิดส่องกราด

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์		<ul style="list-style-type: none"> • ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงต้องมีวิธีการเตรียมที่ถูกต้องและเหมาะสมกับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการศึกษา • กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดซับซ้อน และราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้อย่างถูกวิธี มีการเก็บและดูแลรักษาที่ถูกต้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้นาน • เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วย ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส • ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือเยื่อหุ้มเซลล์ แต่ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืชจะมีผนังเซลล์เป็นส่วนห่อหุ้มเซลล์เพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง • โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด
๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์		<ul style="list-style-type: none"> • ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์
๑๓. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส		<ul style="list-style-type: none"> • นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายในมี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด
๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิสการแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต		<ul style="list-style-type: none"> • สารต่าง ๆ มีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทตแอกทีฟทรานสปอร์ต กระบวนการเอกไซไซโทซิสกระบวนการเอนโดไซโทซิส • แก๊สต่าง ๆ เข้าหรือออกจากเซลล์โดยการแพร่ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยออสโมซิส • ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ จำเป็นต้องอาศัยโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียน แผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกไซโทซิส และ การลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส</p>	<ul style="list-style-type: none"> • แอ็กทีฟทรานสปอร์ต เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง • สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือ ลำเลียงผ่านโปรตีนที่เป็นตัวพาได้ จะถูกลำเลียงออกจาก เซลล์ ด้วยกระบวนการเอกไซโทซิส • สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วย กระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบได้แก่ พิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ
	<p>๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็น การเพิ่มจำนวนเซลล์ซึ่งเป็น กระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร โดยวัฏจักร ของเซลล์ ประกอบด้วยอินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบ ไมโทซิสและการแบ่งไซโทพลาซึม • การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วยระยะโปรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วยระยะโปรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I เทโลเฟส I ระยะโปรเฟส II เมทาเฟส II แอนาเฟส II และเทโลเฟส II • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้เซลล์ร่างกายเพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือ ถูกทำลายไปได้ ส่วนการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ • การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์ และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้าเข้าหากัน ของเยื่อหุ้มเซลล์
	<p>๑๗. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุป ขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และภาวะที่มี ออกซิเจนไม่เพียงพอ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหารที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอนคือ ไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ และ กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน • การหายใจระดับเซลล์ พลังงานส่วนใหญ่ได้จากขั้นตอน การถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมี ในโมเลกุลของ ATP • ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจของ เซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะไกลโคลิซิสผลที่ได้จากการ หายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และ พืชอาจได้กรดแลกติก หรือเอทิลแอลกอฮอล์

ม.5	-	-
ม.6	-	-

สาระชีววิทยา ๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	<p>๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผล การทดลองของเมนเดล</p> <p>๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์ และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F₁ และ F₂</p> <p>๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล</p> <p>๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จนสรุปเป็นกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ • กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่เป็นคู่จะแยกออกจากกันในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะมีเพียงแอลลีลใดแอลลีลหนึ่ง • กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมีใจความว่า หลังจากคู่ของแอลลีลแยกออกจากกัน แต่ละแอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอลลีลอื่น ๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกันในการเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ • การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผลการศึกษาของเมนเดล เรียกว่า ลักษณะเหล่านี้ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น การขมไม่สมบูรณ์ การขมร่วมกันมัลติเปิลแอลลีล ยีนบนโครโมโซมเพศ และพอลิยีน • ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันชัดเจน เช่น การมีติ่งหูหรือไม่มีติ่งหู ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง • ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยและลดหลั่นกันไป เช่น ความสูง และสีผิวของมนุษย์ ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง และสิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการแสดงลักษณะนั้น

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๕. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ</p>	<ul style="list-style-type: none"> โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซมและโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมบางลักษณะ ถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกันแต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสอาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์
	<p>๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA</p>	<ul style="list-style-type: none"> DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบสหมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และ G
	<p>๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน</p>	<ul style="list-style-type: none"> โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สายเรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวา โดยการเข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของเบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G
	<p>๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีลโปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล</p>	<ul style="list-style-type: none"> ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโนของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เอนไซม์และอื่น ๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏลักษณะต่าง ๆ ได้ DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบและสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะมีโครงสร้างและลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้โดยการสร้าง RNA ๓ ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยวแต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย น้ำตาลไรโบสหมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้ และทำให้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น รังสี และสารเคมี • การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเทชันระดับยีนเช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ เป็นผลมาจากการแทนที่คู่เบส • การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไปหรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม เช่น การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งหมด เป็นสาเหตุของการเกิดมิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่มอาการครีดูชาต์และกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการเทอร์เนอร์ และกลุ่มอาการโคลน์เฟลเตอร์
	<p>๑๐. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการมาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติตามต้องการ
	<p>๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต้อง คำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม
	<p>๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้ อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต</p>	<ul style="list-style-type: none"> • หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์ กายวิภาคเปรียบเทียบวิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ การศึกษาทางชีวภูมิศาสตร์ และด้านชีววิทยา ระดับโมเลกุล • มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานาน โดยยีนหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ค้นพบ และจากการเปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์กับไพรเมตอื่นๆ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของมอง ลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อมโดยอาศัยกฎ การใช้และไม่ใช้ และกฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ • ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติโดยสิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มีลักษณะแตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวนหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมสามารถมีชีวิตรอด และถ่ายทอดลักษณะ ที่เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้
	<p>๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อประชากรอยู่ในภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กโดยประชากรมีขนาดใหญ่ ไม่มีการถ่ายเทยีน ระหว่างประชากร ไม่เกิดมิวเทชัน สมาชิกทุกตัวมีโอกาสผสมพันธุ์ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือกโดยธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของแอลลีลของลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่รุ่นก็ตาม เป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ • การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีลในประชากรเกิดจากปัจจัยหลายประการ นำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ
	<p>๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีกประชากรหนึ่งในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้ประชากรทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันและวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ • ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ ๒ แนวทางคือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์และการเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.6	<p>๑. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ</p> <p>๒. อธิบาย การเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว</p> <p>๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วย ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ • การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้นและสืบทอดลูกหลานต่อไปได้ • สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติหรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนาน หลายชั่วรุ่นซึ่ง อาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ ส่งผลให้เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ • แหล่งที่อยู่อาศัย แต่ละแหล่งที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้นจะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศ • จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ โดยเซลล์รูปแบบแรกที่เกิดขึ้นคือ เซลล์โพรคาริโอต และมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอต และจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างแบบง่าย ๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ • แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต ผันเซลล์มีเพปทิดอกไลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญแบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิตแต่แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไฮยาโนแบคทีเรียสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง • โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีลักษณะหลากหลายทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่ออาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ • พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวักยูคาริโอต มีผนังเซลล์ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ และมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง • ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อผนังเซลล์มีไคทินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้และดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบ

ปรสิต

- สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวุกยูคาริโอตไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น ส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหารบางชนิดอาจเป็นปรสิต สัตว์มีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
- สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณาลักษณะต่าง ๆ คือน้ำเยื่อสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของบลาสโทพอร์ การเจริญในระยะตัวอ่อน ทำให้อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อย เช่น กลุ่มฟองน้ำกลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอยและหมึก กลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลมกลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้อง กลุ่มดาวทะเลและปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับชั้นต่าง ๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็นหมวดหมู่ย่อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัม คลาส อर्डเดอร์ แฟมิลี จีนัส และสปีชีส์
	<p>๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้น สปีชีส์ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินามเพื่อใช้ในการระบุถึงสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกันประกอบด้วย ๒ ส่วน โดยส่วนแรกเป็น ชื่อสกุลส่วนหลัง เป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น หรือเป็นคำที่มีความหมายเฉพาะ โดยทั้ง ๒ ส่วนนี้ต้อง เป็นภาษาละติน • ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อระบุหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นต่าง ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการนำลักษณะที่ต่างกันของ สิ่งมีชีวิตมาพิจารณาเป็นคู่ • วิทเทเกอร์ เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวุกยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวุกโพรคาริโอต และจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอม ประกอบด้วย มอเนอรา โปรทิสตา ฟิงไจและสัตว์ • ไวสซ์ และคณะ จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมน ประกอบด้วย แบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคาริโอตา โดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมนเป็นกลุ่มย่อย จะใช้หลักที่ว่า สิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกันมีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน

สาระชีววิทยา

๓. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	<p>๑. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืชและเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช</p> <p>๒. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง</p>	<ul style="list-style-type: none"> เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญเนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพิน และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืชเจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวกกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัวบริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิเมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้นเรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิสชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดิร์ม ซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๓. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของลำต้น พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้น มาจากราก ทำหน้าที่สร้างใบและช่ใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ • โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิเมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้นเรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเตอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่
	<p>๔. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดิร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ทุติยภูมิเพิ่มขึ้น • ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบแผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ • โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ ๓ กลุ่ม ได้แก่ เอพิเตอร์มิส มีโซฟิลล์และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
	<p>๕. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบ เป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบ พืชทำให้น้ำภายใน ใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทางรูปากใบ เรียกว่า การคายน้ำ • ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิ สภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช
	<p>๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นการดูดน้ำจากดินสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนว ระบาย และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวตั้ง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารและยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	<ul style="list-style-type: none"> • ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับแรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน • ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากจนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่าแรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กัตเตชัน • พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหารเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ
	๘. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	<ul style="list-style-type: none"> • อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยน แปลงเป็นซูโครสและลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไกการลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำไปยังแหล่งรับ
	๙. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาค้นคว้าจากการทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	<ul style="list-style-type: none"> • การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่ได้ คือ น้ำตาล ออกซิเจน
	๑๐. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C ₃	<ul style="list-style-type: none"> • กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ • ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดส์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และNADPH₂ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์
		<ul style="list-style-type: none"> • การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมา โดยใช้RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และNADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C₃ จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๑. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C₃พืช C₄และ พืช CAM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พืช C₄ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์ โดย PEP และเอนไซม์เพบคาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอมคือ กรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีทและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป • พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คล้ายพืช C₄แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืนและปล่อยออกมาในเวลากลางวันเพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป
	<p>๑๒. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดินธาตุอาหาร อายุใบ
	<p>๑๓. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์ เรียก ระยะสปอโรไฟต์ (2n)และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียกระยะแกมีโทไฟต์ (n) • ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมียซึ่งจำแนกรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ
	<p>๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอกและอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน • การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ ๒ เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์และเจเนอเรทีฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณูและเจเนอเรทีฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ๒ เซลล์ • การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวูลในรังไข่โดยเซลล์ที่เรียกว่า เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งไมโอซิสได้เมกะสปอร์ ซึ่งในพืชส่วนใหญ่จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง ๑ เซลล์ ที่เหลืออีก ๓ เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส ๓ ครั้งได้ ๘ นิวเคลียส ที่ประกอบด้วย ๗ เซลล์โดยมี ๑ เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ เรียกเซลล์ไข่ ส่วนอีก ๑ เซลล์มี ๒ นิวเคลียส เรียกโพลาร์นิวเคลียส

- การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ โดยคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่งกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอดีเป็นเอนโดสเปิร์มนิวเคลียส ซึ่งจะเจริญและพัฒนาต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๕. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และ ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ภายหลังกการปฏิสนธิ ออวูลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล • โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ดเอ็มบริโอและเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วย ผั้งผลและเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
	<p>๑๖. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ดและบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เมล็ดที่เจริญเต็มที่ที่มีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้นออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิดสามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถงอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว • เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัยบางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัยที่ยับยั้ง
	<p>๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีนและกรดแอบไซซิก และอธิบายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนินจิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก
	<p>๑๘. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</p>	<ul style="list-style-type: none"> • แสงสว่าง แรงโน้มถ่วงของโลก สารเคมี และน้ำเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช • ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายในและสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุผลผลิตได้

สาระชีววิทยา

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพและพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	<p>๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์</p> <p>๒. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและพลาเนเรีย</p> <p>๓. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ราง มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในพุดแวคิวโอลโดยเอนไซม์ในไลโซโซม • ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์โดยเอนไซม์ในไลโซโซม • ไฮดราและพลาเนเรีย มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ จะกินอาหารและขับกากอาหารออกทางเดียวกัน • ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ • การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และการย่อยทางเคมีโดยอาศัยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กจนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ • การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปากกระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก • สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอยแล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหารประเภทลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย • อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วนดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ ที่เหลือเป็นกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮดรอปลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น • แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลมซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอย
	<p>๕. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดใน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ปลาเป็นสัตว์น้ำที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลายอยู่ในน้ำผ่านเหงือก • สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและผิวหนังในการแลกเปลี่ยนแก๊ส • สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
	<p>๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย ช่องจมูกโพรงจมูกคอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลมและถุงลมในปอด
	<p>๗. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยเช่นกัน • การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิดจากการเปลี่ยนแปลง ความดันของอากาศภายในปอดโดยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้ออวัยวะหายใจโครง และควบคุมโดยสมองส่วน พอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา
	<p>๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม
	<p>๙. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลาและ สรุปลักษณะสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือดและเลือด • ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด • ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบใน สัตว์จำพวกหอยแมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดินและสัตว์มีกระดูกสันหลัง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๐. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งเลือดไหลเวียนอยู่เฉพาะในหลอดเลือด
	๑๑. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	<ul style="list-style-type: none"> • หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และเวนทริเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจโดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนทริเคิล และระหว่างเวนทริเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ
	๑๒. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาวเพลตเล็ต และพลาสมา	<ul style="list-style-type: none"> • เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออร์ตาอาร์เตอรี อาร์เตอริโอล หลอดเลือดฝอย เวนูล เวนและเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ • ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงานของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือดและชีพจร
	๑๓. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh	<ul style="list-style-type: none"> • เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ เพลตเล็ต และพลาสมา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็นเลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและ จำแนกตามระบบ Rh ได้เป็นเลือดหมู่ Rh+ และ Rh- การให้และรับเลือดมีหลักการว่าแอนติเจนของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และการให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุดคือ ผู้ให้และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน
	๑๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลืองรวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง	<ul style="list-style-type: none"> • ของเหลวที่ซึมผ่านผนัง หลอดเลือดฝอยออกมาอยู่ระหว่างเซลล์ เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงเซลล์และสามารถแพร่เข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่งต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอยจะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น และเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวโนใกล้หัวใจ • ระบบน้ำเหลือง ประกอบด้วย น้ำเหลืองหลอดน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่นำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดต่อมน้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมา กับน้ำเหลือง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมมีอยู่ ๒ แบบ คือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ • ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ ที่ผิวหนังช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล และโมโนไซต์จะมีการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิลเกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต แบโซฟิลเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการแพ้ ซึ่งเป็นการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ • การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ชนิดเซลล์บีและเซลล์ที
	<p>๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนองของลิมโฟไซต์ประกอบด้วย ต่อม้ำเหลือง ทอนซิลม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก • การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกาย มี ๒ แบบ คือ ภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา
	<p>๑๗. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอ็ดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การได้รับวัคซีน หรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของภูมิคุ้มกันก่อเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจนเข้าสู่ร่างกาย ส่วนภูมิคุ้มกันรับมาเป็นกาารรับแอนติบอดีโดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับน้ำนมแม่ • เอ็ดส์ ภูมิแพ้ และการสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเองเป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ
	<p>๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีคอนแทรกไทล์แวกิวโอลทำหน้าที่ในการกำจัดและรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์ • ฟองน้ำและไฮดรามีเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกับน้ำโดยตรงของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่สภาพแวดล้อม • พลานาเรียใช้แฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้างตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย • ไส้เดือนดินใช้เนพริเดียม แมลงใช้มัลปิเกียน ทิวบูลและสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่ายของเสีย

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๙. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย</p> <p>๒๐. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต</p> <p>๒๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไต อันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่ายและรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย • ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอก ที่เรียกว่าคอร์เท็กซ์ และบริเวณส่วนใน ที่เรียกว่า เมดัลลาและบริเวณส่วนปลายของเมดัลลาจะยื่นเข้าไปจรดกับส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่า กรวยไต โดยกรวยไตจะต่อกับท่อไตซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะไปเก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะเพื่อขับถ่ายออกนอกร่างกาย • ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไตลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วยเรียกว่า โบบ์แมนส์แคปซูลล้อมรอบกลุ่มหลอดเลือดฝอย ที่เรียกว่า โกลเมอรูลัส • กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายประกอบด้วย การกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสารที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย • โรคนี้่วและโรคไตวายเป็นตัวอย่างของโรคที่เกิดจากความผิดปกติของไต ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย • นอกจากไตที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำแร่ธาตุและกรด-เบส ผิวหนัง และระบบหายใจ ยังมีส่วนช่วยในการรักษาคุณภาพเหล่านี้ด้วย
ม.6	<p>๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดราพลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลัง</p> <p>๒. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาททำให้สามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เช่น ไฮดรา มีร่างแหประสาท พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย และแมลงมีปมประสาทและเส้นประสาท ส่วนสัตว์มีกระดูกสันหลัง มีสมอง ไขสันหลัง ปมประสาทและเส้นประสาท • หน่วยทำงานของระบบประสาท คือ เซลล์ประสาท ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ และเส้นใยประสาทที่ทำหน้าที่รับและส่งกระแสประสาทเรียกว่า เดนไดรต์และแอกซอนตามลำดับ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๓. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ ได้เป็นเซลล์ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการและเซลล์ประสาทประสานงาน • เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้เป็นเซลล์ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม เซลล์ประสาทสองขั้ว และเซลล์ประสาทหลายขั้ว • กระแสประสาทเกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเดนไดรต์และแอกซอน ทำให้มีการถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทไปยังเซลล์ประสาท หรือเซลล์อื่น ๆ ผ่านทางไซแนปส์ • ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งได้เป็น ๒ ระบบตามตำแหน่งและโครงสร้าง คือ ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมองและไขสันหลัง และระบบประสาทรอบนอก ได้แก่ เส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง
	<p>๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือ สมองส่วนหน้าสมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วน จะควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกันโดยมีเส้นประสาทที่แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้าสู่สมอง หรือนำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วยปฏิบัติงาน หรือทำหน้าที่ทั้งสองอย่าง
	<p>๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ภายในกระดูกสันหลัง และมีเส้นประสาทแยกออกจากไขสันหลังเป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลการตอบสนองโดยไขสันหลัง เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ชนิดต่าง ๆ และการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างไขสันหลังกับสมอง • เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่งออกจากไขสันหลัง
	<p>๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง และระบบประสาทอัตโนมัติซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจกล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่าง ๆ • ระบบประสาทอัตโนมัติแบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบคือ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้ามเพื่อรักษาดุลยภาพของกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง ของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแล ป้องกัน และรักษา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่รับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญที่ควรดูแล ป้องกัน และรักษาให้สามารถทำงานได้เป็นปกติ • ตา ประกอบด้วย ชั้นสเคลอรา โครอยด์และเรตินาเลนส์ตา เป็นเลนส์นูนอยู่ถัดจากกระจกตาทำหน้าที่รวมแสงจากรังสีตกไปที่เรตินา ซึ่งประกอบด้วย เซลล์รับแสง และเซลล์ประสาทที่นำกระแสประสาทสู่สมอง • หูประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ หูส่วนนอก หูส่วนกลาง และหูส่วนใน ภายในหูส่วนในมีคอเคลีย ซึ่งทำหน้าที่รับและเปลี่ยน คลื่นเสียงเป็นกระแสประสาท นอกจากนี้ยังมีเซมิเซอร์คิวลาร์แคนเนลทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย • จมูกมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นอยู่ภายในเยื่อจมูกที่เป็นตัวรับสารเคมีบางชนิดแล้วเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง • ลิ้น ทำหน้าที่รับรส โดยมีตุ่มรับรสกระจายอยู่ทั่วผิวลิ้น ด้านบน ตุ่มรับรสมีเซลล์รับรสอยู่ภายใน เมื่อเซลล์รับรสถูกกระตุ้นด้วยสารเคมีจะกระตุ้นเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทเกิดกระแสประสาทส่งไปยังสมอง • ผิวหนัง มีหน่วยรับสิ่งเร้าหลายชนิด เช่น หน่วยรับสัมผัส หน่วยรับแรงกด หน่วยรับ ความเจ็บปวด หน่วยรับอุณหภูมิ
	<p>๘. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดยอดโพเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง</p>	
	<p>๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดินแมลง ปลา และนก</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึม บางชนิดใช้แฟลเจลลัมหรือซิเลีย ในการเคลื่อนที่ • สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมงกะพรุนเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณขอบกระดิ่งและแรงดันน้ำ • หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัย การหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัว ทำให้น้ำภายในลำตัวพุ่งออกมาทางไซฟอน ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการเคลื่อนที่ • ไส้เดือนดินมีการเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อตามยาวซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม • แมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขา ซึ่งมีกล้ามเนื้อ ภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม • สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา เคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับกระดูกสันหลัง ทั้ง ๒ ข้าง ทำงานในสภาวะตรงกันข้าม และมีครีบท่อยใน

ตำแหน่งต่าง ๆ ช่วยบอกพืดในการเคลื่อนที่ ส่วนนกเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อกดปีกกับ กล้ามเนื้อยกปีกซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๐. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงาน ของกระดูกและกล้ามเนื้อซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูก • บริเวณที่กระดูกตั้งแต่ ๒ ชิ้นมาต่อกัน เรียกว่าข้อต่อ และยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อ • กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้ค้ำจุนและทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย แบ่งตามตำแหน่งได้เป็นกระดูกแกน และกระดูกยางค์
	<p>๑๑. สังเกต และอธิบายการทำงานของ ข้อต่อชนิดต่าง ๆ และการทำงานของ กล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • กล้ามเนื้อในร่าง กายมนุษย์แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบกล้ามเนื้อทั้ง ๓ ชนิด พบในตำแหน่งที่ต่างกันและมีหน้าที่แตกต่างกัน • กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงานร่วมกันเป็นคู่ ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม
	<p>๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่ไม่มีการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การแตกหน่อและการงอกใหม่ • การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและ การปฏิสนธิภายใน สัตว์บางชนิดมี ๒ เพศในตัวเดียวกันแต่การผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะผสมข้ามตัว
	<p>๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการสร้างสเปิร์มจากเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมภายใน อัณฑะ และกระบวนการสร้างเซลล์ไข่จากเซลล์โอโอโกเนียมภายในรังไข่ • อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วย อัณฑะทำหน้าที่สร้างสเปิร์มและฮอร์โมนเพศชาย และมีโครงสร้างอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสเปิร์มสร้างน้ำเลี้ยงสเปิร์ม และสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะ • อัณฑะประกอบด้วยหลอดสร้างสเปิร์ม ซึ่งภายในมีเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมที่เป็นเซลล์ตั้งต้นของกระบวนการสร้างสเปิร์ม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๔. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิง ประกอบด้วย รังไข่ที่อ่อนนุ่ม มดลูก และช่องคลอด รังไข่ทำหน้าที่สร้างเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง • กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปอร์มาโทโกเนียม แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ สเปอร์มาโทโกเนียมจำนวนมาก ซึ่งต่อมาบางเซลล์พัฒนาเป็นสเปอร์มาโทไซต์ระยะแรก โดยสเปอร์มาโทไซต์ระยะแรกจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้สเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สองซึ่งจะแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิส II ได้สเปอร์มาทิดตามลำดับ จากนั้น พัฒนาเป็นสเปิร์ม • กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเนียมแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้โอโอโกเนียม ซึ่งจะพัฒนาเป็นโอโอไซต์ระยะแรก แล้วแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส I ได้โอโอไซต์ระยะที่สองซึ่งจะเกิดการตกไข่ต่อไปเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสเปิร์ม โอโอไซต์ระยะที่สองจะแบ่งแบบไมโอซิส II แล้วพัฒนาเป็นเซลล์ไข่ • การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อ นำไข่ได้ไซโกตซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝัง ตัวที่ผนังมดลูกจนกระทั่งครบกำหนดคลอด
	<p>๑๕. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไข่ และมนุษย์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น กบ ไข่ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะเริ่มต้นด้วยการแบ่งเซลล์ของไซโกต การเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ ๓ ชั้น คือเอกโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม การเกิดอวัยวะ โดยมีการเพิ่มจำนวน ขยายขนาด และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ซึ่งพัฒนาการของอวัยวะต่าง ๆ จะทำให้มีการเกิดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด • การเจริญเติบโตของมนุษย์จะมีขั้นตอนคล้ายกับการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วย นมอื่น ๆ โดยเอ็มบริโอจะฝัง ตัวที่ผนังมดลูก และมีการแลกเปลี่ยนสาร ระหว่างแม่กับลูกผ่านทางรก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ฮอร์โมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่าง ๆ ของร่างกายโดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วร่างกาย • ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลั่งฮอร์โมน ไม่มีท่อในการลำเลียงฮอร์โมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียงโดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง • ต่อมไพเนียดสร้างเมลาโท닌ซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงในรอบวัน • ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอร์โมนโปรแลกทิน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟินซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอร์โมนซึ่งสร้างจากไฮโปทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินซึ่งควบคุมอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย และสร้างแคลซิโทนินซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ • ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพารา ทอร์โมนซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ • ตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคากอนซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ • ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างกลูโคคอร์ติคอยด์มีเนราโลคอร์ติคอยด์ และฮอร์โมนเพศ ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้างเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน ซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน • อัณฑะมีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเตอโรน ส่วนรังไข่มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโตรเจน และโพรเจสเตอโรนซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน • เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไทมีสกระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้างฮอร์โมนได้หลายชนิดซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน • การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้ง และการควบคุมแบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาคุณภาพของร่างกาย • พีโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ซึ่งส่งผลต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงพฤติกรรม • พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น โอเรียนเตชัน (แทกซิส และไคนีซิส) รีเฟล็กซ์ และฟิกแอคชันแพทเทิร์น • พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ แบ่งได้เป็นแฮบบิซูเอชัน การฝังใจ การเชื่อมโยง(การลองผิดลองถูกและการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล
	<p>๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ระดับการแสดงพฤติกรรมที่สัตว์แต่ละชนิดแสดงออกจะแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการของระบบประสาทที่แตกต่างกัน
	<p>๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสารระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่งซึ่งมีหลายวิธี เช่น การสื่อสารด้วยท่าทางการสื่อสารด้วยเสียง การสื่อสารด้วยสารเคมีและการสื่อสารด้วยการสัมผัส

สาระชีววิทยา

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากรทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	-	-
ม.6	<p>๑. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่าง กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ</p> <p>๒. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอมเมกานิฟิเคชันและบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอมเมกานิฟิเคชัน</p> <p>๓. สืบค้นข้อมูล และเขียน แผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส</p> <p>๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบาย ลักษณะของ ไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บน โลก</p>	<ul style="list-style-type: none"> ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีกระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้น กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพที่เรียกว่า โซ่ออาหาร สายใยอาหาร และพีระมิดทางนิเวศวิทยา พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละ ลำดับขั้นการกินอาหารมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่จะ สูญเสียไปในรูป ความร้อนระหว่างการถ่าย ทอดจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยัง สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้ง อาจทำให้มี สารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วยเรียกว่า การเกิดไบโอมเมกานิฟิเคชัน ซึ่ง อาจมีระดับความเข้มข้นของสารพิษมากขึ้น ตามลำดับขั้น ของการกินจนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อ สิ่งมีชีวิต สารต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นผ่านทั้งใน สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต กลับคืนสู่ระบบ อย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักร ฟอสฟอรัส ไบโอมคือระบบ นิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตามเขต ภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก เช่น ไบโอมทุนดราไบโอมสะ วันนา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละไบโอมจะมีลักษณะเฉพาะของ ปัจจัยทางกายภาพ ชนิดของพืช และชนิดของสัตว์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๕. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฏิกิริยา และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบพหุติยภูมิ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้ระบบนิเวศสามารถปรับสมดุลได้ แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอาจส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น • การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา มีทั้งการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฏิกิริยาและการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบพหุติยภูมิ
	<p>๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะหลายประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของประชากร ความหนาแน่นของประชากรการกระจายตัวของสมาชิกในประชากรโครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่างเพศ อัตราการเกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้าการอพยพออกของประชากร และการรอดชีวิตของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน
	<p>๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบและยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ • การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ • การเพิ่มประชากรแบบ ลอจิสติกเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง
	<p>๘. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร และปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร • ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็วแบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมเป็นต้นมา
	<p>๙. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้รับการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ • การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ • การจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมี

การวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ รวมทั้ง การปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างถูกต้อง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๐. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา มลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การปนเปื้อนของสารเคมี ฝุ่นละออง และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ • การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเช่น การเกิดพายุ การเกิดไฟป่า และการเกิดแก๊สพิษจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ • การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่าง ๆ • การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย การกำหนดนโยบาย และวางแผนงาน เพื่อป้องกันและแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแลรักษาคุณภาพอากาศ
	<p>๑๑. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดินส่วนใหญ่ มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ • การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิดมลพิษและความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้ดินอย่างถูกต้อง
	<p>๑๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติเช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดิน การเผา การทำเหมืองแร่ • พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ได้ • การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่งเสริมการปลูกป่าป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้ อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปลูกจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์ป่าไม้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า • การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการให้มีพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอรวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่าลดจำนวนลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกันอนุรักษ์

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุพันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	<p>๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยาน ในการเสนอแบบจำลองอะตอมของ นักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการ ของแบบจำลองอะตอม</p> <p>๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์ นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของ ไอโซโทป</p>	<ul style="list-style-type: none"> นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอมและเสนอ แบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐานและ ผลการทดลอง แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอ ว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กไม่สามารถแบ่ง แยกได้ ต่อมา ทอมสันเสนอว่าอะตอม ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และ อนุภาคประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวกที่ เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลาง อะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมากและมีอิเล็กตรอนอยู่รอบ นิวเคลียส โบร์เสนอว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบ นิวเคลียสโดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่รวดเร็ว รอบนิวเคลียส และไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึง เสนอแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาส การพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผล รวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิด เดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอน ต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียง อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊สทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และแต่ละระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับพลังงานย่อยซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอนเรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอนจะจัดเรียงในออร์บิทัลให้ระดับพลังงานต่ำที่สุดสำหรับอะตอมในสถานะพื้น
	<p>๔. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชัน ในตารางธาตุ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบโดยอาจแบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะกึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจแบ่งเป็นกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ และกลุ่มธาตุแทรนซิชัน
	<p>๕. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ธาตุเรพรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์-อิเล็กตรอน เท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักเดียวกันธาตุเรพรีเซนเททีฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกันตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบางประการ เป็นไป ตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออนพลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโตรเนกาติวิตีสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน
	<p>๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกันมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูงเกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่
	<p>. อธิบาย สมบัติ และค่านวนครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุมีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียสไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> • สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม
	๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส	<ul style="list-style-type: none"> • สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส โดยการเกิดพันธะเคมี ส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต
	๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	<ul style="list-style-type: none"> • พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอนและไอออนลบเกิดจากอโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่าสารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิกไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็นโครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบจัดเรียงตัวต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติ
	๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์	<ul style="list-style-type: none"> • สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็นองค์ประกอบ • การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบสำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะด้วย
	๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์	<ul style="list-style-type: none"> • ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้งที่เป็นปฏิกิริยาคูดพลังงานและคายพลังงาน ซึ่งแสดงได้ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก	<ul style="list-style-type: none"> • สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งเปราะ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลายในน้ำจะนำไฟฟ้า • สารละลายของ สารประกอบไอออนิกแสดง สมบัติความเป็นกรด-เบส ต่างกัน สารละลายของสารประกอบ คลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และสารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส
	๑๓. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	<ul style="list-style-type: none"> • ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก สามารถเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิกสุทธิ โดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออนส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ทำปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น
	๑๔. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยวพันธะคู่ และพันธะสามด้วยโครงสร้างลิวอิส	<ul style="list-style-type: none"> • พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สารโคเวเลนต์พันธะโคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วยโครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมด้วยจุด
	๑๕. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	<ul style="list-style-type: none"> • สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ โดยทั่วไปเขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับตามค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีจากน้อยไปมากโดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุที่มีมากกว่า ๑ อะตอมในโมเลกุล • การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำได้โดยเรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมาโดยมีคำนำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
	๑๖. วิเคราะห์ และ เปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ	<ul style="list-style-type: none"> • ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะและชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดมีความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสที่เหมาะสมได้มากกว่า ๑ โครงสร้างที่

๑๗. คาคคเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

๑๘. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวจุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์

๑๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่างๆ

๒๐. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ

เรียกว่าโครงสร้างเรโซแนนซ์

- พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา ซึ่งได้จากผลต่างของพลังงานพันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์

- รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ อาจพิจารณาโดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์(VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางโมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้วสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นผลรวมปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้วของแต่ละพันธะตามรูปร่างโมเลกุล

- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็นแรงแรงแกระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้วและพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลวจุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำกว่าสารประกอบไอออนิกเนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก

- สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำและไม่ละลายในน้ำ สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตกตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย-นอนอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้จากสารที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายของสารประกอบโคออร์ดิเนตและออกไซด์จะมีสมบัติเป็นกรด

- สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่องเป็นโครงร่างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายที่มีธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอัญรูปต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์

- พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของทุกอะตอมของโลหะ เคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่วทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอนในนิวเคลียสทุกทิศทาง

- โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีฉนวนยาว สามารถตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	<p>๒๑. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก</p> <p>๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส</p> <p>๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ</p> <p>๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน</p> <p>๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม</p> <p>๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม</p>	<p>• สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะมีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม</p> <p>• พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้</p> <p>• ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎของอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้</p> <p>• ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสมในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสม ตามกฎความดันย่อยของดอลตัน</p> <p>• แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊สอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊สสัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม</p> <p>• สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.6	<p>๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามที่พบในชีวิตประจำวัน</p> <p>๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อและสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์</p> <p>๓. วิเคราะห์โครงสร้างและระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน</p> <p>๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC</p> <p>๕. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ</p> <p>๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุลหรือโครงสร้างต่างกัน</p> <p>๗. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ปฏิกิริยากับโบรมีนหรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของคาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสามนอกจากนี้ยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่น ๆ ได้อีกด้วย และมีการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย • โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แสดงได้ด้วยสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อหรือสูตรโครงสร้างแบบเส้น • สารประกอบอินทรีย์มีหลายประเภท การพิจารณาประเภทของสารประกอบอินทรีย์อาจใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ได้เป็น แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอไมด์ • การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ และเอไมด์ จะเรียกตามระบบ IUPAC หรืออาจเรียกโดยใช้ชื่อสามัญ • ปฏิกิริยาที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติแตกต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ซิม และเรียกสารแต่ละชนิดว่า ไอโซเมอร์ ไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกันเรียกว่า ไอโซเมอร์โครงสร้าง • สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุลหรือโครงสร้างของสารต่างกันจะมีจุดเดือดและการละลายในน้ำต่างกัน สำหรับการละลายของสารพิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน • สารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีนและปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จะให้ผลของปฏิกิริยาต่างกัน จึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๘. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> • กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้เป็นเอสเทอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเอมีนเกิดเป็นเอไมด์ เอสเทอร์และเอไมด์สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์ในเบสแอลคาไล เรียกว่า ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
	<p>๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน</p>	
	<p>๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และอุตสาหกรรม</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สารประกอบอินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นและตัวทำละลายในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและพลังงานอุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมเกษตร
	<p>๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า มอนอเมอร์เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยมีทั้งพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ อาจเป็นปฏิกิริยาแบบควบแน่นหรือปฏิกิริยาแบบเติม ขึ้นอยู่กับหมู่ฟังก์ชันและโครงสร้างของมอนอเมอร์
	<p>๑๒. วิเคราะห์ และ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกันอาจเป็นโครงสร้างแบบเส้นแบบกิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิดของมอนอเมอร์และภาวะของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ซึ่งโครงสร้างของพอลิเมอร์ส่งผลต่อจุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่น จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย
	<p>๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วสามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติกส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่งส่วนพอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัวจึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่าพอลิเมอร์เทอร์มอเซต มีโครงสร้างแบบร่างแหพลาสติกมีทั้งที่เป็นพอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติกและพอลิเมอร์เทอร์มอเซต ผลิตภัณฑ์ยางเป็นพอลิเมอร์เทอร์มอเซต ซึ่งทำให้มีสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยน โครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์</p> <p>๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่าง ผลกระทบจากการใช้และการกำจัด ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การปรับเปลี่ยนโครงสร้างหรือ การสังเคราะห์พอลิเมอร์ เช่น วัลคาไนเซชัน การสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้าเป็นการปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น • การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไข

สาระเคมี

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสม การเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	<p>๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีเขียนและ ดุลสม การเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด</p> <p>๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร</p> <p>๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง กับปริมาตรแก๊ส</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะ ตอมธาตุโดยจำนวนและชนิดของอะ ตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมีซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้ง ต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี • การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้หอะ ตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน • การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ใน สมการเคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของ แก๊สได้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน</p> <p>๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี</p> <p>๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม • ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกันสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่าสารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา • ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎีซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ
ม.5	<p>๑. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา</p> <p>๒. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา</p> <p>๓. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>๔. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>๕. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้นอุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา</p> <p>๖. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม</p> <p>๗. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล</p> <p>๘. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจาก การลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ • ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกัน ในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทาง การชนและพลังงานที่เกิดจากการชน • อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย • ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม • ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า จะลดลงส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไป

ย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบ อยู่ในภาวะสมดุล

๙. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา

๑๐. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล

๑๑. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน

๑๒. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ

๑๓. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

๑๕. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

๑๖. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส

๑๗. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส

ข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่เรียกว่า สมดุลพลวัต

- ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วยค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง

- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และหากมีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร

- เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ตามหลักของ เลอชาเตอลิเอทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง

- ความรู้เกี่ยวกับ สมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

- ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี เมื่อกรดหรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่นจะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้นที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของสารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมีโปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน

- กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วน กรดอ่อนหรือเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อยโดยความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดหรือเบสอาจพิจารณาได้จากค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส

- น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียสแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนที่มีความเข้มข้นเท่ากันคือ 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตรโดยมีค่าคงที่การแตกตัวของน้ำเท่ากับ 1.0×10^{-14}

- เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบสของ

๑๘. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยา สะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของ สารละลายหลังการ สะเทิน
๑๙. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของ สารละลายเกลือ
๒๐. ทดลอง และอธิบายหลักการ การ ไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่ เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส
๒๑. คำนวณปริมาณสารหรือความ เข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจาก การไทเทรต
๒๒. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และ ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์
๒๓. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่าง การใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดย ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส
๒๔. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุ ปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
- ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ให้สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้ สารละลายที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อน และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส
- เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อนเมื่อ ละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลายที่มี สมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดอ่อน ด้วยเบสแก่ เมื่อละลายใน น้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส
- การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณหรือ ความเข้มข้น ของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันจุดที่สารทำ ปฏิกิริยาพอดีกันเรียกว่า จุดสมมูลในทางปฏิบัติ จุดสมมูล ของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการ เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือ ใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล
- ปริมาณกรดและ เบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันจากการไทเทรต กรด-เบส สามารถนำไปคำนวณความเข้มข้นของกรดหรือ เบสที่ต้องการทราบ ความเข้มข้นได้
- สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือ ของกรดอ่อน นั้น หรือเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนนั้น เมื่อ เติมกรด เบส หรือน้ำจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่าสารละลายทั่วไป สมบัติ เฉพาะของสารละลาย บัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบใน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ความรู้เกี่ยวกับ กรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์และ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรมอุตสาหกรรม และ การแพทย์
- เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระหว่าง พลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายโอน อิเล็กตรอนแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน

๒๕. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์

๒๖. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์

๒๗. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา

๒๘. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์

๒๙. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ชั่วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

๓๐. อธิบายหลักการทํางาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ

๓๑. ทดลอง ชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการ

ซึ่งเป็นเลขที่แสดงประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุเรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์

- ปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์

- การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผลการทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์

- ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ซึ่ง การดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา

- เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์

- ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า เซลล์กัลวานิก แต่ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ไม่ สามารถเกิดได้เอง ต้องมีการให้กระแสไฟฟ้าจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ เซลล์ชนิดนี้เรียกว่าเซลล์อิเล็กโทรลิติก

- เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ปฐมภูมิไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้

- เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การ

ทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

ชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกัน การกัดกร่อนของโลหะ

๓๒. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

• ปฏิบัติการเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่ง ความรู้เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรมด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ม.6

สาระเคมี

๓. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้ และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหา ทางเคมี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	<p>๑. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนัก ในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและ สิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อ เกิดอุบัติเหตุ</p> <p>๒. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ ในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>๓. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและ เขียนรายงานการทดลอง</p> <p>๔. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย</p>	<p>• การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและ ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรศึกษา ข้อปฏิบัติ ของการทำปฏิบัติการเคมี เช่นความปลอดภัยในการใช้ อุปกรณ์และสารเคมีการป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลอง การกำจัดสารเคมี</p> <p>• อุปกรณ์และเครื่องมือซึ่ง ตวง วัดแต่ละชนิดมีวิธีการใช้งาน และการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการวัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ ข้อมูลที่มีความเที่ยงและความแม่นยำในระดับนัยสำคัญที่ ต้องการ ต้องมีการเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการ อย่างเหมาะสม</p> <p>• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผนการทดลอง การ ทำการทดลอง การบันทึกข้อมูลสรุปและวิเคราะห์ นำเสนอ ข้อมูล และการเขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง โดยการ ทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์</p> <p>• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจจะอยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้น เพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกัน จึงมีการกำหนดหน่วยในระบบ เอสไอให้เป็นหน่วยสากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยเพื่อให้เป็น</p>

๕. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตร
๖. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่ง จากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP
๗. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
๘. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
๙. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
๑๐. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
๑๑. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง
- หน่วยสากล สามารถทำได้ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
- มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ ๑ อะตอมซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นมวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน
 - มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้นๆตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ
 - มวลโมเลกุลและ มวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น
 - โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาคมวลของสาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่ามวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอมมวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP
 - สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุ ตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอตามกฎสัดส่วนคงที่
 - สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วย สูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้
 - สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตีและเศษส่วนโมล
 - การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ
 - สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวละลายในตัวทำ

	ของสารละลาย	ละลาย และชนิดของตัวทำละลาย
ม.5	-	-
ม.6	<p>๑. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม</p> <p>๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ</p> <p>๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <p>๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม สามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้ • การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ หรือ ประเด็นที่สนใจทำได้โดยการ บูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับ วิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้งคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ • การนำเสนองานหรือแสดงผลงาน เป็นการ เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วน ร่วมได้แลกเปลี่ยนแนว คิดผลงาน รวมทั้งเพิ่ม โอกาสใน การพัฒนางานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ ประกอบการ นำเสนอ ซึ่งจะ ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพ มากขึ้น • การสัมมนา การ ประชุมวิชาการ หรือการร่วมแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วน ร่วมได้แลกเปลี่ยนความคิด แสดงทัศนคติต่อกรณีศึกษา สถานการณ์หรือประเด็นสำคัญทางเคมี ซึ่งช่วยส่งเสริม ให้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะการสื่อสารทักษะการใช้ เทคโนโลยี เพื่อการ ค้นคว้า และการสื่อสาร ซึ่งสามารถทำได้ หลายระดับ โดยอาจเป็นระดับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่ม โรงเรียนชุมชน ระดับชาติ หรือนานาชาติ

สาระฟิสิกส์

๑. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน กล โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	<p>๑. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี</p> <p>๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ • การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ได้มาจากการสังเกตการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต • ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหาคำรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาคำรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย • ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลองซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัด ปริมาณทางฟิสิกส์ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและหน่วยวัด • ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ • ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ๑ มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์หรือเขียนโดยใช้คำนำหน้าหน่วยของระบบเอสไอการเขียนโดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียนเพื่อแสดงจำนวนเลขน้อยสำคัญที่ถูกต้อง • การทดลองทางฟิสิกส์เกี่ยวกับการวัดปริมาณต่าง ๆ การบันทึกปริมาณที่ได้จากการวัดด้วยจำนวนเลขน้อยสำคัญที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อนการวิเคราะห์และการแปลความหมายจากกราฟเช่น การหาความชันจากกราฟเส้นตรง จุดตัดแกนพื้นที่ได้กราฟ เป็นต้น • การวัดปริมาณต่าง ๆ จะมีความคลาดเคลื่อนขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการวัด และประสบการณ์ของผู้วัด ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดงในการรายงานผลทั้งใน

รูปแบบตัวเลขและกราฟ

- การวัดควรเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่นการวัดความยาวของวัตถุที่ต้องการความละเอียดสูง อาจใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์ส หรือไมโครมิเตอร์
- ฟิสิกส์อาศัยคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าและการสื่อสาร

๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่งการกระจัด 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 ในกรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็วความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็น ความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต

- การตกแบบ เสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก

๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

- แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและทิศทางกรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธีเขียนเวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ

๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- สมบัติของวัตถุที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย

- การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากกระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่ง

เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

- กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่งโดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ความสัมพันธะระหว่างแรงลัพธ์ มวลและความเร่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$$

ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

- เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้
- แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มีมวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามและเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

- รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก

๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

- แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อนในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรงปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่นั้น ๆ
- ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่งแรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อวัตถุนั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่าแรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ

$$f_s \leq \mu_s N$$

$$f_k = \mu_k N$$

๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง

๙. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์กลางที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ

๑๐. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย

• การเพิ่มหรือลด แรงเสียดทาน มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

• สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพ การเคลื่อนที่ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว หรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว

• วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\sum_{i=1}^n F_i = 0$$

• วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุน หรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ $M = Fl$

• เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน

• การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล

• เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน

• วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ

• งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos\theta$ หรือหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่งโดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้

• งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$$

๑๑. อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

- พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน
- พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

- พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุ แบ่งออกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ

$$E_{ps} = \frac{1}{2} kx^2$$

- พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ

$$E = E_k + E_p$$

- แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์
- งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$

- ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$E_k + E_p = \text{ค่าคงตัว}$$

โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์

- กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริงการเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก

- การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอกพื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลลา ใช้หลักของงานและสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Efficiency} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$$

๑๒. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกลรวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

๑๓. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิดโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณ ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกล

การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ

$$M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{in}}{S_{out}}$$

๑๔. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุและการตกลงจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงตกกับโมเมนตัม

• วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ดังสมการ

$$p = mv$$

• เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

• แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรง ตล โดยผลคูณของแรงตลกับเวลา เรียกว่า การตกลงตามสมการ

$$I = \left(\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right) \Delta t$$

ซึ่งการตกลงหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงตลกับเวลา

• ในการชนกันของวัตถุและการดีดตัวออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\vec{p}_i = \vec{p}_f$$

โดย \vec{p}_i เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน

และ \vec{p}_f เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน

• ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

• การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้งและแนวนอนพร้อมกัน และเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำจึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ตามสมการ

๑๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

๑๖. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

$$v_y = u_y + a_y t$$

$$\Delta y = \left[\frac{u_y + v_y}{2} \right] t$$

$$\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$$

ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t$

๑๗. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

• วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลมเรียกว่า วัตถุนี้มีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมีแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุซึ่ง แรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

• นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$

• ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลางดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมจึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา

ม.5 -
ม.6 -

-
-

สาระพินิจ

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน
ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง
รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	๑. ทดลอง และอธิบาย การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง และลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	<ul style="list-style-type: none"> การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัวและมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A\sin(\omega t + \theta)$ $v = A\omega\cos(\omega t + \theta)$ $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A\omega^2\sin(\omega t + \theta)$ $a = -\omega^2x$ การสั้นของวัตถุติดปลายสปริง และการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่มีขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับขนาดของการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล แต่มีทิศทางตรงข้าม โดยมีคาบการสั้นของวัตถุที่ติดอยู่ที่ปลายสปริง และคาบการแกว่งของลูกตุ้มตามสมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ตามลำดับ
	๒. อธิบาย ธรรมชาติของวัตถุและการเกิดการสั้นพ้อง	<ul style="list-style-type: none"> เมื่อตั้งวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยให้สั้น วัตถุจะสั้นด้วยความถี่เฉพาะตัวการตั้งลูกตุ้มออกจากแนวตั้งแล้วปล่อยให้แกว่งลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัวเช่นกัน ความถี่ที่มีค่าเฉพาะตัวนี้ เรียกว่าความถี่ธรรมชาติเมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั้นด้วยความถี่ที่มีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั้นด้วยแอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั้นพ้อง
	๓. อธิบาย ปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่นส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว	<ul style="list-style-type: none"> คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงาน โดยต้องอาศัยตัวกลางเรียกว่า คลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ยังจำแนกชนิดของคลื่นออกเป็น

ความถี่ และความยาวคลื่น

สองชนิด ได้แก่คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว

- คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่างต่อเนื่อง และมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วยการกระจัด สันคลื่น ท้องคลื่น เฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็วโดยอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$v = f\lambda$$

- การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักของฮอยเกนส์และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกันจะ รวมกัน ตามหลักการซ้อนทับ

๔. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน
- คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิมโดยเป็นไปตามกฎการสะท้อน เขียนแทนได้ด้วยสมการ

มุมสะท้อน = มุมตกกระทบ

- คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกันแล้วอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตามกฎการหักเห เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

- คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสอง คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับโดยกรณี S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$|S_P - S_P| = n\lambda \text{ เมื่อ } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$|S_Q - S_Q| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

- คลื่นนิ่งเกิดจากคลื่นอาพันธ์สอง ขบวนแทรกสอดกันแล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่าปฏิบัพ และตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบหักล้างตลอดเวลา เรียกว่า บัพ

- คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบสิ่งกีดขวางไปด้านหลังได้

๕. อธิบาย การเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับคลื่น ความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียง ในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๖. อธิบาย ความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๗. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีตคลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

• เสียงเป็นคลื่นกลและคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลางทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่น อัตราเร็วเสียงในอากาศ $v = 331 + 0.6 T_c$ คำนวณได้จากสมการ

• เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน

• กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลมเรียกว่า ความเข้มเสียงคำนวณได้จากสมการ

$$I = \frac{P}{A}$$

• ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียงโดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน ตามสมการ

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

• ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียงเสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันเนื่องจากมีคุณภาพเสียงแตกต่างกัน

• เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง

• ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้นจะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ

$$f_n = n \frac{v}{4L} \text{ เมื่อ } n = 1, 3, 5, \dots$$

• ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อย เป็น จังหวะ

• คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง

• เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่

โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกันผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

• ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกัน จะเกิดคลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูงมากมีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก

• ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ใน ด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบายหลักการทำงานของเครื่องดนตรี การแปลงเสียงของมนุษย์การประมง การแพทย์ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น

• เมื่อแสงผ่านช่องเล็กยาวเดี่ยว (สลิตเดี่ยว) และช่องเล็กยาวคู่ (สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบนและการแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืด และแถบสว่างบนฉาก โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ

แถบมืด สำหรับสลิตเดี่ยว

$$d \sin \theta = n\lambda \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

แถบสว่าง สำหรับสลิตคู่

$$d \sin \theta = n\lambda \text{ เมื่อ } n = 0, 1, 2, \dots$$

แถบมืด สำหรับสลิตคู่

$$d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2} \right) \lambda \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, \dots$$

• เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กยาวที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็นจำนวนมาก และระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อยโดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กัน ใช้สำหรับหาความยาวคลื่นของแสงและศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$d \sin \theta = n\lambda \text{ เมื่อ } n = 0, 1, 2, \dots$$

๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๙. ทดลอง และอธิบาย การสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และ

• เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน

• วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการ

กระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กรณีกระจกเงาราบ

$$s' = -s$$

กรณีกระจกเงาทรงกลม

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$M = \frac{y'}{y}$$

๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเห รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

• เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวรอยต่อของตัวกลางสองตัวกลาง จะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่าคงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่ากฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

• การหักเหของแสงทาเหมองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ในตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้จากสมการ

$$\frac{s'}{s} = \frac{n_2}{n_1}$$

• มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศาเรียกว่า มุมวิกฤต ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

• การสะท้อนกลับหมด เกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต

๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง หาตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

• เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุโดยตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้นหาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสง หรือคำนวณได้จากสมการ

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$M = \frac{y'}{y}$$

• ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ใน ด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น

๑๒. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสงเช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน

๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสีรวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี

- กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลดและมิราจ
- เมื่อแสงตกกระทบอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศแสงจะเกิดการกระเจิง ใช้อธิบายการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน

- การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี
- การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิมถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว
- แผ่นกรองแสงสียอมให้บางแสงสีผ่านไปได้และดูดกลืนบางแสงสี
- การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง
- ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็นเซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา

สาระพืลิกส์

๓. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าการเปลี่ยน พลังงาน ทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	<p>๑. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต</p> <p>๒. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์</p> <p>๓. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกันจะทำให้วัตถุไม่ เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจาก วัตถุหนึ่งไปอีวัตถุหนึ่งโดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตาม กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิด ประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านที่ใกล้วัตถุและประจุ ชนิดเดียวกัน ด้านที่ไกลวัตถุเรียกวิธีการนี้ว่า การเหนี่ยวนำ ไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถใช้วิธีการนี้ในการทำใหวัตถุมีประจุได้ จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกัน โดยมีทิศอยู่ใน แนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสองและมีขนาดของแรง ระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผลคูณของขนาดของประจุ ทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างจุด ประจุ ซึ่งเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ เมื่อ } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มีสนามไฟฟ้าขนาด $E = k \frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่ กระทำต่อประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $F = \frac{F_{12}}{q_2}$ สนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุเท่ากับ ผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำ

เป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศทางตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากันแต่อยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลม

- สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

- ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้าคำนวณได้จากสมการ

$$U = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

- พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุเรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดยศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุแปรผันตรงกับขนาดของประจุ และแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้นเขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$V = k \frac{Q}{r}$$

- ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุคือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$V = k \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i}$$

- ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าคือ งานในการเคลื่อนประจุบวกหนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

- ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้าและระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ

$$V_B - V_A = Ed$$

- ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุของตัวเก็บประจุ ตามสมการ

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

๕. อธิบาย ส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้ง

คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- 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 เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายเอกสาร
- ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตยังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ไฟผ่าประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

๗. อธิบาย การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า
- กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วยลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ

$$I = nev_d A$$

๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ

- เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทานของตัวนำนั้นมี ความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์มเขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$I = \left(\frac{1}{R} \right) V$$

- ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับ ชนิด

ความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทาน และรูปร่างของวัตถุ ตามสมการ มาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

- ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จากแถบสีบนตัวต้านทาน
- เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรมความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

- เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนานความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงรวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

- แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจรพลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ

$$\mathcal{E} = \Delta V + Ir$$

- พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่าง ศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ

$$W = I\Delta t \quad \text{และ} \quad P = I\Delta V$$

๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

- เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n \quad \text{และ}$$

$$r = r_1 + r_2 + \dots + r_n \quad \text{ตามลำดับ}$$

- เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนานอีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าลดลงตามสมการ

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \dots = \mathcal{E}_n \quad \text{และ}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \quad \text{ตามลำดับ}$$

- กระแสไฟฟ้าใน วงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน คำนวณได้ตามสมการ

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$$

๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยี ที่นำมา แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ ทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้าน ประสิทธิภาพและ ความคุ้มค่าด้าน ค่าใช้จ่าย

- การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหาหรือ ตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่นการเปลี่ยน พลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดย เซลล์สุริยะ

- เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความ ต้องการทางด้านพลังงานเป็นการ นำความรู้ทักษะและ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือ ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น

- เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณที่มี สนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่น มากแสดงว่าเป็นบริเวณที่สนามแม่เหล็กมีความเข้มมาก

- ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่ที่ พิจารณา และอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้ง ฉากกับสนามแม่เหล็กคือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียน แทนได้ด้วยสมการ

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

- เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือขั้วเลน นอยด์ จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น

- อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะ เกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นคำนวณได้จากสมการ

$$F = IlB\sin\theta$$

- กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไปโดยรัศมีความโค้งของการ เคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ

$$r = \frac{mv}{qB}$$

- ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้นโดยทิศทางของแรง หาได้

ม.6

๑. สังเกต และอธิบายเส้น

สนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนดรวมทั้ง สังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิด จากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรง และขั้วเลนอยด์

๒. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่ กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กแรงแม่เหล็กที่ กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของ การเคลื่อนที่เมื่อประจุ เคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวด ตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

จากกฎมือขวา และคำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ

$$F = I B \sin \theta$$

๓. อธิบาย หลักการทำงานของแกล
แวนอ มิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ
ที่เกี่ยวข้อง

- เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่าน
ทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง
- เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก
จะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบ กระทำต่อขดลวดทำให้ขดลวด
หมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบายการทำงานของแกลแวนอ มิเตอร์และ
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบคำนวณ
ได้จากสมการ

$$M = N I A B \cos \theta$$

๔. สังเกต และอธิบาย การเกิดอีเอ็มเอฟ
เหนี่ยวนำจากการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์
และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟ
เหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของ
เครื่องใช้ไฟฟ้า

- เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำจะเกิด
อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้นอธิบายได้โดยใช้กฎ
การเหนี่ยวนำของฟาราเดย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

- ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้กฎของ
เลนซ์ • ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบาย
การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของ
เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบล็คสแตนด์แบบขดลวดของหลอด
ฟลูออเรสเซนต์ การเกิดอีเอ็มเอฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า
มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า

๕. อธิบาย และคำนวณความต่าง ศักย์
อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็ม
เอส

- ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความต่างศักย์
และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในรูปของฟังก์ชัน
แบบไซน์
- การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับใช้ค่างยังผลหรือ
ค่ามิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย
คำนวณได้จากสมการ

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

๖. อธิบาย หลักการทำงานและ
ประโยชน์ของเครื่อง กำเนิดไฟฟ้า
กระแสสลับ ๓ เฟสการแปลงอีเอ็มเอฟ
ของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง
ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มีขดลวดตัวนำ ๓
ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศาซึ่งกันและกัน ไฟฟ้า
กระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐
องศา ซึ่งช่วยให้มีประสิทธิภาพในการผลิตและการส่ง
พลังงานไฟฟ้า
- ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้า

กระแสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้วคืออีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการโดยใช้หม้อแปลงซึ่งประกอบด้วย ขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ

• ไฟฟ้ากระแสลับที่ผ่าน ขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงจะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟในขดลวดทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิและจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

๗. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ ไรสส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลาไรซ์รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

- การเหนี่ยวนำต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกจากแหล่งกำเนิด
- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยสนามทั้งสองมีทิศตั้งฉากกันและตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
- แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง โดยแสงในชีวิตประจำวันเป็นแสงไมโครเวฟ ไรสส์ เมื่อแสงนั้นผ่านแผ่นโพลาไรซ์ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ในระนาบเดียวเรียกว่า แสงโพลาไรส์เชิงเส้นสมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาไรเซชัน
- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมาย โดยความถี่นี้มีค่าต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้าง เรียกว่าสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก

๘. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

- การสื่อสารเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งทำได้โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณสำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม
- สัญญาณมีสองชนิดคือแอนะล็อกและดิจิทัลโดยการส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัลมีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก

สาระฟิสิกส์

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสารสภาพ ยืดหยุ่นของวัสดุและ โมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงแผ่นตึง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	-	-
ม.6	<p>๑. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎ การอนุรักษ์พลังงาน</p> <p>๒. อธิบาย สภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวและ โมดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่น ไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<p>• เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง และสสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่ง ปริมาณ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ คำนวณได้จากสมการ</p> $Q = mc\Delta T$ <p>ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = mL$</p> <p>• วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะถ่ายโอนความร้อน ไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้ จะ เท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ</p> <p>เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{out} = Q_{in}$</p> <p>• เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากัน จะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน</p> <p>• สมบัติที่วัสดุเปลี่ยนรูป และกลับสู่รูปร่างเดิม เมื่อหยุดออกแรงกระทำ เรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ถ้ายังออกแรงต่อไป วัสดุจะขาดหรือเสียรูปร่างถาวร</p> <p>• ในกรณีที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความยาวถ้าออกแรงกระทำต่อเส้นลวดไม่เกินขีดจำกัด การแปรผันตรง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นลวดแปรผันตรง กับขนาดของแรงดึง ทำให้ความเครียดตามยาวที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับความเค้นตามยาว โดยความเค้นตามยาว</p> <p>คำนวณได้จากสมการ</p> $\sigma = \frac{F}{A}$ <p>ตามยาวคำนวณได้จากสมการ</p> $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$

- อัตราส่วน ความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาว เรียกว่า โมดูลัสของยัง ซึ่งมีค่าขึ้นกับชนิดของวัสดุ คำนวณได้จากสมการ

$$Y = \frac{Q}{\epsilon} \text{ หรือ } Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$$

๓. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการ ทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก

- ถ้าวัสดุมีโมดูลัสของยังสูงแสดงว่าวัสดุนั้นเปลี่ยนแปลงความยาวได้น้อย ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น วัสดุไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ สมบัตินี้นำไปใช้พิจารณาในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน
- ภาวะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็นความดันในของเหลว
- ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจคำนวณได้จากสมการ

$$P_g = \rho gh$$

ส่วนผลรวมของหวมต่นบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่าความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ

$$P = P_0 + P_g$$

- ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์
- เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบาย การทำงานของ เครื่องอัดไฮดรอลิก
- วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนจะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาดแรงพยุงเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพยุงจากของไหลคำนวณได้จากสมการ

$$F_b = \rho V g$$

๔. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล

๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและ อธิบายแรงหนืดของของเหลว

- ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ

การโค้งงอของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลว
คำนวณได้จากสมการ

$$\gamma = \frac{F}{l}$$

- ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด

๖. อธิบาย สมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

- ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการ ความต่อเนื่อง $Av = \text{ค่าคงตัว}$
- ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอ จะมีผลรวมของความดันสัมผัส พลังงาน จลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัว

ตามสมการแบร์นูลลี

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$$

๗. อธิบาย กฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมากไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น
- ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$PV = nRT = Nk_B T$$

๘. อธิบาย แบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ยและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สได้

- จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$PV = \frac{2}{3} N \bar{E}_k$$

ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$$

๙. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊ส ในสถานะปิดโดยความดันคงตัว และ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงานรวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและ นำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไป อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ใน ชีวิตประจำวัน

• ในสถานะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดย ความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ

$$W = P\Delta V$$

• โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในสถานะปิดจะมีพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุลเรียกว่า พลังงานภายใน ของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวน โมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส

• พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการ ถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายใน ระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์แสดงได้ด้วย สมการ $Q = \Delta U + W$

• ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ใน ด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ

๑๐. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎี อะตอมของโบร์ และการเกิดเส้น สเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

• พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้ เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมพลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตาม สมการ $E = nhf$

• ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดย ไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจร จะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามสมมติฐานของ พลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวง โคจรของอิเล็กตรอน และพลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ ตามสมการ

$$r_n = \left(\frac{h^2}{mke^2} \right) n^2 \text{ และ } E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2 e^4}{h^2} \left(\frac{1}{n^2} \right)$$

- ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$$

๑๑. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ

- ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงและพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์
- ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ

$$hf = W + E_{k,max}$$

- การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ

$$E_{k,max} = eV_s \text{ และ } W = hf_0 \text{ ตามลำดับ}$$

๑๒. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์

- การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของเดอบรอยล์ที่เสนอว่า อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่น เรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาคตามสมการ

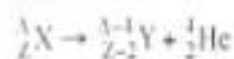
$$\lambda = \frac{h}{p}$$

- จากความคิดของไอน์สไตน์และเดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่าคลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัติดังกล่าวเรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

๑๓. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของ รังสีแอลฟา บีตา และแกมมา

- กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ออกมา มี ๓ ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา

- การแผ่รังสีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยสมการการสลายให้แอลฟา



การสลายให้บีตาลบ ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$

การสลายให้บีตาบวก ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{+1}e + \nu_e$

การสลายให้แกมมา ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_ZX^* + \gamma$

๑๔. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต

• ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสี อัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลงของจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี

$$A = \lambda N$$

คำนวณได้จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$

• ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลายและครึ่งชีวิตคำนวณได้จากสมการ

และ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ตามลำดับ

๑๕. อธิบาย แรงแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียสและพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

• ภายในนิวเคลียสมีแรงแรงนิวเคลียร์ที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส

• การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกันต้องใช้พลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน ตามสมการ

$$E_b = (\Delta m)c^2$$

นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงจะมีเสถียรภาพดีกว่านิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนคำนวณได้จากสมการ

$$\frac{E_b}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}$$

๑๖. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน และฟิชชันรวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์

• ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่าปฏิกิริยานิวเคลียร์

• ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น

• พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชันเรียกว่า

พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานตามสมการ

$$E = (\Delta m)c^2$$

๑๗. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ

๑๘. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคแบบจำลองมาตรฐาน และการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในด้านต่าง ๆ

- พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้
- การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูง พบว่า โปรตอนและนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มีขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ด้วยแรงเข้ม
- นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้มซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อนซึ่งได้แก่ W - โบซอน และ Z - โบซอน
- อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็น อนุภาคมูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน
- แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน
- การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาคในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีระนาบด้วยการปล่อยโพซิตรอนในการวินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการรักษาความปลอดภัยมีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการตรวจวัดจุดอันตรายในสนามบิน

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๑. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	๑. อธิบาย การแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	<ul style="list-style-type: none"> การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้านเช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอวกาศ ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลก จึงสามารถแบ่งชั้นโครงสร้างโลกได้ 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 แนวแบ่งเขตลัทแมน
	๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	<ul style="list-style-type: none"> แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาคซึ่งเป็นชั้นนอกสุดของโครงสร้างโลก โดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่ง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีดังกล่าวอธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีการแผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขาซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอย การเคลื่อนที่ของตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาลอายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้งการค้นพบสันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร
	๓. ระบุสาเหตุและอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีพร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ	<ul style="list-style-type: none"> การพาความร้อนของแมกมาภายในโลก ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสังฐานและธรณีโครงสร้างที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟรูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุดและสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ยังพบ การเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์จึงสรุปได้ว่าแนวรอยต่อของแผ่นธรณีมี ๓ รูปแบบได้แก่

๔. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบัน และอธิบายลำดับเหตุการณ์ ทางธรณีวิทยาในอดีต

๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิดและปัจจัยที่ทำให้ความรุนแรงของการปะทุและรูปร่างของภูเขาไฟแตกต่างกัน รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

๗. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่

แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ

- การลำดับ ชั้นหิน เป็นการศึกษาการวางตัวการแผ่กระจาย ลำดับอายุ ความสัมพันธ์ของชั้นหินรอยชั้นไม่ต่อเนื่อง และหลักฐานทางธรณีวิทยาอื่น ๆ ที่ปรากฏ ทำให้ทราบลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นบนโลก ตั้งแต่กำเนิดโลก จนถึงปัจจุบัน

- หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์หิน และลักษณะโครงสร้างทางธรณี ซึ่งนำมาหาอายุได้ ๒ แบบ ได้แก่ อายุเปรียบเทียบ คืออายุของซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา เมื่อเทียบกับซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาอื่น ๆ และอายุสัมบูรณ์ คือ อายุที่ระบุเป็นตัวเลขของหิน และ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาซึ่งคำนวณได้จากไอโซโทปของธาตุ

- ข้อมูลจากอายุเปรียบเทียบและอายุสัมบูรณ์สามารถนำมาจัดทำมาตราธรณีกาล คือ การลำดับช่วงเวลาของโลกตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบันแบ่งออกเป็น บรมยุค มหายุค ยุค และสมัย ซึ่งแต่ละช่วงเวลามีสิ่งมีชีวิต สภาพแวดล้อมและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน

- ภูเขาไฟระเบิด เกิดจากการแทรกดันของแมกมาขึ้นมาตามส่วนเปราะบาง หรือรอยแตกบน เปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย ความรุนแรงของการปะทุและรูปร่างของภูเขาไฟที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแมกมา ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้ง ระเบิด และ โทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

- แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงาน ที่สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือนแผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกันและทำลายทรัพย์สิน ศูนย์เกิดแผ่นดินไหวมักอยู่บริเวณรอยต่อของแผ่นธรณี และพื้นที่ภายใต้อิทธิพลของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่ระดับความลึกต่างกัน ให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหายเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

- สึนามิ คือคลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำในปริมาณมหาศาล ส่วนมากจะเกิดในทะเลหรือมหาสมุทร

เสียงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงเมื่ออยู่กลางมหาสมุทร จะมีความสูงคลื่นน้อยและอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น ทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

๘. ตรวจสอบ และระบุชนิดแร่ รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม

- แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่มีสถานะเป็นของแข็ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีโครงสร้างภายในที่เป็นระเบียบ และมีสูตรเคมีและสมบัติอื่น ๆ ที่แน่นอน หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้วงจำกัด ทำให้แร่มีสมบัติทางกายภาพที่แน่นอนสามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบชนิดของแร่ทางกายภาพ และการทำปฏิกิริยาเคมีกับกรด
- ทรัพยากรแร่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น อาหารและยา เครื่องมือแพทย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อัญมณี

๙. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อหิน รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม

- หิน เป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ ตั้งแต่ ๑ ชนิดขึ้นไป หรือประกอบด้วยแก้วธรรมชาติหรือสารจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเอง
- หินสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและเนื้อหิน ได้เป็น ๓ ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การระบุชื่อของหินแต่ละประเภท จะใช้ลักษณะและองค์ประกอบทางแร่ของหินเป็นเกณฑ์ หินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น วัสดุก่อสร้างเครื่องประดับ วัตถุดิบในอุตสาหกรรม

๑๐. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา

- ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากรสิ้นเปลืองที่มีอยู่อย่างจำกัด ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ในเวลาอันรวดเร็วทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรม ที่สำคัญของประเทศ เช่น การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

๑๑. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

- การศึกษากระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน ต้องใช้ความรู้พื้นฐานธรณีวิทยาหลายด้าน เช่น ตะกอนวิทยา การลำดับชั้นหิน ธรณีโครงสร้าง รวมทั้งวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

๑๒. อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาของ

- แผนที่ภูมิประเทศ เป็นแผนที่ที่สร้างเพื่อจำลองลักษณะของผิวโลกหรือบางส่วนของพื้นที่บนผิวโลกโดยมีทิศทางที่

พื้นที่ ที่กำหนดพร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่าง การนำไปใช้ประโยชน์

ชัดเจน และ มาตรฐานขนาดต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับการใช้งาน แผนที่ภูมิประเทศมักแสดงเส้นชั้นความสูง และคำอธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่

- แผนที่ธรณีวิทยา เป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของหินกลุ่มต่างๆ ที่โผล่ให้เห็นบนพื้นผิว ทำให้ทราบถึงขอบเขตของหินในพื้นที่ นอกจากนี้ยังแสดงลักษณะการวางตัวของชั้นหินซากดึกดำบรรพ์ และธรณีโครงสร้าง
- ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาสามารถนำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์ และประเมินศักยภาพของพื้นที่ได้อย่างเหมาะสมเช่น ประเมินศักยภาพแหล่งทรัพยากรธรณีต่าง ๆ การวางผังเมือง การสร้างเขื่อน

ม.5 -

-

ม.6 -

-

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๒. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	<p>๑. อธิบาย ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและคายพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันและผลที่มีต่ออุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณของโลก</p> <p>๒. อธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก</p> <p>๓. อธิบายผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • บริเวณต่าง ๆ ของโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากโลกมีสัณฐานคล้ายทรงกลมและแกนหมุนโลกเอียงทำมุมกับแนวตั้งฉากกับระนาบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ส่งผลต่อการตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งส่วนที่ผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศจนถึงพื้นผิวโลก จะเกิดกระบวนการสะท้อนดูดกลืน และถ่ายโอนพลังงาน แล้วปลดปล่อยกลับสู่อวกาศแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะของพื้นผิว ชนิดและปริมาณของแก๊สเรือนกระจก ละอองลอย และเมฆ ทำให้พื้นผิวโลกแต่ละบริเวณมีอุณหภูมิอากาศแตกต่างกัน • พลังงานจากดวงอาทิตย์โดยเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกในแต่ละปีค่อนข้างคงที่ • การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจากความกดอากาศที่แตกต่างกันระหว่างสองบริเวณโดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบและเมื่อพิจารณาในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้งจะพบว่าอากาศเหนือบริเวณความกดอากาศต่ำจะมีการยกตัวขึ้น ขณะที่อากาศเหนือบริเวณความกดอากาศสูงจะจมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวราบและแนวตั้งนี้ ทำให้เกิดเป็นการหมุนเวียนของอากาศ • การหมุนรอบตัวเองของโลกจะทำให้เกิดแรงคอริโอลิสซึ่งมีผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศเบนไป โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณซีกโลกเหนือจะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิมส่วนบริเวณซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจากทิศทางเดิม เช่น ลมค้า และมรสุม • แรงสู่ศูนย์กลางซึ่งทำให้เกิดการหมุนของลม เช่น พายุหมุน

เขตร้อน ทอร์นาโด พายุวงช้าง และแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือแรงเสียดทานส่งผลต่ออัตราเร็วลม เช่น พายุไต้ฝุ่นเมื่อเคลื่อนตัวเข้าสู่ชายฝั่งจะลดระดับความรุนแรงลงเป็นพายุโซนร้อนหรือดีเปรสชัน

๔. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูดและผลที่มีต่อภูมิอากาศ

- แต่ละบริเวณของโลกมีความกดอากาศแตกต่างกัน ประกอบกับอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบ โดยแต่ละแถบบนมีภูมิอากาศแตกต่างกันได้แก่ การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศแบบหนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลางมีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียนแถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

- บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละแถบละติจูดจะมีลักษณะ สมฟ้าอากาศที่แตกต่างกันเช่น บริเวณใกล้ศูนย์สูตรมีปริมาณหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐ องศาอากาศแห้งแล้ง ส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศาอากาศมีความแปรปรวนสูง

๕. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร

- น้ำในมหาสมุทรมีอุณหภูมิและความเค็มของน้ำแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ และแต่ละระดับความลึก ซึ่งหากพิจารณามวลน้ำในแนวตั้ง และใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่ง ชั้นน้ำได้เป็น ๓ ชั้น คือ น้ำชั้นบน น้ำชั้นเทอร์โมไคลน์และน้ำชั้นล่าง

๖. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร

- การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลัก ประกอบกับแรงคอริโอลิสทำให้บริเวณซีกโลกเหนือมีการไหลเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรมีทั้งกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น ส่วนการหมุนเวียน กระแสน้ำลึกเป็นการหมุนเวียนของน้ำชั้นล่าง เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิและความเค็มของน้ำโดย กระแสน้ำผิวหน้าและกระแสน้ำลึกจะหมุนเวียนต่อเนื่องกัน

๗. อธิบายผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะสมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

- การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทร ส่งผลต่อลักษณะอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันไป เช่น การเกิดน้ำผุดน้ำจม จะส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่ง เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม ที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรปไม่หนาวเย็นจนเกินไปและเมื่อการหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิดผลกระทบ

ต่อสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวนของลมค้าและส่งผลต่อสภาพลมฟ้าอากาศของประเทศที่อยู่บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก รวมถึงบริเวณอื่น ๆ บนโลก

๘. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศและการเกิดเมฆ

- เสถียรภาพอากาศ หมายถึง สภาวะของบรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้อากาศเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง ในกรณีที่อากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่โดยรอบ อากาศนั้นจะไม่สามารถยกตัวสูงขึ้นได้มากนัก และจมตัวกลับสู่ที่เดิม เรียกว่า อากาศมีเสถียรภาพจะพบสภาวะอากาศแจ่มใส เมฆน้อยหรือปราศจากเมฆ ส่วนสภาวะอากาศไม่มีเสถียรภาพนั้นอุณหภูมิก็อ่อน อากาศจะสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศโดยรอบทำให้อากาศยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดเมฆในแนวดิ่ง เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส

๙. อธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะ สมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง

- แนวปะทะอากาศเกิดจากการเคลื่อนที่ปะทะกันของก้อนอากาศที่สมบัติต่างกันตั้งแต่สองก้อนขึ้นไป แนวปะทะอากาศแบ่งออกได้ ๔ รูปแบบ คือ แนวปะทะอากาศอุ่น ซึ่งมีกพบเมฆแผ่น เช่น เมฆซีร์รัส อัลโตสเตรตัส เกิดฝนกระจายเป็นบริเวณกว้าง แนวปะทะอากาศเย็น เกิดเมฆก้อน เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส ทำให้อากาศแปรปรวนเกิดฝนฟ้าคะนอง แนวปะทะอากาศรวม เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัสที่ส่งผลต่อการเกิดพายุฝน แนวปะทะอากาศคงที่ จะมีลักษณะอากาศแจ่มใสจนถึงมีเมฆบางส่วน และอาจส่งผลให้เกิดแนวปะทะอากาศแบบอื่นต่อไปได้

๑๐. อธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลสนับสนุน

- โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยปริมาณพลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในแต่ละปีค่อนข้างคงที่และมีลักษณะภูมิอากาศที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงไป จะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกและภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้โดยมีปัจจัยหลายประการ ทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงความรีของวงโคจรโลกรอบดวงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของแกนหมุนโลกและการหมุนควงของแกนหมุนโลกรวมทั้งชนิดและปริมาณของละอองลอย เมฆและแก๊สเรือนกระจก ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุนการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิโลกตั้งแต่อดีตถึง

๑๑. วิเคราะห์ และ อภิปรายเหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และนำเสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

๑๒. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศบนแผนที่อากาศ

๑๓. วิเคราะห์ และ คาดการณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ เพื่อวางแผนในการประกอบอาชีพและการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

ปัจจุบันที่ได้จากการวิเคราะห์หลักฐานต่าง ๆ เช่น แถมน้ำแข็ง

- การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยโลก การหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทั้งทางบกและทางทะเล

- มนุษย์อาจมีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้โดยการลดปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงานที่เกิดจากกระทำของมนุษย์

- แบบแสดงข้อมูลของสถานีตรวจอากาศผิวพื้นเป็นการแสดงข้อมูลตรวจอากาศที่แสดงในรูปสัญลักษณ์หรือตัวเลขที่ปรากฏบนแผนที่อากาศเช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ความเร็วและทิศทางลม ปริมาณและชนิดของเมฆ ทำให้ทราบลักษณะอากาศ ณ สถานีนั้น ๆ ในเวลาที่มีการตรวจวัด เมื่อนำข้อมูลของสถานีตรวจอากาศผิวพื้นมาแสดงในแผนที่อากาศทำให้สามารถวิเคราะห์ลักษณะอากาศในบริเวณกว้างได้ เช่น บริเวณความกดอากาศสูง หย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่องความกดอากาศต่ำ

- การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่อากาศร่วมกับข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ เช่น โพรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศเรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และค่าทางสถิติ สามารถนำมาวิเคราะห์รูปแบบคาดการณ์การเกิดและการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้วางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การเลือกช่วงเวลาในการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาล การเตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน

ม.6

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๓. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษา ตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะรวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	-	-
ม.6	<p>๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงานสสาร ขนาดอนุหุมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่างๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ</p> <p>๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจาทอวกาศ</p> <p>๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะพร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก</p> <p>๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดันอนุหุมิ ขนาดจากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์</p>	<p>• ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือทฤษฎีบิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบงที่เอกภพมีขนาดเล็กลงมาก และมีอนุหุมิสูงมากซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาและวิวัฒนาการของเอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบง เอกภพเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอนุหุมิลดลง มีสสารคงอยู่ในรูปอนุภาคและปฏิยานุภาคหลายชนิดและมีวิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเนบิวลา กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะเป็นสมาชิกบางส่วนของเอกภพ</p> <p>• หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือการขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิลโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแนวรัศมีและระยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่างออกจากโลกและหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทาง และสอดคล้องกับอนุหุมิเฉลี่ยของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗๓ เคลวิน</p> <p>• กาแล็กซี ประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวนมากหลายแสนล้านดวง ซึ่งอยู่กันเป็นระบบของดาวฤกษ์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยแก๊สฝุ่นเช่น เนบิวลา และสสารระหว่างดาว โดยองค์ประกอบต่างๆ ภายในของกาแล็กซีอยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง</p> <p>• กาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกัน โดยระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหันแบบมีแกน มีโครงสร้างคือ นิวเคลียส จาน และฮาโลดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียสและจาน โดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือก ประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสงซึ่งทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็นบริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมองของคนบนโลก แถบฝ้าสีขาวจางๆ ของทางช้างเผือกคือดาวฤกษ์ ที่อยู่อย่างหนาแน่นในกาแล็กซีทางช้างเผือก</p> <p>• ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกัน ตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไปดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ เกิดจากการยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลาบีบอัดตัวลง ความดันและอนุหุมิเพิ่มขึ้นเกิดเป็นดาวฤกษ์ก่อน</p>

เกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้นจนเกิดปฏิกิริยาเทอร์มอ นิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ก่อนเกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์ อยู่ในสภาพสมดุลระหว่างแรงดันกับแรงโน้มถ่วงซึ่งเรียกว่า สมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีขนาดคงที่เป็นเวลานาน ตลอดช่วงชีวิตของดาวฤกษ์

๕. อธิบายกระบวนการสร้างพลังงาน ของดาวฤกษ์และผลที่เกิดขึ้น โดย วิเคราะห์ปฏิกิริยาฟิวชันโปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน-ไนโตรเจน ออกซิเจน

• ปฏิกิริยาเทอร์มอ นิวเคลียร์ เป็นปฏิกิริยาหลักของ กระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ทำให้เกิดการหลอม นิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็นนิวเคลียสฮีเลียมที่แก่นของดาว ฤกษ์ ซึ่งมี๒ กระบวนการ คือ ปฏิกิริยาฟิวชันโปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจนออกซิเจน

๖. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่าง ของดาวฤกษ์และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของ ดาวฤกษ์

• ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจากดาวฤกษ์ที่ ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาทีต่อหน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจากตาของมนุษย์ไม่ ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึงกำหนดค่าการเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ด้วยค่าโชติมาตร ซึ่งเป็น การแสดงระดับความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ (หรือเทห์ฟ้าอื่น) ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต

๗. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์

• สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้ ดัชนีสีในการแบ่งชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ และใช้ สเปกตรัมในการจำแนกชนิดของดาวฤกษ์

๘. อธิบายวิธีการหาระยะทางของดาว ฤกษ์ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ พร้อม คำนวณหาระยะทางของดาวฤกษ์

• การหาระยะทางของดาวฤกษ์ที่มีระยะทางห่างจากโลกไม่เกิน ๑๐๐ พาร์เซก มีวิธีการที่สำคัญ คือ วิธีพารัลแลกซ์ โดย วัดมุมพารัลแลกซ์ของดาวฤกษ์ เมื่อโลกเปลี่ยนตำแหน่งไป ในวงโคจร ทำให้ตำแหน่งปรากฏของดาวฤกษ์เปลี่ยนไปเมื่อ เทียบกับดาวฤกษ์อ้างอิง

๙. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์ กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การ เปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาว ฤกษ์ในลำดับวิวัฒนาการ จากแผนภาพ เฮิร์ชปริง-รัสเซลล์

• มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ก่อนเกิด ดาว ฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้พลังงานมาก จึงมีอายุสั้นกว่า ดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย

• ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกันการวิวัฒนาการ และจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่เทียบกับจำนวนเท่าของมวลดวงอาทิตย์

• ดาวฤกษ์จะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการตาม วิวัฒนาการ โดยนักวิทยาศาสตร์ได้แสดงการเปลี่ยนแปลง ดังกล่าวด้วยแผนภาพเฮิร์ชปริง-รัสเซลล์ซึ่งเป็นแผนภาพที่ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโชติมาตรสัมบูรณ์และดัชนีสีของ ดาวฤกษ์ โดยดาวฤกษ์ส่วนใหญ่จะอยู่ในแถบลำดับหลัก ซึ่งเป็นแถบที่แสดงว่าดาวฤกษ์จะมีช่วงชีวิตส่วนใหญ่อยู่ใน

๑๐. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต

สภาวะสมดุล

• ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่นและแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊สประมาณร้อยละ ๙๙.๘ ของมวล ได้รวมตัวเป็นดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อน หรือพลาสมาสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็น ดาวเคราะห์ และบริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิดและองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และดวงดาวหาง

• โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิตเพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสมจึงเป็นเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ทำให้โลกมีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคงสถานะเป็นของเหลวได้ และปัจจุบันมีการค้นพบ ดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมากโดยมีดาวเคราะห์บางดวงที่มีลักษณะคล้ายโลกและอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต

๑๑. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน พร้อมคำนวณคาบการโคจรของดาวเคราะห์

• บริวารของดวงอาทิตย์อยู่รวมกันเป็นระบบภายใต้แรงโน้มถ่วงระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ตามกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ส่วนการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์เป็นไปตามกฎเคปเลอร์

๑๒. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะและพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย

• ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็นแก่น เขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อนและมีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อนซึ่งแบ่งเป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโครโมสเฟียร์ และคอโรนา ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืดดวงอาทิตย์ การลุกจ้า ที่ทำให้เกิดลมสุริยะ และพายุสุริยะ ซึ่งส่งผลกระทบต่อโลก

• ลมสุริยะ เกิดจากการแผ่กระจายของอนุภาคจากชั้นคอโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาคที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุลมสุริยะส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสงและชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้

• พายุสุริยะ เกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุพลังงานสูงจำนวนมากมาสู่โลก มักเกิดบ่อยครั้งในช่วงที่มีการลุกจ้า และในช่วงที่มีจุดมืดดวงอาทิตย์จำนวนมาก และในบางครั้งมีการพ่นก้อนมวลคอโรนา พายุสุริยะอาจส่งผลกระทบต่อสนามแม่เหล็กโลกจึงอาจรบกวนระบบการส่งกระแสไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อวงจรรีเลย์โทรอนิกส์

๑๓. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า
สังเกต และเชื่อมโยงจุดและเส้นสำคัญ
ของแบบจำลองทรงกลมฟ้ากับท้องฟ้า
จริง และอธิบายการระบุพิกัดของดาวใน
ระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร

๑๔. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทาง
การขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาว
ฤกษ์

๑๕. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดย
รวบรวมข้อมูลและเปรียบเทียบเวลา
ขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้
สังเกตในแต่ละวัน

๑๖. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และ
การเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลา
บนโลก

๑๗. อธิบายมุมห่าง ที่สัมพันธ์กับ
ตำแหน่งในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยง
กับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ที่
สังเกตได้จากโลก

ของดาวเทียม นอกจากนั้น มักทำให้เกิดปรากฏการณ์แสง
เหนือ แสงใต้ที่สังเกตได้ชัดเจน

- ทรงกลมฟ้า เป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่มีรัศมีอนันต์ มี
จุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดศูนย์กลางของทรงกลมฟ้า มี
ดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ ปรากฏอยู่บนผิวของทรงกลมฟ้านี้
การระบุพิกัดของดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้า
ตามระบบที่สำคัญ ได้แก่

- ระบบขอบฟ้า เป็นระบบที่อ้างอิงจากตำแหน่งผู้สังเกตบน
โลก โดยระบุพิกัดเป็นมุมทิศและมุมเงย อ้างอิงกับทิศเหนือ
และเส้นขอบฟ้าของผู้สังเกต

- ระบบศูนย์สูตร เป็นระบบที่อ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตรฟ้าและ
จุดวิษุวัต ระบุพิกัดเป็นไรต์แอสเซนชันและเดคลิเนชัน

- โลกหมุนรอบตัวเองจากทางทิศตะวันตกไปทางทิศ
ตะวันออก ทำให้เกิดปรากฏการณ์การขึ้นการตกของดวง
อาทิตย์และดวงดาวในรอบวันซึ่งเส้นทางปรากฏของการขึ้น
การตกของดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนแปลงตามวันเวลาและ
ตำแหน่งละติจูดของผู้สังเกต ส่วนเส้นทางปรากฏของการ
ขึ้นการตกของดาวฤกษ์จะเปลี่ยนแปลงตามละติจูดของผู้
สังเกต

- การกำหนดเวลาสุริยคติจะเทียบกับดวงอาทิตย์โดยเวลาสุริย
คติ มีทั้งเวลาสุริยคติปรากฏ และเวลาสุริยคติปานกลาง

- เวลาสุริยคติปรากฏ เป็นเวลาที่ได้จากการสังเกตดวง
อาทิตย์จริงที่เคลื่อนที่อยู่บนท้องฟ้าของผู้สังเกต ช่วงเวลา
ระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียน
ครั้งแรกถึงครั้งถัดไปเรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปรากฏ

- เวลาสุริยคติปานกลางกำหนดโดยให้มีดวงอาทิตย์สมมติ
เคลื่อนที่บนเส้นศูนย์สูตรฟ้าด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ
ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ผ่าน
เมริเดียนครั้งแรกถึงครั้งถัดไปเรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปาน
กลาง ซึ่งยาว ๒๔ ชั่วโมง ๐ นาที ๐ วินาที เวลาสุริยคติปาน
กลางกรีนิชเป็นเวลาสุริยคติปานกลางที่ใช้เมริเดียนของหอดูดาว
กรีนิชในประเทศอังกฤษเป็นตัวกำหนดซึ่งนำมาใช้ในการ
กำหนดเขตเวลามาตรฐานสากลของตำแหน่งอื่น ๆ บน
โลก

- โลกและดาวเคราะห์ทุกดวงหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบ
ดวงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก หรือในทิศ
ทวนเข็มนาฬิกาจากมุมมองด้านบน คนบนโลกจะสังเกตเห็น
ดาวเคราะห์มีตำแหน่งปรากฏแตกต่างกันในช่วงวันเวลาต่าง

ๆเพราะดาวเคราะห์มีมุมห่างที่แตกต่างกัน

- มุมห่างของดาวเคราะห์ คือ มุมระหว่างเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างโลกกับดาวเคราะห์กับเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เมื่อวัดบนเส้นสุริยวิถี โดยดาวเคราะห์อาจอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ไปทางทิศตะวันออก หรือทางทิศตะวันตก ซึ่งมีการเรียกชื่อตามตำแหน่งของดาวเคราะห์ในวงโคจร ขนาดของมุมห่าง และทิศทางของมุมห่าง
- ดาวเคราะห์ที่มีมุมห่างต่างกันจะมีตำแหน่งปรากฏบนท้องฟ้าแตกต่างกัน โดยตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ดวงนั้นจะอยู่ใกล้ขอบฟ้าในช่วงเวลาใกล้รุ่งหรือเวลาหัวค่ำ ส่วนตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ดวงนอกจะสามารถเห็นได้ในช่วงเวลาอื่น ๆ นอกจากนี้ มุมห่างยังสามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ เช่นดาวเคียงเดือน ดาวเคราะห์ชุมนุม ดาวเคราะห์ผ่านหน้าดวงอาทิตย์

๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต

- มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษา เพื่อขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์อาหาร การแพทย์

๑๙. สืบค้นข้อมูล ออกแบบ และเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่า และ/หรือกล้องโทรทรรศน์

- นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงอัลตราไวโอเลตและรังสีเอ็กซ์
- ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อสำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานีอวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการลอยฟ้าที่โคจรรอบโลกใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก
- ดาวเทียม คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่นการสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยาโดยดาวเทียมมีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน

ตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทาง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ชั้น	ตัวชี้วัดทั้งหมด	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง	หมายเหตุ
ม.4	28	11	17	
ม.5	49	35	14	
ม.6	25	14	11	
รวม	102	60	42	

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
	<p>มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มี ต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาล้างแฉดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	
1	<p>ว 1.1 ม.4/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาล้างแฉดล้อม</p>	<p>ว 1.1 ม.4/1 สืบค้นข้อมูลและ อธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับ ความหลากหลายของไบโอม และ ยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ ว 1.1 ม.4/2 สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลง แทนที่ของ ระบบนิเวศ ว 1.1 ม.4/3 สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ ทางกายภาพและ ทางชีวภาพ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาด ของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ</p>
	<p>มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงาน สัมพันธ์กัน รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	
2	-	<p>ว 1.2 ม.4/1 อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ</p> <p>ว 1.2 ม.4/2 อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือด โดยการทำงานของไต</p> <p>ว 1.2 ม.4/3 อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือด โดยการทำงานของไตและ ปอด</p> <p>ว 1.2 ม.4/4 อธิบายการควบคุม คุณภาพของอุณหภูมิ ภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง</p>

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
3	-	
4	ว 1.2 ม.4/6 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	ว 1.2 ม.4/5 อธิบาย และเขียน แผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะและแบบ จำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย
	ว 1.2 ม.4/7 อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV	
5	ว 1.2 ม.4/8 ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืช สังเคราะห์ได้	ว 1.2 ม.4/9 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น
6	ว 1.2 ม.4/10 ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	ว 1.2 ม.4/11 สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่มนุษย์ สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่าง การนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช
		ว 1.2 ม.4/12 สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า ในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
7	ว 1.3 ม.4/1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม ว 1.3 ม.4/3 อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต	ว 1.3 ม.4/2 อธิบายหลักการ ถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ และมัลติเปิลแอลลีล ว 1.3 ม.4/4 สืบค้นข้อมูล และ ยกตัวอย่างการนำมิวแทนไปใช้ประโยชน์ ว 1.3 ม.4/5 สืบค้นข้อมูล และ อภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ว 1.3 ม.4/6 สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนา งานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม		
8	ว 4.1 ม.4/1 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี ว 4.1 ม.4/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ด้านทรัพย์สินทางปัญญา	ว 4.1 ม.4/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนา งานได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

กลุ่มที่	ตัวชี้วัด ระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
	<p>ว 4.1 ม.4/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นภายใต้ เงื่อนไข และทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่ หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>ว 4.1 ม.4/4 ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์ และให้ เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้ กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและ นำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนว ทิศทางการพัฒนาต่อยอด</p>	
<p>มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและ ใช้แนวคิดเชิง คำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและ การสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม</p>		
9	-	<p>ว 4.2 ม.4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการ พัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่น อย่าง สร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง</p>
<p>รวม 28 ตัวชี้วัด 11 ตัวชี้วัดระหว่างทาง 17 ตัวชี้วัดปลายทาง</p>		

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
	มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
1	ว 2.1 ม.5/1 ระบุว่าสสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอมโมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี ว 2.1 ม.5/2 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ว 2.1 ม.5/3 ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดี่ยว ว 2.1 ม.5/4 เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป ว 2.1 ม.5/5 ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ ว 2.1 ม.5/6 เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะ กับอโลหะ ว 2.1 ม.5/24 อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ว 2.1 ม.5/25 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจาก กัมมันตภาพรังสี	ว 2.1 ม.5/7 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
2	ว 2.1 ม.5/8 ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง	ว 2.1 ม.5/11 อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน
	ว 2.1 ม.5/9 ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม	ว 2.1 ม.5/13 ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์
	ว 2.1 ม.5/10 ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง	
	ว 2.1 ม.5/12 เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก	
	ว 2.1 ม.5/17 อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร	

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
3	ว 2.1 ม.5/14 ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง	ว 2.1 ม.5/19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทาง ป้องกันหรือแก้ไข
	ว 2.1 ม.5/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น	
	ว 2.1 ม.5/16 ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	
	ว 2.1 ม.5/18 วิเคราะห์และ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์โมเซตของ พอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	
4	ว 2.1 ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และ แปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.5/22 สืบค้นข้อมูลและ อธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม
	ว 2.1 ม.5/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
	ว 2.1 ม.5/23 อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์	

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
5	ว 2.2 ม.5/1 วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลความเร็ว กับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ	ว 2.2 ม.5/5 สังเกตและอธิบาย ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่ แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น
	ว 2.2 ม.5/2 สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์	
	ว 2.2 ม.5/3 สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	
	ว 2.2 ม.5/4 สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	
	ว 2.2 ม.5/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
6	ว 2.2 ม.5/7 สังเกตและอธิบาย การเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจาก กระแสไฟฟ้า	ว 2.2 ม. 5/8 สังเกตและอธิบาย แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาค ที่มี ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ใน สนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็ก ที่กระทำต่อ ลวดตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบาย หลักการทำงานของมอเตอร์ ว 2.2 ม. 5/9 สังเกตและ อธิบาย การเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้ง ยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

<p>มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของ แรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของ วัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>		
<p>มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสสารและ พลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ เสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>		
7	<p>ว 2.2 ม.5/10 สืบค้นข้อมูลและอธิบาย แรงเข้มและแรง อ่อน</p> <p>ว 2.3 ม.5/1 สืบ ค้นข้อมูลและ อธิบาย พลังงานนิวเคลียร์ ฟิชชัน และฟิวชัน และความสัมพันธระหว่างมวลกับ พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจาก ฟิชชันและฟิวชัน</p>	<p>ว 2.3 ม.5/2 สืบค้นข้อมูล และ อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบ ค้น และอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงาน โดย เน้นด้านประสิทธิภาพและ ความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย</p>
8	<p>ว 2.3 ม.5/3 สังเกต และอธิบาย การ สะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น</p> <p>ว 2.3 ม.5/4 สังเกต และอธิบายความถี่ ธรรมชาติ การสั่นพ้องและผลที่เกิดขึ้น จากการสั่นพ้อง</p> <p>ว 2.3 ม.5/5 สังเกต และอธิบาย การ สะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่น เสียง</p>	<p>ว 2.3 ม.5/8 สืบค้นข้อมูล และ ยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับ เสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน</p>

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
<p>มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือ พัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>		
11	-	ว 4.1 ม.5/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน
<p>มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม</p>		
12	-	ว 4.2 ม.5/1 รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูล และใช้ความรู้ ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือ เพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์
รวม 49 ตัวชี้วัด 35 ตัวชี้วัดระหว่างทาง 14 ตัวชี้วัดปลายทาง		

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
<p>มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ</p>		
1	<p>ว 3.1 ม.6/2 อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ</p> <p>ว 3.1 ม.6/3 อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก</p> <p>ว 3.1 ม.6/4 อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์</p> <p>ว 3.1 ม.6/5 ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์</p> <p>ว 3.1 ม.6/6 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์</p> <p>ว 3.1 ม.6/8 อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ และการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของดาวเคราะห์ ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต</p>	<p>ว 3.1 ม.6/1 อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ</p> <p>ว 3.1 ม.6/7 อธิบายลำดับ วิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง สมบัติบางประการของดาวฤกษ์</p> <p>ว 3.1 ม.6/9 อธิบายโครงสร้าง ของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผล ของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย</p>
2	-	<p>ว 3.1 ม.6/10 สืบค้นข้อมูล อธิบาย การสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้อง โทรทรรศน์ ในช่วงความยาวคลื่น ต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิด การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต</p>

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน	ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
3	ว 3.2 ม.6/1 อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	ว 3.2 ม.6/4 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
	ว 3.2 ม.6/2 อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	ว 3.2 ม.6/5 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดและ ความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหวรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
	ว 3.2 ม.6/3 ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีพร้อม ยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ	ว 3.2 ม.6/6 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
4	ว 3.2 ม.6/7 อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก	ว 3.2 ม.6/12 อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศ และน้ำ ผิวหน้าในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะ ภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
	ว 3.2 ม.6/8 อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ	ว 3.2 ม.6/13 อธิบายปัจจัยที่มี ผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก
	ว 3.2 ม.6/9 อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	
	ว 3.2 ม.6/10 อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	
	ว 3.2 ม.6/11 อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ ผิวหน้าในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร	

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
		ว 3.2 ม.6/14 แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูล สารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
	มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม	
5	-	ว 4.2 ม.6/1 ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศในการนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และวิเคราะห์ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี สารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนิน ชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม
รวม 25 ตัวชี้วัด 14 ตัวชี้วัดระหว่างทาง 11 ตัวชี้วัดปลายทาง		

ส่วนที่ 2

โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา

โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนสาธิตวิทยา (2567-2569)					
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)					
กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน				
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น			ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	
	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4-5	ม.4-6
กลุ่มสาระการเรียนรู้				(วิทย-คณิต)	(ศิลป-ภาษา)
ภาษาไทย	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)	240 (6 นก.)
คณิตศาสตร์	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)	240 (6 นก.)
วิทยาศาสตร์	160 (4 นก.)	160 (4 นก.)	160 (4 นก.)	300 (7.5 นก.)	300 (7.5 นก.)
สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	160 (4 นก.)	160 (4 นก.)	160 (4 นก.)	320 (8 นก.)	320 (8 นก.)
<ul style="list-style-type: none"> - ประวัติศาสตร์ - ศาสนา ศีลธรรม จริยธรรม - เศรษฐศาสตร์ - ภูมิศาสตร์ - หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรม และการดำเนินชีวิตในสังคม 					
สุขศึกษาและพลศึกษา	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)
ศิลปะ	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)
การทำงานอาชีพ	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	60 (1.5 นก.)	60 (1.5 นก.)
ภาษาต่างประเทศ	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)	240 (6 นก.)
รวมเวลาเรียน (พื้นฐาน)	880 (22 นก.)	880 (22 นก.)	880 (22 นก.)	1,640 (41 นก.)	1,640 (41 นก.)
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	120	120	120	360	360
รายวิชา/กิจกรรมที่สถานศึกษาจัดเพิ่มเติมตามความพร้อมและจุดเน้น	200 (5 นก.)	200 (5 นก.)	280 (7 นก.)	1,760 (44 นก.)	1,600 (40 นก.)
				(ไม่น้อยกว่า 36 นก.)	(ไม่น้อยกว่า 36 นก.)
รวมเวลาเรียนทั้งหมด	1,200	1,200	1,280	3,760	3,600

โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนเสาชิงช้าวิทยา พุทธศักราช 2567
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 **แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ คณิต**

ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2			
รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.
ท31101	ภาษาไทย	1	40	ท31102	ภาษาไทย	1	40
ค31101	คณิตศาสตร์	1	40	ค31102	คณิตศาสตร์	1	40
ว30131	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 1	1	40	ว30132	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2	1	40
ว30103	การออกแบบและเทคโนโลยี	0.5	20	ว30104	วิทยาการคำนวณ 1	0.5	20
ส31107	สังคมศึกษา	1.5	60	ส31108	สังคมศึกษา	1.5	60
ส31103	ประวัติศาสตร์	0.5	20	ส31104	ประวัติศาสตร์	0.5	20
พ31101	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20	พ31102	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20
ศ31101	ศิลปะศึกษา	0.5	20	ศ31102	ศิลปะศึกษา	0.5	20
				ง31101	การงานอาชีพ	0.5	20
อ31101	ภาษาอังกฤษ	1	40	อ31102	ภาษาอังกฤษ	1	40
รวม		7.5	300	รวม		8.0	320
รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.
ส31201	หน้าที่พลเมือง	0.5	20	ส31202	หน้าที่พลเมือง	0.5	20
ค30211	คณิตศาสตร์ 1	1	40	ค30212	คณิตศาสตร์ 2	1	40
ว31204	ฟิสิกส์ 1	1.5	60	ว31205	ฟิสิกส์ 2	1.5	60
ว31224	เคมี 1	1.5	60	ว31225	เคมี 2	1.5	60
ว31244	ชีววิทยา 1	1.5	60	ว31245	ชีววิทยา 2	1.5	60
อ30201	ภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน 1	1	40	อ30202	ภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน 2	1	40
รวม		7	280	รวม		7	280
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.	กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.
กิจกรรมแนะแนว			20	กิจกรรมแนะแนว			20
กิจกรรมนักเรียน				กิจกรรมนักเรียน			
	ชุมนุม		20		ชุมนุม		20
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20	กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20
รวม			60	รวม			60
รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		14.5	640	รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		15.0	660
รวมทั้งหมดจำนวนชั่วโมง/ปี						1,300	

โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนสาธิตวิทยา พุทธศักราช 2567
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 **แผนการเรียน ศิลป์**

ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2			
รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.
ท31101	ภาษาไทย	1	40	ท31102	ภาษาไทย	1	40
ค31101	คณิตศาสตร์	1	40	ค31102	คณิตศาสตร์	1	40
ว30131	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 1	1	40	ว30132	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2	1	40
ว30103	การออกแบบและเทคโนโลยี	0.5	20	ว30104	วิทยาการคำนวณ 1	0.5	20
ส31107	สังคมศึกษา	1.5	60	ส31108	สังคมศึกษา	1.5	60
ส31103	ประวัติศาสตร์	0.5	20	ส31104	ประวัติศาสตร์	0.5	20
พ31101	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20	พ31102	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20
ศ31101	ศิลปศึกษา	0.5	20	ศ31102	ศิลปศึกษา	0.5	20
				ง31101	การงานอาชีพ	0.5	20
อ31101	ภาษาอังกฤษ	1	40	อ31102	ภาษาอังกฤษ	1	40
รวม		7.5	300	รวม		8.0	320
รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.
ส31201	หน้าที่พลเมือง	0.5	20	ส31202	หน้าที่พลเมือง	0.5	20
พ31201	เพศศึกษา 1	1	40	พ31202	เพศศึกษา 2	1	40
อ30201	ภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน 1	1	40	อ30202	ภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน 2	1	40
เลือกวิชาเพิ่มเติมอีก 4 หน่วยกิต		4	160	เลือกวิชาเพิ่มเติมอีก 4 หน่วยกิต		4	160
รวม		7.5	300	รวม		7.5	300
รวมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.	รวมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.
กิจกรรมแนะแนว			20	กิจกรรมแนะแนว			20
ชุมนุม			20	ชุมนุม			20
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20	กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20
รวม			60	รวม			60
รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		15.0	660	รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		15.5	680
รวมทั้งหมดจำนวนชั่วโมง/ปี						1,340	

โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนเสาววิทยา พุทธศักราช 2567
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 **แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ คณิต**

ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2			
รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.
ท32101	ภาษาไทย	1	40	ท32102	ภาษาไทย	1	40
ค32101	คณิตศาสตร์	1	40	ค32102	คณิตศาสตร์	1	40
ว30133	วิทยาศาสตร์กายภาพ 1	1	40	ว30134	วิทยาศาสตร์กายภาพ 2	1	40
				ว30105	วิทยาการคำนวณ 2	0.5	20
ส32107	สังคมศึกษา	1.5	60	ส32108	สังคมศึกษา	1.5	60
ส32103	ประวัติศาสตร์	0.5	20	ส32104	ประวัติศาสตร์	0.5	20
พ32101	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20	พ32102	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20
ศ32101	ศิลปะศึกษา	0.5	20	ศ32102	ศิลปะศึกษา	0.5	20
ง32101	การงานอาชีพ	0.5	20				
อ32101	ภาษาอังกฤษ	1	40	อ32102	ภาษาอังกฤษ	1	40
รวม		7.5	300	รวม		7.5	300
รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.
ส32201	หน้าที่พลเมือง	0.5	20	ส32202	หน้าที่พลเมือง	0.5	20
ค30213	คณิตศาสตร์ 3	1	40	ค30214	คณิตศาสตร์ 4	1	40
ว32206	ฟิสิกส์ 3	1.5	60	ว32207	ฟิสิกส์ 4	1.5	60
ว32226	เคมี 3	1.5	60	ว32227	เคมี 4	1.5	60
ว32246	ชีววิทยา 3	1.5	60	ว32247	ชีววิทยา 4	1.5	60
อ30203	ภาษาอังกฤษอ่านเขียน 1	1	40	อ30204	ภาษาอังกฤษอ่านเขียน 2	1	40
รวม		7	280	รวม		7	280
รวมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.	รวมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.
กิจกรรมแนะแนว			20	กิจกรรมแนะแนว			20
กิจกรรมนักเรียน				กิจกรรมนักเรียน			
	ชุมนุม		20		ชุมนุม		20
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20	กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20
รวม			60	รวม			60
หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		14.5	640	หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		14.5	640
รวมทั้งหมดจำนวนชั่วโมง/ปี						1,280	

โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนสาธิตวิทยา พุทธศักราช 2567
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 **แผนการเรียน ศิลป์**

ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2			
รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.
ท32101	ภาษาไทย	1	40	ท32102	ภาษาไทย	1	40
ค32101	คณิตศาสตร์	1	40	ค32102	คณิตศาสตร์	1	40
ว30133	วิทยาศาสตร์กายภาพ 1	1	40	ว30134	วิทยาศาสตร์กายภาพ 2	1	40
				ว30105	วิทยาการคำนวณ 2	0.5	20
ส32107	สังคมศึกษา	1.5	60	ส32108	สังคมศึกษา	1.5	60
ส32103	ประวัติศาสตร์	0.5	20	ส32104	ประวัติศาสตร์	0.5	20
พ32101	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20	พ32102	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20
ศ32101	ศิลปะศึกษา	0.5	20	ศ32102	ศิลปะศึกษา	0.5	20
ง32101	การงานอาชีพ	0.5	20				
อ32101	ภาษาอังกฤษ	1	40	อ32102	ภาษาอังกฤษ	1	40
รวม		7.5	300	รวม		7.5	300
รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.
ส32201	หน้าที่พลเมือง	0.5	20	ส32202	หน้าที่พลเมือง	0.5	20
ศ30203	ประดิษฐากรรม 1	1	40	ศ30204	ประดิษฐากรรม 2	1	40
อ30203	ภาษาอังกฤษอ่านเขียน 1	1	40	อ30204	ภาษาอังกฤษอ่านเขียน 2	1	40
เลือกวิชาเพิ่มเติมอีก 4 หน่วยกิต		4	160	เลือกวิชาเพิ่มเติมอีก 4 หน่วยกิต		4	160
รวม		6.5	260	รวม		6.5	260
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.	กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.
กิจกรรมแนะแนว			20	กิจกรรมแนะแนว			20
กิจกรรมนักเรียน				กิจกรรมนักเรียน			
	ชุมนุม		20		ชุมนุม		20
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20	กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20
รวม			60	รวม			60
รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		14.0	620	รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		14.0	620
เดจจำนวนชั่วโมง/ปี						1,240	

โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนเสาชิงช้า พุทธศักราช 2567
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1

แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ คณิต

ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2			
รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	น.ก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	น.ก.	ชม.
ท33101	ภาษาไทย	1	40	ท33102	ภาษาไทย	1	40
ค33101	คณิตศาสตร์	1	40	ค33102	คณิตศาสตร์	1	40
ว30135	วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ 1	1	40	ว30136	วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ 2	1	40
พ33101	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20	พ33102	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20
ศ33101	ศิลปะศึกษา	0.5	20	ศ33102	ศิลปะศึกษา	0.5	20
ง33101	การงานอาชีพ	0.5	20				
อ33101	ภาษาอังกฤษ	1	40	อ33102	ภาษาอังกฤษ	1	40
รวม		5.5	220	รวม		5.0	200
รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	น.ก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	น.ก.	ชม.
ค30215	คณิตศาสตร์ 5	1	40	ค30216	คณิตศาสตร์ 6	1	40
ว33208	ฟิสิกส์ 5	1.5	60	ว33209	ฟิสิกส์ 6	1.5	60
ว33228	เคมี 5	1.5	60	ว33229	เคมี 6	1.5	60
ว33248	ชีววิทยา 5	1.5	60	ว33249	ชีววิทยา 6	1.5	60
				ว30249	คอมพิวเตอร์เพื่องานนำเสนอ	1	40
อ30205	ภาษาอังกฤษรอบรู้ 1	1	40	อ30206	ภาษาอังกฤษรอบรู้ 2	1	40
อ33201	IS1 การศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้	1	40	อ33202	IS2 การสื่อสารและการนำเสนอ	1	40
รวม		7.5	300	รวม		8.5	340
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		น.ก.	ชม.	กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		น.ก.	ชม.
กิจกรรมแนะแนว			20	กิจกรรมแนะแนว			20
กิจกรรมนักเรียน				กิจกรรมนักเรียน			
	ชุมนุม		20		ชุมนุม		20
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20	IS3 การนำองค์ความรู้ไปให้บริการสังคม			20
รวม			60	รวม			60
รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		13.0	400	รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		13.5	440
รวมทั้งหมดจำนวนชั่วโมง/ปี						840	

โครงสร้างหลักสูตรโรงเรียนสาธิตวิทยา พุทธจักรราช 2567
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธจักรราช 2551 (ปรับปรุง 2560)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 **แผนการเรียน ศิลป์**

ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2			
รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาพื้นฐาน	นก.	ชม.
ท33101	ภาษาไทย	1	40	ท33102	ภาษาไทย	1	40
ค33101	คณิตศาสตร์	1	40	ค33102	คณิตศาสตร์	1	40
ว30135	วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ 1	1	40	ว30136	วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ 2	1	40
พ33101	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20	พ33102	สุขศึกษาและพลศึกษา	0.5	20
ศ33101	ศิลปศึกษา	0.5	20	ศ33102	ศิลปศึกษา	0.5	20
ง33101	การงานอาชีพ	0.5	20				
อ33101	ภาษาอังกฤษ	1	40	อ33102	ภาษาอังกฤษ	1	40
รวม		5.5	220	รวม		5.0	200
รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.	รหัสวิชา	รายวิชาเพิ่มเติม	นก.	ชม.
อ30205	ภาษาอังกฤษรอบรู้ 1	1	40	ว30249	คอมพิวเตอร์เพื่อนำเสนอ	1	40
อ33201	IS1การศึกษาทัศนศิลป์และสรีระองค์ความรู้	1	40	อ30206	ภาษาอังกฤษรอบรู้ 2	1	40
				อ33202	IS2การสื่อสารและการนำเสนอ	1	40
เลือกวิชาเพิ่มเติมอีก 5 หน่วยกิต		5	200	เลือกวิชาเพิ่มเติมอีก 4 หน่วยกิต		4	160
รวม		7	280	รวม		7	280
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.	กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		นก.	ชม.
กิจกรรมแนะแนว			20	กิจกรรมแนะแนว			20
กิจกรรมนักเรียน				กิจกรรมนักเรียน			
	ชุมนุม		20		ชุมนุม		20
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์			20	IS3 การนำองค์ความรู้ไปใช้บริการสังคม			20
รวม			60	รวม			60
รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		12.5	560	รวมจำนวน/หน่วยกิต/ชั่วโมง/ภาค		12.0	540
รวมทั้งหมดจำนวนชั่วโมง/ปี						1,100	

ส่วนที่ 3

โครงการจัดการเรียนรู้

รายวิชาพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ลำดับที่	รหัสวิชา/ รายวิชา	ระดับชั้น	ภาคเรียน	หน่วยกิต	ชั่วโมง/ สัปดาห์
1	ว30131/วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 1	ม.4	1	1.0	2
2	ว30132/วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2	ม.4	2	1.0	2
3	ว30103/การออกแบบและเทคโนโลยี	ม.4	1	0.5	1
4	ว30104/วิทยาการคำนวณ 1	ม.4	2	0.5	1
5	ว30133/วิทยาศาสตร์กายภาพ 1	ม.5	1	1.0	2
6	ว30134/วิทยาศาสตร์กายภาพ 2	ม.5	2	1.0	2
7	ว30105/วิทยาการคำนวณ 2	ม.5	2	0.5	1
8	ว30135/วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ 1	ม.6	1	1.0	2
9	ว30136/วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ 2	ม.6	2	1.0	2

รายวิชาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ลำดับที่	รหัสวิชา/ รายวิชา	ระดับชั้น	ภาคเรียน	หน่วยกิต	ชั่วโมง/ สัปดาห์
1	ว31204/ฟิสิกส์ 1	ม.4	1	1.5	3
4	ว31205/ฟิสิกส์ 2	ม.4	2	1.5	3
2	ว31224/เคมี 1	ม.4	1	1.5	3
5	ว31225/เคมี 2	ม.4	2	1.5	3
3	ว31244/ชีววิทยา 1	ม.4	1	1.5	3
6	ว31245/ชีววิทยา 2	ม.4	2	1.5	3
7	ว30244/ยากับชีวิต	ม.4	1	1.0	2
8	ว30245/คอมพิวเตอร์สำหรับงานเอกสาร	ม.4	2	1.0	2
9	ว32206/ฟิสิกส์ 3	ม.5	1	1.5	3
12	ว31207/ฟิสิกส์ 4	ม.5	2	1.5	3
10	ว32226/เคมี 3	ม.5	1	1.5	3
13	ว31227/เคมี 4	ม.5	2	1.5	3
11	ว32246/ชีววิทยา 3	ม.5	1	1.5	3
14	ว31247/ชีววิทยา 4	ม.5	2	1.5	3
15	ว30246/คอมพิวเตอร์กราฟิก	ม.5	1	1.0	2
16	ว30247/ดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ	ม.5	2	1.0	2
17	ว33208/ฟิสิกส์ 5	ม.6	1	1.5	3
20	ว31209/ฟิสิกส์ 6	ม.6	2	1.5	3
18	ว33228/เคมี 5	ม.6	1	1.5	3
21	ว31229/เคมี 6	ม.6	2	1.5	3
19	ว33248/ชีววิทยา 5	ม.6	1	1.5	3
22	ว31249/ชีววิทยา 6	ม.6	2	1.5	3
23	ว30248/สมุทรศาสตร์	ม.6	1	1.0	2
24	ว30249/คอมพิวเตอร์เพื่องานนำเสนอ	ม.6	2	1.0	2

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 1 รหัสวิชา ว30131 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของ ไบโอม และไบโอมชนิดต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม โครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ การควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต การควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง การตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย โรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) สืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปราย ยกตัวอย่าง นำเสนอ เปรียบเทียบ เขียนแผนผัง ทดสอบ บอก ออกแบบการทดลอง ทดลอง และสังเกต

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ตระหนักในคุณค่าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต กับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน...4...ข้อ

1. ว 1.1 ม.4/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของ สภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความ หลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่าง ไบโอมชนิดต่าง ๆ
2. ว 1.1 ม.4/2 สืบค้น ข้อมูล อภิปราย สาเหตุ และ ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของ ระบบนิเวศ
3. ว 1.1 ม.4/3 สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่าง เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ ทางกายภาพ และทางชีวภาพที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิต ในระบบนิเวศ
4. ว 1.1 ม.4/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทาง ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การ แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน...6...ข้อ

5. ว 1.2 ม. 4/1 อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้ม เซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และ เปรียบเทียบ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้ม เซลล์แบบต่าง ๆ
6. ว 1.2 ม.4/2 อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและ สารในเลือด โดยการทำงานของไต
7. ว 1.2 ม. 4/3 อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบส ของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด
8. ว 1.2 ม.4/4 อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิ ภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง
9. ว1.2 ม.4/5 อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการ ตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะ ต่อสิ่งแปลกปลอมของ ร่างกาย
10. ว1.2 ม.4/6 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรค หรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกัน
11. ว1.2 ม.4/7 อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุ มาจากการติดเชื้อ HIV

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ระบบนิเวศ	ว 1.1 ม.4/1 ม. 4/2 ม.4/3	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	10	20
2	มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ว 1.1 ม.4/4	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	8	10
	สอบกลางภาค	ว 1.1 ม.4/1 ม. 4/2 ม.4/3 ม. 4/4	ทำแบบทดสอบ	2	20
3	การลำเลียงสารเข้า และออก จากเซลล์	ว 1.2 ม.4/1	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	5	10
4	การรักษาคุณภาพของน้ำและ สารในร่างกาย	ว 1.2 ม.4/2	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	5
5	การรักษาคุณภาพของกรด- เบส ของเลือด	ว 1.2 ม.4/3	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	5
6	การรักษาคุณภาพของ อุณหภูมิในร่างกาย	ว 1.2 ม.4/4	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	5
7	ระบบภูมิคุ้มกัน	ว 1.2 ม.4/5 ม. 4/6 ม.4/7	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
	สอบปลายภาค	ว 1.2 ม.4/1- ม.4/7	ทำแบบทดสอบ	2	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้อื่น	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-5	ระบบนิเวศ	ว 1.1 ม.4/1 ม.4/2 ม.4/3	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	10
6-9	มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ว 1.1 ม.4/4	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	8
11-13	การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์	ว 1.2 ม.4/1	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	5
13-14	การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย	ว 1.2 ม.4/2	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	3
15-16	การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ของเลือด	ว 1.2 ม.4/3	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	3
16-17	การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย	ว 1.2 ม.4/4	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	3
18-19	ระบบภูมิคุ้มกัน	ว 1.2 ม.4/5 ม.4/6 ม.4/7	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	4

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2 รหัสวิชา ว30132 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ ชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ การใช้ประโยชน์จากสารต่างๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น การนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต กระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน การเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ประโยชน์ของเทคโนโลยีทางชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน...5...ข้อ

- 1.ว1.2 ม.4/8 ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืช สังเคราะห์ได้
- 2.ว1.2 ม.4/9 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่าง เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น
- 3.ว1.2 ม.4/10 ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- 4.ว1.2 ม.4/11 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการ เจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นและยกตัวอย่าง การนำมาประยุกต์ใช้ ทางด้านการเกษตรของพืช
- 5.ว1.2 ม.4/12 สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืช ต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน...6...ข้อ

- 1.ว1.3 ม.4/1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม
- 2.ว1.3 ม.4/3 อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต
- 3.ว1.3 ม.4/2 อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล
- 4.ว1.3 ม.4/4 สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์
- 5.ว1.3 ม.4/5 สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
- 6.ว1.3 ม.4/6 สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	สารอินทรีย์ในพืช	ว 1.2 ม.4/8 ม.4/9	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
2	ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	ว 1.2 ม.4/10 ม.4/11	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	5	10
3	การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า	ว 1.2 ม.4/12	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
4	<u>การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม</u>	ว 1.3 ม.4/1	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	5	10
	สอบกลางภาค	ว 1.2 ม.4/8-12 ว 1.3 ม.4/1	ทำแบบทดสอบ	2	20
5	<u>ยีนกับการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม</u>	ว 1.3 ม.4/2	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	10
6	<u>การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม</u>	ว 1.3 ม.4/4	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
7	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ว 1.3 ม.4/5	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
8	<u>วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต</u>	ว 1.3 ม.4/6	- รายงานวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	4	10
	สอบปลายภาค	ว 1.3 ม.4/2 ม.4/5 ม.4/6	ทำแบบทดสอบ	2	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม/ กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-2	สารอินทรีย์ในพืช	ว 1.2 ม.4/8 ม.4/9	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es)	4
3-5	ปัจจัยบางประการที่มีผล ต่อการเจริญเติบโตของพืช	ว 1.2 ม.4/10 ม.4/11	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es)	5
5-6	การตอบสนองของพืชต่อ สิ่งเร้า	ว 1.2 ม.4/12	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es)	4
7-9	<u>การถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม</u>	ว 1.3 ม.4/1	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es)	5
11-13	<u>ยีนกับการควบคุมลักษณะ ทางพันธุกรรม</u>	ว 1.3 ม.4/2	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es)	6
14-5	<u>การเปลี่ยนแปลงทาง พันธุกรรม</u>	ว 1.3 ม.4/4	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es)	4
16-17	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ว 1.3 ม.4/5	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es)	4
18-19	<u>วิวัฒนาการและความ หลากหลายของสิ่งมีชีวิต</u>	ว 1.3 ม.4/6	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es)	4

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี รหัสวิชา ว30103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 0.5 หน่วยกิต 1 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี ศึกษาการระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา ศึกษาการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นไปได้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไกไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) และการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project – based Learning) เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะการคิด เฝิชินฐานการ ณ์การแก้ปัญหาวางแผนการเรียนรู้ และนำเสนอผ่านการทำกิจกรรมโครงงาน

เพื่อให้เกิดทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการวิเคราะห์ปัญหา นำไปสู่การสร้างต้นแบบ ตลอดจนสามารถนำกระบวนการเทคโนโลยี สร้างเทคโนโลยี วิธีการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำรงชีวิต รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา ตลอดจนนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต จนสามารถพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ และเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน...4...ข้อ

ว 4.1 ม.4/1 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ตั้งแต่ กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่ทำงาน จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

ว 4.1 ม.4/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้าน ทรัพยากรสินทาง ปัญญา

ว 4.1 ม.4/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น ภายใต เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ ซอฟต์แวร์ ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงาน และดำเนินการแก้ปัญหา

ว 4.1 ม.4/4 ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์ และให้เหตุผล ของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้ กรอบ เงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอ แนวทางการพัฒนาต่อยอด

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน...2....ข้อ

ว 4.1 ม.4/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และ เทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

ว 4.1 ม.5/1 ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	เทคโนโลยีน่ารู้	ว 4.1 ม.4/1	ใบงานที่ 1.1 เรื่องระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน ใบงานที่ 1.2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ใบงานที่ 1.3 เรื่องผลกระทบของเทคโนโลยี	3	10
2	ความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้าน	ว 4.1 ม.4/2 ว 4.1 ม.4/3 ว 4.1 ม.4/4	ใบงานที่ 2.1 เรื่องวัสดุและเครื่องมือพื้นฐาน ใบงานที่ 2.2 เรื่องกลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ใบงานที่ 2.3 เรื่องช่วยคุณสมภารหาจุดคุ้มทุน	6	20
	สอบกลางภาค	ว 4.1 ม.4/5	แบบทดสอบวัดผลกลางภาค	1	20
3	กระบวนการออกแบบ	ว 4.1 ม.4/2 ว 4.1 ม.4/3 ว 4.1 ม.4/4	ใบงานที่ 3.1 เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใบงานที่ 3.2 เรื่องกรณีศึกษาการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	9	30
	สอบปลายภาค	ว 4.1 ม.4/5 ว 4.1 ม.5/1	แบบทดสอบวัดผลปลายภาค	1	20
				20	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับที่/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-6	1. เทคโนโลยีขั้นสูง -ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน -การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี -ผลกระทบของเทคโนโลยี	ว 4.1 ม.4/1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	3
7-16	2. ความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้าน -วัสดุและเครื่องมือพื้นฐาน -กลไกไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์	ว 4.1 ม.4/5 ว 4.1 ม.4/6	-แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem -based Learning) -แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	6
17-20	3. กระบวนการออกแบบ -กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม -กรณีศึกษาการแก้ปัญหาตาม กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม	ว 4.1 ม.4/2 ว 4.1 ม.4/3 ว 4.1 ม.4/4	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model) แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project - based Learning)	9

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา วิทยาการคำนวณ 1 รหัสวิชา ว30104 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 0.5 หน่วยกิต 1 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการ การพัฒนาโครงการทางด้านเทคโนโลยี การนำแนวคิดเชิงคำนวณพัฒนาโครงการที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ตลอดจนใช้ในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) และการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน (Project – based Learning) เพื่อเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะการคิด เผชิญสถานการณ์การแก้ปัญหาวางแผนการเรียนรู้ ตรวจสอบการเรียนรู้ และนำเสนอผ่านการทำกิจกรรมโครงการ เพื่อให้เกิดทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการวิเคราะห์ที่โจทย์ปัญหา จนสามารถนำเอาแนวคิดเชิงคำนวณมาประยุกต์ใช้ ในการสร้างโครงการได้

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัยมีจริยธรรม ตลอดจนนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต จนสามารถพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ และเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน...-....ข้อ

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน...1....ข้อ

ว 4.2 ม.4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่น อย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	แนวคิดเชิงคำนวณ	ว 4.2 ม.4/1	ใบงานที่ 1 เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ	2	5
			ใบงานที่ 2 เรื่อง การหารูปแบบและการคิดเชิงคำนวณ	2	5
2	การแก้ปัญหาและขั้นตอนวิธี	ว 4.2 ม.4/1	ใบงานที่ 3 เรื่อง การแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์	2	5
			ใบงานที่ 4 เรื่อง การออกแบบขั้นตอนวิธี	2	10
			ใบงานที่ 5 เรื่อง การจัดเรียงข้อมูล	1	5
	สอบกลางภาค	ว 4.2 ม.4/1	ทำแบบทดสอบ	1	20
3	การพัฒนาโครงงาน	ว 4.2 ม.4/1	ใบงานที่ 6 เรื่อง โครงงานสร้างสรรค์	2	5
			ใบงานที่ 7 เรื่อง วางแผนและออกแบบโครงงาน	2	5
			ใบงานที่ 8 เรื่อง การพัฒนาโครงงาน	2	5
			ใบงานที่ 9 เรื่อง รายงานโครงงาน	2	10
			ใบงานที่ 10 เรื่อง นำเสนอโครงงาน	1	5
	สอบปลายภาค	ว 4.2 ม.4/1	ทำแบบทดสอบ	1	20
			รวม	20	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-3	1. แนวคิดเชิงคำนวณ - แนวคิดเชิงคำนวณ - การแยกส่วนประกอบ และการย่อยปัญหา - การหารูปแบบและการคิดเชิงนามธรรม	ว 4.2 ม.4/1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
4-8	2. การแก้ปัญหาและขั้นตอนวิธี - การแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ - การออกแบบขั้นตอนวิธี - การจัดเรียงข้อมูล - การค้นหาข้อมูล	ว 4.2 ม.4/1	-แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	5
9-18	3. การพัฒนาโครงงาน - โครงงานสร้างสรรค์ - การวางแผนและออกแบบโครงงาน - การพัฒนาโครงงาน - รายงานโครงงาน - นำเสนอโครงงาน	ว 4.2 ม.4/1	-แบบใช้โครงงานเป็นฐาน -อภิปลาย	9
1-3	1. แนวคิดเชิงคำนวณ - แนวคิดเชิงคำนวณ - การแยกส่วนประกอบ และการย่อยปัญหา - การหารูปแบบและการคิดเชิงนามธรรม	ว 4.2 ม.4/1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 รหัสวิชา ว30133 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ ศึกษา ธาตุ สารประกอบ บอกความแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออน เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ระบุหมู่และคาบของธาตุและระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ สมบัติการนำไฟฟ้า ระบุพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก การละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว สารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัว เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ สมบัติความเป็นกรด-เบส จากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ โครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยารีดอกซ์ สารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย และการสรุปผล

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน...20...ข้อ

- ว 2.1 ม 5/1 ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี
- ว 2.1 ม 5/2 เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
- ว 2.1 ม 5/3 ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว
- ว 2.1 ม 5/4 เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป
- ว 2.1 ม 5/5 ระบุหมู่และคาบของธาตุและระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ
- ว 2.1 ม 5/6 เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ
- ว 2.1 ม 5/8 ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง
- ว 2.1 ม 5/9 ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม
- ว 2.1 ม 5/10 ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง

- ว 2.1 ม 5/12 เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก
- ว 2.1 ม 5/14 ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง
- ว 2.1 ม 5/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น
- ว 2.1 ม 5/16 ระบุสมบัติความเป็น กรด-เบส จากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์
- ว 2.1 ม 5/17 อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร
- ว 2.1 ม 5/18 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์
- ว 2.1 ม 5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี
- ว 2.1 ม 5/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิและตัวเร่ง ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ว 2.1 ม 5/23 อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์
- ว 2.1 ม 5/24 อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี
- ว 2.1 ม 5/25 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน...5....ข้อ

- ว 2.1 ม 5/7 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน
- ว 2.1 ม 5/11 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน
- ว 2.1 ม 5/13 ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์
- ว 2.1 ม 5/19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข
- ว 2.1 ม 5/22 สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	อากาศ	ว 2.1 ม 5/1 ม 5/2 ม 5/3 ม 5/4 ม 5/5 ม 5/6	-ทดสอบก่อน-หลังเรียน -แบบฝึกหัด -ผังมโนทัศน์ -ใบงาน	10	(18) 6 3 9
2	น้ำ	ว 2.1 ม 5/8 ม 5/9 ม 5/10 ม 5/12 ม 5/14	-ทดสอบก่อน-หลังเรียน -แบบฝึกหัด -ผังมโนทัศน์ -ใบงาน	8	(12) 3 3 6
	สอบกลางภาค	ว 2.1 ม 5/7 ม 5/11 ม 5/13	ทำแบบทดสอบ	2	20
3	อาหาร	ว 2.1 ม 5/15 ม 5/16 ม 5/17 ม 5/18	-ทดสอบก่อน-หลังเรียน -แบบฝึกหัด -ผังมโนทัศน์ -ใบงาน	9	(15) 5 3 7
4	พลังงาน	ว 2.1 ม 5/20 ม 5/21 ม 5/23 ม 5/24 ม 5/25	-ทดสอบก่อน-หลังเรียน -แบบฝึกหัด -ผังมโนทัศน์ -ใบงาน	9	(15) 5 3 7
	สอบปลายภาค	ว 2.1 ม 5/19 ม 5/22 ว 4.1 ม 5/1 ว 4.2 ม 5/1	ทำแบบทดสอบ	2	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 60 : 30 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-6 (1-5)	อากาศ	ว 2.1 ม 5/1 ม 5/2 ม 5/3 ม 5/4 ม 5/5 ม 5/6	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	10
7-9 (6-10)	น้ำ	ว 2.1 ม 5/8 ม 5/9 ม 5/10 ม 5/12 ม 5/14	สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	8
10	สอบกลางภาค	ว 2.1 ม 5/7 ม 5/11 ม 5/13	ทำแบบทดสอบ	2
11-13 (11-14)	อาหาร	ว 2.1 ม 5/15 ม 5/16 ม 5/17 ม 5/18	สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	9
14-19 (15-20)	พลังงาน	ว 2.1 ม 5/20 ม 5/21 ม 5/23 ม 5/24 ม 5/25	สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	9
20	สอบปลายภาค	ว 2.1 ม 5/19 ม 5/22 ว 4.1 ม 5/1 ว 4.2 ม 5/1	ทำแบบทดสอบ	2

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 รหัสวิชา ว30134 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ และแปลความหมายของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่ง ลักษณะของแรง การหาแรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมและปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง การประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการเคลื่อนที่ของรถบนถนนโค้ง การแกว่งของวัตถุติดปลายเชือก การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง แรงโน้มถ่วงและสนามโน้มถ่วง การเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงของโลก ประโยชน์จากสนามโน้มถ่วง แรงไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า ผลของสนามไฟฟ้าต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ประโยชน์จากสนามไฟฟ้า แรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก ผลของสนามแม่เหล็กต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า ประโยชน์จากสนามแม่เหล็ก แรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม แรงนิวเคลียร์อย่างอ่อน พลังงานในชีวิตประจำวัน พลังงานทดแทนประเภทสันเป็ลือง พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานนิวเคลียร์ฟิชชัน พลังงานนิวเคลียร์ฟิวชัน เทคโนโลยีด้านพลังงาน คลื่นกล ส่วนประกอบของคลื่นกล อัตราเร็ว ของคลื่น สมบัติของคลื่น เสียง สมบัติของเสียง ระดับเสียง ความเข้มเสียง หูกับการได้ยิน บิด ดอปเพลอร์ ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง การนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ประโยชน์ แสง ตากับการมองเห็น การผสมแสงสี การผสมสารสี และการใช้ประโยชน์ การבודสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสาร ข้อมูล สัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิทัล

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย และการสรุปผล

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ เสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน... 14... ข้อ

- ว 2.2 ม.5/1 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบายความเร็วของวัตถุ
- ว 2.2 ม.5/2 สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ โดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์
- ว 2.2 ม.5/3 สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ และมวลของวัตถุ
- ว 2.2 ม.5/4 สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ
- ว 2.2 ม.5/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก
- ว 2.2 ม.5/7 สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า
- ว 2.2 ม.5/10 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงซึมและแรงอ่อน
- ว 2.3 ม.5/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพัทธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน
- ว 2.3 ม.5/3 สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น
- ว 2.3 ม.5/4 สังเกตและอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง
- ว 2.3 ม.5/5 สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง
- ว 2.3 ม.5/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียง ที่มีต่อการได้ยินเสียง
- ว 2.3 ม.5/7 สังเกตและอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง
- ว 2.3 ม.5/9 สังเกตและอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน... 7... ข้อ

- ว 2.2 ม.5/5 สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรงการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น
- ว 2.2 ม.5/8 สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์
- ว 2.2 ม.5/9 สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- ว 2.3 ม.5/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย
- ว 2.3 ม.5/8 สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
- ว 2.3 ม.5/10 สังเกตและอธิบายการทำงานของ แผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
- ว 2.3 ม.5/11 สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บาง ชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	แรงและการเคลื่อนที่	ว 2.2 ม.5/1-4 ว 4/1 ม.5/1 ว 4/2 ม.5/1	-ทดสอบก่อน-หลังเรียน -แบบฝึกหัด -ผังมโนทัศน์ -ใบงาน	10	(18) 6 3 9
2	แรงในธรรมชาติ	ว 2.2 ม.5/6-7 ม.5/10 ว 4/1 ม.5/1 ว 4/2 ม.5/1	-ทดสอบก่อน-หลังเรียน -แบบฝึกหัด -ผังมโนทัศน์ -ใบงาน	8	(12) 3 3 6
	สอบกลางภาค	ว 2.2 ม.5/5 ม.5/8-9	ทำแบบทดสอบ	2	20
3	พลังงาน	ว 2.3 ม.5/1 ว 4/1 ม.5/1 ว 4/2 ม.5/1	-ทดสอบก่อน-หลังเรียน -แบบฝึกหัด -ผังมโนทัศน์ -ใบงาน	4	(10) 3 2 6
4	คลื่น เสียง แสงคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า	ว 2.3 ม.5/3-7 ม.5/9 ม. 5/12 ว 4/1 ม.5/1 ว 4/2 ม.5/1	-ทดสอบก่อน-หลังเรียน -แบบฝึกหัด -ผังมโนทัศน์ -ใบงาน	14	(20) 5 3 12
	สอบปลายภาค	ว 2.3 ม.5/2 ม.5/8 ม. 5/10 ม.5/11	ทำแบบทดสอบ	2	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 60 : 30 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/ แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการ เรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-6 (1-5)	แรงและการเคลื่อนที่	ว 2.2 ม.5/1-4 ว 4/1 ม.5/1 ว 4/2 ม.5/1	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	10
7-9 (6-10)	แรงในธรรมชาติ	ว 2.2 ม.5/6 -7 ม.5/10 ว 4/1 ม.5/1 ว 4/2 ม.5/1	สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	8
10	สอบกลางภาค	ว 2.2 ม.5/5 ม.5/8 -9	ทำแบบทดสอบ	2
11-13(11-13)	พลังงาน	ว2.3 ม5/1 ว 4/1 ม.5/1 ว 4/2 ม.5/1	สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	4
14-19(14-18)	คลื่น เสียง แสง	ว 2.3 ม.5/3 -7 ม.5/9 ม.5/12 ว 4/1 ม.5/1 ว 4/2 ม.5/1	สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	14
20	สอบปลายภาค	ว 2.3 ม.5/2 ม.5/8 ม.5/10 ม.5/11	ทำแบบทดสอบ	2

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา วิทยาการคำนวณ 2 รหัสวิชา ว30105 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 0.5 หน่วยกิต 1 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล และเทคโนโลยีสารสนเทศกับการดำเนินชีวิต เทคโนโลยีการจัดการข้อมูล ข้อมูล ฐานข้อมูล คลังข้อมูล การทำเหมืองข้อมูล ประมวลผลข้อมูล วิทยาการข้อมูล ข้อมูลขนาดใหญ่ การวิเคราะห์ข้อมูล วิทยาการข้อมูล

โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) และการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) เพื่อเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะการคิด เผชิญสถานการณ์การแก้ปัญหา วางแผนการเรียนรู้ ตรวจสอบการเรียนรู้ และนำเสนอผ่านการทำกิจกรรมโครงงาน เพื่อให้เกิดทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา จนสามารถนำเอาแนวคิดเชิงคำนวณมาประยุกต์ใช้ในการสร้างโครงงานได้

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม ตลอดจนนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต จนสามารถพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ และเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา ที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน...-...ข้อ

-

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน...1....ข้อ

ว 4.2 ม.5/1 รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหา หรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ข้อมูลมีคุณค่า	ว 4.2 ม.5/1	ใบงานที่ 1 เรื่อง ข้อมูลเปลี่ยนมุมมอง	2	5
			ใบงานที่ 2 เรื่อง โครงงานวิทยาการ ข้อมูลของฉัน	2	5
2	การเก็บรวบรวมและสำรวจ ข้อมูล	ว 4.2 ม.5/1	ใบงานที่ 3 เรื่อง ข้อมูลตอบโต้	2	5
			ใบงานที่ 4 เรื่อง ผู้จัดการข้อมูล	2	10
			ใบงานที่ 5 เรื่อง นักสำรวจ	1	5
	สอบกลางภาค	ว 4.2 ม.5/1	ทำแบบทดสอบ	1	20
3	การวิเคราะห์ข้อมูล	ว 4.2 ม.5/1	ใบงานที่ 6 เรื่อง ข้อมูลนี้มีอะไร	1	2
			ใบงานที่ 7 เรื่อง ผลทำนายใครแม่นยำ	1	3
			ใบงานที่ 8 เรื่อง ใครแม่นยำกว่ากัน	2	5
4	การทำข้อมูลให้เป็นภาพ และ การสื่อสารด้วยข้อมูล	ว 4.2 ม.5/1	ใบงานที่ 9 เรื่อง นำเสนออย่างมืออาชีพ	5	10
			ใบงานที่ 10 เรื่อง ร้อยเรียงเรื่องราวสู่ สังคม นำเสนอโครงการวิทยาการข้อมูล	5	10
	สอบปลายภาค	ว 4.2 ม.5/1	ทำแบบทดสอบ	1	20

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-4	1. ข้อมูลมีคุณค่า - ยุคของข้อมูลและสารสนเทศ - วิทยาการข้อมูล - กระบวนการวิทยาการข้อมูล - แนวคิดเชิงออกแบบสำหรับวิทยาการข้อมูล	ว 4.2 ม.5/1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
5-9	2. การเก็บรวบรวมและสำรวจข้อมูล - การเก็บรวบรวมข้อมูล - การเตรียม ข้อมูล - การสำรวจข้อมูล - ข้อมูลส่วนบุคคล	ว 4.2 ม.5/1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	5
10-13	3. การวิเคราะห์ข้อมูล - การวิเคราะห์เชิงพรรณนา - การวิเคราะห์เชิงทำนาย	ว 4.2 ม.5/1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
14-18	4. การทำข้อมูลให้เป็นภาพ และการสื่อสารด้วยข้อมูล - การสื่อสารด้วยข้อมูล - การทำข้อมูลให้เป็นภาพ - การทำข้อมูลให้เป็นภาพอย่างเหมาะสม - การเล่าเรื่องราวจากข้อมูล - ข้อควรระวังในการนำเสนอข้อมูล	ว 4.2 ม.5/1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	5

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ 1 รหัสวิชา ว30135 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศและนำเสนอแนวคิด การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือในอนาคต การกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงานสสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลา ต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทาง ของกาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะพร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิขนาดจากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ ลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์ การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ และการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต โครงสร้างของดวงอาทิตย์การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และสืบค้น ข้อมูล วิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้ง ประเทศไทย ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์สุริยะ การสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้

โดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล บันทึก จัดกลุ่มข้อมูลและการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มี ความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน...6...ข้อ

ว 3.1 ม.6/2 อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับ ระยะทางของ กาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ

ว 3.1 ม.6/3 อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของ ระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก

ว 3.1 ม.6/4 อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์

ว 3.1 ม.6/5 ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์

ว 3.1 ม.6/6 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์

ว 3.1 ม.6/8 อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะ ของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน...5...ข้อ

ว 3.1 ม.6/1 อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่างๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ

ว 3.1 ม.6/7 อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติ บางประการของดาวฤกษ์

ว 3.1 ม.6/9 อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ แวะสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ น าเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้ง ประเทศไทย

ว 3.1 ม.6/10 สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่น ต่างๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวความคิด การความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมา ประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันหรือในอนาคต

ว 4.2 ม.6/1 ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศในการนำเสนอและ แบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และ วิเคราะห์ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี สารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนิน ชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	เอกภพและกาแล็กซี	ว3.1 ม6/2 ม6/3	-สืบค้น ข้อมูล -รายงาน หน้าชั้นเรียน -กิจกรรมการทดลอง -ทำใบงาน	10	20
2	ดาวฤกษ์	ว3.1 ม6/6	-สืบค้น ข้อมูล -รายงาน หน้าชั้นเรียน -กิจกรรมการทดลอง -ทำใบงาน	10	10
	สอบกลางภาค	ว3.1 ม6/1 ,6/7	ทำแบบทดสอบ	1	20
3	ระบบสุริยะ	ว3.1ม6/8	-สืบค้น ข้อมูล -รายงาน หน้าชั้นเรียน -กิจกรรมการทดลอง -ทำใบงาน	10	15
4	เทคโนโลยีอวกาศ	ว3.1 ม6/10	-สืบค้น ข้อมูล -รายงาน หน้าชั้นเรียน -กิจกรรมการทดลอง -ทำใบงาน	8	15
	สอบปลายภาค	ว3.1,6/9 ,6/10	ทำแบบทดสอบ	1	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 40 : 50 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-3	หน่วยที่ 1 เอกภพและกาแล็กซี	ว3.1 ม6/2 ม 6/3	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	10
4-7	หน่วยที่ 2 ดาวฤกษ์	ว3.1 ม6/6	-แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	10
8-11	หน่วยที่ 3 ระบบสุริยะ	ว3.1 ม6/8	-แบบใช้โครงงานเป็นฐาน -อภิปราย	8
12-13	หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีอวกาศ	ว3.1 ม 6/10	-แบบใช้โครงงานเป็นฐาน -อภิปราย	10

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาพื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา วิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ 2 รหัสวิชา ว30136 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟ ระเบิด แผ่นดินไหว สึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลจากความแตกต่างของความกดอากาศ อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เป็นผลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร อธิบายผลของการหมุนเวียนอากาศและน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา มีความสามารถในการสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและการดูแลสิ่งมีชีวิตมีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมและเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีภัยพิบัติ กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดระหว่างทาง จำนวน...8...ข้อ

- ว 3.2 ม6/1 อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน
- ว 3.2 ม6/2 อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี
- ว 3.2 ม6/3 ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ
- ว 3.2 ม6/7 อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก
- ว 3.2 ม6/8 อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลจากความแตกต่างของความกดอากาศ
- ว 3.2 ม6/9 อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เป็นผลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก
- ว 3.2 ม6/10 อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ
- ว 3.2 ม6/11 อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร

ตัวชี้วัดปลายทาง จำนวน...3...ข้อ

- ว 3.2 ม6/4 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
- ว 3.2 ม6/5 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
- ว 3.2 ม6/6 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
- ว 3.2 ม6/12 อธิบายผลของการหมุนเวียนอากาศและน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ว 3.2 ม6/13 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ ที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
- ว 3.2 ม6/14 แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่างๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	หน่วยที่1 โครงสร้างโลก	ว3.2 ม6/1	-สืบค้นข้อมูล -รายงานหน้าชั้นเรียน -กิจกรรมการทดลอง -ทำใบงาน	10	20
2	หน่วยที่2 การแปรสัณฐานของแผ่นธรณี	ว3.2 ม6/2 ม6/3	-สืบค้นข้อมูล -รายงานหน้าชั้นเรียน -กิจกรรมการทดลอง -ทำใบงาน	10	10
	สอบกลางภาค	ว3.2 ม6/4 ,ม6/5 ม6/6	ทำแบบทดสอบ	1	20
3	หน่วยที่3 ลมฟ้าอากาศ	ว3.2ม6/7 ม6/8 ม6/9 ม6/10 ม6/11	-สืบค้นข้อมูล -รายงานหน้าชั้นเรียน -กิจกรรมการทดลอง -ทำใบงาน	10	15
4	หน่วยที่4 ข้อมูลสนเทศทาง อุตุนิยมวิทยากับการใช้ ประโยชน์	ว3.1 ม6/10	-สืบค้นข้อมูล -รายงานหน้าชั้นเรียน -กิจกรรมการทดลอง -ทำใบงาน	8	15
	สอบปลายภาค	ว3.2 ม6/12 ,ม6/13 ม6/14	ทำแบบทดสอบ	1	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 40 : 50 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ตัวชี้วัด	กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-4	โครงสร้างโลก	ว3.2 ม6/1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	10
5-8	การแปรสัณฐานของแผ่นธรณี	ว3.2 ม6/2 ม6/3	-แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	10
7-8	ลมฟ้าอากาศ	ว3.2ม6/7 ม6/8 ม6/9 ม6/10 ม6/11	-แบบใช้โครงงานเป็นฐาน -อภิปราย	10
9-10	ข้อมูลสนเทศทางอุตุนิยมวิทยากับการใช้ประโยชน์	ว3.1 ม6/10	-แบบใช้โครงงานเป็นฐาน -อภิปราย -รายงาน	8

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ฟิสิกส์ 1 รหัสวิชา ว31204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบายเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ปริมาณทางกายภาพ การใช้หน่วยในระบบเอสไอ ปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์ ความแตกต่างระหว่างปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ การหาเวกเตอร์ลัพธ์ การทดลองในวิชาฟิสิกส์ ความไม่แน่นอนในการวัด เลขนัยสำคัญ การบันทึกผลการคำนวณ การวิเคราะห์ผลการทดลอง การเคลื่อนที่แนวตรง ปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่ การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง ความเร่ง ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว กับเวลาสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัว แรง และการหาแรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน น้ำหนัก กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้ง การกระจัดและความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว ความเร่งสู่ศูนย์กลาง การเคลื่อนที่บนทางโค้ง อัตราเร็วเชิงมุม การเคลื่อนที่ของดาวเทียม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการคิด การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ ตลอดจนใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน อย่างสร้างสรรค์ มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทยและมีจิตสาธารณะ

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

1.เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...7....ข้อ

1. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อ การแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี

3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของ การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของ สนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

7. วิเคราะห์หรืออธิบาย และคำนวณแรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหา สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

8. อธิบาย วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

9. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบ ระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่ แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...2....ข้อ

2. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัด มาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง

5. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	หน่วยที่ 1 ธรรมชาติของ ฟิสิกส์และการวัด	ผลการเรียนรู้ที่ 1,4	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-5 -5 -5
2	หน่วยที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	ผลการเรียนรู้ที่ 3	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-5 -5 -5
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 2,5		3	20
3	หน่วยที่ 3 การตกอย่างเสรี	ผลการเรียนรู้ที่ 6	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-5 -5 -5
4	หน่วยที่ 4 แรงเสียดทานและสมดุล	ผลการเรียนรู้ที่ 7	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-5 -5 -5
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 8,9		3	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 40 : 50 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-5/1-7	หน่วยที่ 1 ธรรมชาติของ ฟอสซิลและการวิวัฒนาการ	ผลการเรียนรู้ ที่ 1,2,4	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15
6-10/ 8-13	หน่วยที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	ผลการเรียนรู้ ที่ 3,5	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15
11-15/ 14-18	หน่วยที่ 3 การตกอย่างเสรี	ผลการเรียนรู้ ที่ 6,8	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15
16-20/ 19-20	หน่วยที่ 4 แรงเสียดทานและสมดุล	ผลการเรียนรู้ ที่ 7,9	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา ว31205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา พัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ การวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ความคลาดเคลื่อนในการวัด การแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ ความหมายจากกราฟเส้นตรง ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัว จากกราฟและสมการ ค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ สมบัติของความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม มวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ การประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระฟิสิกส์

1.เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...4...ข้อ

1.วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับ ตำแหน่งรวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ยได้

3.อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

4.อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลได้

8.สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุได้

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...4...ข้อ

2.อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริง กับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่าง งานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ได้

5.อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุและการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับ เวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัมได้

6.ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้

7.อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรง คู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรงได้

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	หน่วยที่ 1 สมดุกล	ผลการเรียนรู้ที่ 4 และ 8	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-5 -5 -5
2	หน่วยที่ 2 งานและ พลังงาน	ผลการเรียนรู้ที่ 1 และ 3	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-5 -5 -5
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 2 และ 7			20
3	หน่วยที่ 3 โมเมนต์และ การชน	ผลการเรียนรู้ที่ 6	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-5 -5 -5
4	หน่วยที่ 4 การเคลื่อนที่ แนวโค้ง	ผลการเรียนรู้ที่ 8.	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-5 -5 -5
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 5 และ 6			20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-5/1-7	หน่วยที่ 1 สมดุกล	ผลการเรียนรู้ที่ 4 และ 8	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15
6-10/ 8-13	หน่วยที่ 2 งานและพลังงาน	ผลการเรียนรู้ที่ 1,2 และ 3	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15
11-15/ 14-18	หน่วยที่ 3 โมเมนตัมและการชน	ผลการเรียนรู้ที่ 5,6 และ 7	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15
16-20/ 19-20	หน่วยที่ 4 การเคลื่อนที่แนวโค้ง	ผลการเรียนรู้ที่ 8.	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา เคมี 1 รหัสวิชา ว31224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีในระบบ GHS และ NFPA ในการทำปฏิบัติการเคมี ทั้งก่อนทำปฏิบัติการ ขณะทำปฏิบัติการ และหลังทำปฏิบัติการ การกำจัดสารเคมีและการปฐมพยาบาลเมื่อได้รับอุบัติเหตุจากสารเคมี ศึกษาการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากการวัดจากความเที่ยงและความแม่นยำ อุปกรณ์วัดปริมาตรและวัดมวล เลขนัยสำคัญ หน่วยวัดในระบบเอสไอ แพลตฟอร์มเปลี่ยนหน่วย แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอก เขียนและแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ เลขอะตอม เลขมวล ไอโซโทป เขียนการจัดเรียง อิเล็กตรอนในอะตอม ศึกษาความหมายของระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ออร์บิทัล เวเลนซ์อิเล็กตรอน วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุในปัจจุบัน แนวโน้มสมบัติบางประการของธาตุในตารางธาตุตามหมู่และตามคาบเกี่ยวกับขนาดอะตอม ขนาดไอออน พลังงานไอออไนเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน อิเล็กโทรเนกาติวิตี ศึกษาสมบัติของธาตุแทรนซิชัน ธาตุกัมมันตรังสี การเกิดกัมมันตภาพรังสี ศึกษาปฏิกิริยานิวเคลียร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสี การนำธาตุไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พันธะเคมี สัญลักษณ์แบบจุดและกฎออกเตต การเกิดพันธะไอออนิก สูตรเคมีและชื่อของสารประกอบไอออนิก เลขออกซิเดชัน พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก สมบัติของสารประกอบ ไอออนิก สมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ การเกิดพันธะโคเวเลนต์ โครงสร้างลิวอิส สูตรโมเลกุลและชื่อของสารประกอบโคเวเลนต์ ความยาวและพลังงานพันธะ เรโซแนนซ์ การคำนวณพลังงานพันธะและพลังงานของปฏิกิริยา รูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย การเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ และการนำสารประกอบชนิดต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ของสารประกอบ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การสำรวจตรวจสอบ การฝึกทักษะการคิด การแก้ปัญหาและการทดลองและ การนำเสนอข้อมูล โดยใช้ศาสตร์พระราชา

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสมเพื่อให้มีความพอเพียงในการดำเนินชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี : 1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของ สารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระเคมี : 3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการ ความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหา ทางเคมี

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...16...ข้อ

1. บอกและอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ
2. เลือกและใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียนรายงานการทดลอง
4. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่างๆ ของสารและเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
5. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการ ของแบบจำลองอะตอม
6. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป
7. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อย เมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ
8. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ ของธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ
9. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ
10. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชันและเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ
11. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี
12. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
13. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิอิวิส
14. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก
15. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์
16. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...9...ข้อ

17. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก
18. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิอิวิส
19. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์
20. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ
21. คาคคเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์
22. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือดและการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์
23. สืบค้นข้อมูลและอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ
24. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ
25. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ความปลอดภัยและทักษะ ในปฏิบัติการเคมี - ความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี - อุบัติเหตุจากสารเคมี - การวัดปริมาณสาร - หน่วยวัด - วิธีการทางวิทยาศาสตร์	ข้อ 1,2,3,4	- แผนผังโมโนทัศน์ - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	11	11
2	อะตอม และสมบัติของธาตุ - แบบจำลองอะตอม - อนุภาคในอะตอมและไอโซโทป - การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม - ตารางธาตุและสมบัติของธาตุหมู่หลัก - ธาตุแทรนซิชัน - ธาตุกัมมันตรังสี - การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	5,6,7,8,9,10,11,12	- แผนผังโมโนทัศน์ - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	18	19
	สอบกลางภาค		ทำแบบทดสอบ	1	20
3	พันธะเคมี - สัญลักษณ์แบบจุดของลิทวีสและกฎออกเตต - พันธะไอออนิก - พันธะโคเวเลนต์ - พันธะโลหะ - การใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ	ข้อ 13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25	- แผนผังโมโนทัศน์ - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	29	30
	สอบปลายภาค	ข้อที่ 1	ทำแบบทดสอบ	1	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี (6 ชม.)			
	เรื่อง ปฐมนิเทศ	-	บรรยาย	1
	เรื่อง รู้จักห้องปฏิบัติการเคมี	ข้อที่ 1,2	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	5
	เรื่อง LAB ง่ายๆ กับเคมี	ข้อที่ 3,4	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	5
	อะตอมและสมบัติของธาตุ (18ชม.)			
	เรื่อง วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	ข้อที่ 5	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง แบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ดและอนุภาคมูลฐานของธาตุ	ข้อที่ 5,6	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง การจัดอิเล็กตรอนตามแบบจำลองอะตอมของโบร์	ข้อที่ 7	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4
	เรื่อง ตารางธาตุและสมบัติของธาตุในตารางธาตุ	ข้อที่ 8,9,10	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4
	เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี	ข้อที่ 11,12	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	พันธะเคมี (29ชม.)			
	เรื่อง พันธะไอออนิก	ข้อที่ 13,14	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง ปฏิบัติของสารประกอบไอออนิก	ข้อที่ 15	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย	ข้อที่ 16	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง พันธะโคเวเลนต์	ข้อที่ 17	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์	ข้อที่ 18	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง พลังงานพันธะ	ข้อที่ 19	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	ข้อที่ 20,21	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	5
	เรื่อง สมบัติของสารโคเวเลนต์	ข้อที่ 22,23	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	เรื่อง สมบัติของสารพันธะโลหะ	ข้อที่ 24,25	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31225 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาแปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่างๆ ในปฏิกิริยาเคมี คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตร อธิบายและคำนวณปริมาณใด ปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมลจำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและปริมาตรสารละลายตามที่กำหนดเปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล กระบวนการคิด การแก้ปัญหา เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย ลงข้อสรุป การสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ และการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยี ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ขยัน ประหยัด ซื่อสัตย์ เสียสละ รับผิดชอบ ประพฤติดี และมีวินัย

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี สาระเคมี :2. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณ ปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้**ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...8...ข้อ**

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และ มวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย
8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...6...ข้อ

9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	โมลและสูตรเคมี - มวลอะตอม - โมล - สูตรเคมี - สมบัติบางประการของสารละลาย	ข้อที่ 1,2,3,4	- แผนผังโมล - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	17	18
2	สารละลาย - ความเข้มข้นของสารละลาย	ข้อที่ 5,6	- แผนผังโมล - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	12	12
	สอบกลางภาค	(ข้อ1,2,3,4,5,6)	- ทำแบบทดสอบ	1	20
	สารละลาย - การเตรียมสารละลาย	ข้อที่ 7	- แผนผังโมล - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	6	7
3	ปริมาณสัมพันธ์ - ปฏิกิริยาเคมี - สมการเคมี - สมการเคมี และการคำนวณ ปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี - สารกำหนดปริมาณ - ผลได้ร้อยละ	ข้อที่ 8,9,10,11,12, 13,14	- แผนผังโมล - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	23	23
	สอบปลายภาค	(ข้อ 8,9,10,11,12,13,14)	- ทำแบบทดสอบ	1	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	โมลและสูตรเคมี (17ชม.)			
1	เรื่อง ปฐมนิเทศ	-	บรรยาย	1
2	เรื่อง มวลอะตอม	ข้อที่ 1	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4
3	เรื่อง โมล	ข้อที่ 2	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4
4	เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่และร้อยละ โดยมวลของธาตุ	ข้อที่ 3	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4
5	เรื่อง สูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่าย	ข้อที่ 4	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4
	สารละลาย (18ชม.)			
6	เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย	ข้อที่ 5	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	6
7	เรื่อง การเตรียมสารละลาย	ข้อที่ 6	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	6
8	เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย	ข้อที่ 7	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	6
	สารละลาย (23ชม.)			
9	เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี	ข้อที่ 8	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4
10	เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับ มวล	ข้อที่ 9	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
11	เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับ ความเข้มข้น	ข้อที่ 10	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	4
12	เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับ ปริมาตรของแก๊ส	ข้อที่ 11	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
13	เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยา เคมีหลายขั้นตอน	ข้อที่ 12	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
14	เรื่อง สารกำหนดปริมาณ	ข้อที่ 13	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
15	เรื่อง ผลได้ร้อยละ	ข้อที่ 14	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ชีววิทยา 1 รหัสวิชา ว31244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์ การแพร่ การออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกลีพทรานสปอร์ต การลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...14...ข้อ

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และอธิบายลักษณะเฉพาะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต
2. ออกแบบ ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูล ออกแบบ และทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการรักษา ดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต
4. อธิบายความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปขอบข่ายของศาสตร์ต่างๆ ทางด้านชีววิทยา
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างประโยชน์ของการศึกษาชีววิทยาต่อคุณภาพชีวิตของ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม
7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับชีวจริยธรรม
8. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำ ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และ ยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต
9. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้ง ความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
10. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
11. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
12. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลีอิกและความสำคัญของ กรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
13. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต
14. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและระบุปัจจัยที่มีผลต่อ การทำงานของเอนไซม์

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...8....ข้อ

15. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงวัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง
16. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
17. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์
18. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส
19. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทตและแอกทีฟทรานสปอร์ต
20. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส
21. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้ง อธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส
22. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และภาวะที่มี ออกซิเจนไม่เพียงพอ

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-4	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
2	การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5-7	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	5	5
3	กิจกรรมส่งเสริมศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
4	อะตอม ธาตุและสารประกอบ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
5	น้ำ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
6	สารประกอบคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 9 -12	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	6
7	ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 13-14	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	5
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8 -14	ทำแบบทดสอบ	3	20
8	กล้องจุลทรรศน์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 15	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	6
9	โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16-18	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	6
10	การลำ เลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 19-20	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	6
11	การแบ่งเซลล์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 21	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	7	6
12	การหายใจระดับเซลล์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 22	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	6
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16-22	ทำแบบทดสอบ	3	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-2	ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-4	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
2-3	การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทาง วิทยาศาสตร์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5-7	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	5
4-5	กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาและ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
5	อะตอม ธาตุและสารประกอบ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	1
5	น้ำ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	1
6-7	สารประกอบคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 9 -12	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	6
8-9	ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 13- 14	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	5
9	กล้องจุลทรรศน์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 15	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
11-12	โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16- 18	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
12-15	การลำ เลียงสารเข้าและออกจาก เซลล์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 19- 20	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	6
15-17	การแบ่งเซลล์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 21	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	7
18-19	การหายใจระดับเซลล์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 22	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	6

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ชีววิทยา 2 รหัสวิชา ว31245 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล กฎการแยกและกฎการรวมกลุ่มอย่างอิสระ ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษาเกี่ยวกับยีนและโครโมโซม การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซม องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ โครงสร้างของดีเอ็นเอ สมบัติของสารพันธุกรรม การกลาย ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พันธุวิศวกรรม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร และกำเนิดของสปีชีส์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง อภิปราย การอธิบาย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรมคุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...9...ข้อ

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและ องค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลองดีเอ็นเอ
2. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของ การเกิดมิวเทชัน....
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และ เชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
6. อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำ กฎของ เมนเดลนี้ไปอธิบาย การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสในการ เกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่างๆ ของรุ่น F1 และ F2
7. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็น ส่วนขยายของ พันธุศาสตร์เมนเดล
8. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
9. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุม ด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...6...ข้อ

10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิด วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของของ ลามาร์กและ ทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ดาร์วิน
14. ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำ นวนหาความถี่ของแอลลีล และจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก
15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	โครโมโซม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-2	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	4
2	สารพันธุกรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-2	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
3	สมบัติของสารพันธุกรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-2	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	8	5
4	มิวเทชัน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 3	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	4
5	การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 4-6	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	4
6	ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วน ขยายพันธุศาสตร์เมนเดล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	7	4
7	ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8-9	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	4
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8-14	ทำแบบทดสอบ	3	20

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
8	พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
9	การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	3
10	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 11	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	4
11	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 11	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	3
12	หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 12	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	3
13	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 13	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	3
14	พันธุศาสตร์ประชากร	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 14	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	3
15	ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 14	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	3
16	กำเนิดสปีชีส์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 15	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	3
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16-22	ทำแบบทดสอบ	3	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	โครโมโซม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-2	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	1
1-2	สารพันธุกรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-2	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
2-4	สมบัติของสารพันธุกรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-2	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	8
4-6	มิวเทชัน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 3	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
6-7	การศึกษาพันธุกรรมของเมน เดล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 4 6	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	6
7-9	ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็น ส่วนขยายพันธุศาสตร์เมนเดล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	7
9	ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8-9	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	1
9	พันธุวิศวกรรมและการโคลนนิ่ง	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	3
11-12	การหาขนาดของ DNA และ การหาลำดับนิวคลีโอไทด์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
12	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดี เอ็นเอ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 11	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	1
13	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและ ความปลอดภัยทางชีวภาพและ ชีวจริยธรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 11	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	3
14	หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ใน การศึกษาวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 12	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2
15	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 13	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2
16	พันธุศาสตร์ประชากร	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 14	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	3
17	ปัจจัยที่ทำให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 14	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	3
19	กำเนิดสปีชีส์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 15	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ยากับชีวิต รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ระบุ อธิบาย สืบค้นข้อมูล รายงาน และตระหนักถึงความสำคัญ ยาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยกล่าวถึงความหมายของยา ที่มาของยา การแบ่งประเภทของยา และการควบคุมยาตามกฎหมาย รูปแบบยาประเภทต่างๆ การเกิดผลข้างเคียงจากการใช้ยา พิษจากการใช้ยาเกินขนาด การสังเกตยาเสื่อมสภาพ หลักการเลือกใช้อยากับโรคที่พบบ่อยในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ยาสามัญประจำบ้าน เวชสำอางและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร รวมทั้งสมุนไพรที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อเกิดอาการข้างเคียงจากการใช้ยา

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล บันทึกจัดกลุ่มข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอข้อมูลสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...4...ข้อ

1. ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและ อธิบายความหมาย และที่มาของยา การแบ่งประเภทของยา
2. ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและ อธิบายการควบคุมยาตามกฎหมาย รูปแบบยาประเภทต่างๆ การเกิดผลข้างเคียงจากการใช้ยา พิษจากการใช้ยาเกินขนาด การสังเกตยาเสื่อมสภาพ
3. ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและ อธิบายหลักการเลือกใช้อยากับโรคที่พบบ่อยในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งบอกประโยชน์ ประเมินอาการไม่พึงประสงค์จากการใช้ยา และตระหนักถึงความสำคัญของการใช้ยาบำบัดรักษาโรค
4. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการใช้ยา เวชสำอางและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ทั้งบอกประโยชน์ ประเมินอาการไม่พึงประสงค์จากการใช้ยา เวชสำอางและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ตระหนักถึง ความสำคัญของการใช้ยา เวชสำอางและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...3...ข้อ

5. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการใช้อาาสามัญประจำบ้าน และจัดเก็บได้ถูกต้องและหยิบใช้งานได้สะดวก
6. ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของยาสมุนไพรและอธิบายหลักการใช้สมุนไพรที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้
7. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อเกิดอาการข้างเคียงจากการใช้ยาได้

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ความหมาย ที่มา และ ประเภทของยา	ผลการเรียนรู้ที่ 1	-สืบค้นข้อมูล -รายงานหน้าชั้นเรียน	6	15
2	ยาสามัญประจำบ้าน	ผลการเรียนรู้ที่ 5	-ฝึกปฏิบัติจริง - แบบฝึกหัด	6	15
3	กฎหมายควบคุม รูปแบบ ประเภท และผลข้างเคียงที่ เกิดจากการใช้ยา	ผลการเรียนรู้ที่ 2	-เขียนผังระดมความคิด	8	15
4	การใช้ยากับโรคที่พบบ่อยใน ชีวิตประจำวัน	ผลการเรียนรู้ที่ 3	-รายงานหน้าชั้นเรียน -เล่าประสบการณ์	9	15
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 5-6	ทำแบบทดสอบ	1	20
5	หลักการใช้ยา เวชสำอาง ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร	ผลการเรียนรู้ที่ 4	-สืบค้นข้อมูล -ตอบคำถามในใบงาน	9	15
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 6-7	ทำแบบทดสอบ	1	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-2	หน่วยที่ 1 ความหมาย ที่มา และประเภทของยา	ผลการเรียนรู้ที่ 1	-แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	5
3-6	หน่วยที่ 2 ยาสามัญประจำบ้าน	ผลการเรียนรู้ที่ 5	-แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	6
7-8	หน่วยที่ 3 กฎหมายควบคุม รูปแบบ ประเภท และผลข้างเคียงที่เกิดจากการใช้ยา	ผลการเรียนรู้ที่ 2	-แบบใช้โครงงานเป็นฐาน -อภิปราย	4
9-10	หน่วยที่ 4 การใช้ยากับโรคที่พบบ่อยในชีวิตประจำวัน	ผลการเรียนรู้ที่ 3	-แบบใช้โครงงานเป็นฐาน -อภิปราย	6
11-12	หน่วยที่ 5 หลักการใช้ยา เวชสำอาง ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร	ผลการเรียนรู้ที่ 4	-แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5Es	6
13	หน่วยที่ 6 ยาสมุนไพร	ผลการเรียนรู้ที่ 6	-แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5Es -ฝึกปฏิบัติ	8
14-15	หน่วยที่ 7 การปฐมพยาบาลกับอาการข้างเคียงจากการใช้ยา	ผลการเรียนรู้ที่ 7	-แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5Es -ฝึกปฏิบัติ	5

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา คอมพิวเตอร์เพื่องานเอกสาร รหัสวิชา ว30245 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการเขียนรายงานตามรูปแบบและองค์ประกอบของรายงาน การเขียนสรุปผลจากการสำรวจ และการเขียนโครงการที่ถูกต้องตามหัวข้อที่เลือกศึกษา นำมาร่วมกันวิเคราะห์เป็นลำดับขั้นตอน และสรุปผลการปฏิบัติ

ฝึกทักษะการใช้งานโปรแกรมที่สามารถจัดทำงานเอกสารประเภทรายงานจากคอมพิวเตอร์ ทั้งโปรแกรม Microsoft word โดยฝึกใช้เครื่องมือพื้นฐานในการจัดหน้ากระดาษ การตั้งค่าตัวอักษรในการเขียนรายงาน หรืองานอื่นๆ ฝึกทักษะการใช้งานโปรแกรม Google Doc โดยการใช้งานแบบแชร์ร่วมกับเพื่อนร่วมทีม ในการทำงานเอกสาร และฝึกทักษะการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ โดยใช้โปรแกรม Google Forms เก็บรวบรวมเพื่อนำมาเขียนสรุป

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...5...ข้อ

1. มีความรู้ในเรื่องรูปแบบเอกสารในแบบต่างๆได้
2. สามารถใช้งานโปรแกรม Microsoft word โดยเครื่องมือพื้นฐานได้
3. สามารถใช้งานโปรแกรม Google Doc โดยเครื่องมือพื้นฐานได้
4. สามารถใช้งานโปรแกรม Google Forms โดยเครื่องมือพื้นฐานได้
5. สามารถใช้ Google Drive ในการจัดเก็บและเผยแพร่เอกสารได้

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...3...ข้อ

6. สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างเอกสารได้ถูกต้องและสร้างสรรค์
7. สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมในการสร้างเอกสารแบบออนไลน์ได้
8. สามารถจัดเก็บและเผยแพร่เอกสารบนอินเทอร์เน็ตได้อย่างถูกต้อง

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	รูปแบบของเอกสาร	ข้อที่ 1	ใบงานที่ 1.1 เรื่องรูปแบบเอกสาร ตามแบบ ใบงานที่ 1.2 เรื่องรูปแบบเอกสารแบบ อิสระ	1 1	5 5
2	สร้างเอกสารด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์แบบออฟไลน์	ข้อที่ 2	ใบงานที่ 2.1 เรื่อง การใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์สร้างเอกสาร ใบงานที่ 2.2 เรื่อง การสร้างเอกสาร ด้วยคอมพิวเตอร์ตามแบบ ใบงานที่ 2.3 เรื่อง การสร้างเอกสาร ด้วยคอมพิวเตอร์แบบสร้างสรรค์	4 4 4	5 5 5
3	การแปลงเอกสาร	ข้อที่ 2	ใบงานที่ 3.1 เรื่อง การแปลงเอกสาร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	4	5
	สอบกลางภาค	ข้อที่ 6	สอบปฏิบัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์	2	20
4	สร้างเอกสารบนระบบ อินเทอร์เน็ตแบบออนไลน์	ข้อที่ 3 ข้อที่ 4	ใบงานที่ 4.1 เรื่อง การสร้างเอกสาร แบบออนไลน์ ใบงานที่ 4.2 เรื่อง การสร้าง แบบฟอร์มออนไลน์	4 8	5 15
5	การเก็บและเผยแพร่เอกสาร ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต	ข้อที่ 5	ใบงานที่ 5.1 เรื่อง การจัดเก็บเอกสาร บนอินเทอร์เน็ต ใบงานที่ 5.2 เรื่อง การเผยแพร่ เอกสารบนอินเทอร์เน็ต	4 2	5 5
	สอบปลายภาค	ข้อที่ 7 ข้อที่ 8	สอบปฏิบัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์บน ระบบอินเทอร์เน็ต	2	5
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1 /1	1. รูปแบบของเอกสาร - เอกสารทางราชการ - เอกสารทางวิชาการ - เอกสารสื่อสิ่งพิมพ์	ข้อที่ 1	-ศึกษาค้นคว้า -ทำใบงาน	2
2-7 /2-3	2. สร้างเอกสารด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์แบบออฟไลน์ - โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้าง เอกสาร - การสร้างเอกสารด้วย โปรแกรม Microsoft word	ข้อที่ 2 ข้อที่ 6	สาธิต -ฝึกปฏิบัติการด้วยเครื่อง คอมพิวเตอร์ -ทำใบงาน -ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม	12
8-9 /4-5	3. การแปลงเอกสาร - โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแปลง เอกสาร - การแปลงเอกสารจากรูปแบบหนึ่งเป็นอีก รูปแบบ	ข้อที่ 2 ข้อที่ 6	-สาธิต -ฝึกปฏิบัติการด้วยเครื่อง คอมพิวเตอร์ -ทำใบงาน -ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม	4
10-15 /6-8	4. สร้างเอกสารบนระบบ อินเทอร์เน็ต แบบออนไลน์ - เครื่องมือสร้างเอกสารออนไลน์ - การสร้างเอกสารด้วย Google Doc - การใช้ Google from	ข้อที่ 3 ข้อที่ 4 ข้อที่ 7	-สาธิต -ฝึกปฏิบัติการด้วยเครื่อง คอมพิวเตอร์บนระบบ อินเทอร์เน็ต -ทำใบงาน -ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม	12
16-18 /9-11	5. การเก็บและเผยแพร่เอกสารผ่านระบบ อินเทอร์เน็ต - การเก็บเอกสารบนอินเทอร์เน็ต - การใช้ Email ส่ง-รับเอกสาร - การใช้ Google Drive เก็บและเผยแพร่ เอกสาร	ข้อที่ 5 ข้อที่ 7 ข้อที่ 8	-สาธิต -ฝึกปฏิบัติการด้วยเครื่อง คอมพิวเตอร์บนระบบ อินเทอร์เน็ต -ทำใบงาน -ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม	6

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว32206 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของระบบมวล-สปริงเบา เงามของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย การสั่นพ้อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล ชนิดของคลื่น รูปร่างและส่วนประกอบของคลื่น คลื่นผิวหน้า คลื่นในเส้นเชือก การซ้อนทับของคลื่น หลักของฮอยเกนส์ การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่เกรตติง การเลี้ยวเบน การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง การสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน การเขียนรังสีของแสง การคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุเมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม การสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม การหักเหของแสง กฎการหักเหของแสง ภาพที่เกิดจากการหักเหที่ผิวเรียบ ความลึกจริง ความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด การเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง การหาตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัส ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น การกระจายแสง รุ้ง การทรงกลม มิราจ เป็นต้น ทัศนอุปกรณ์ เช่น เครื่องฉายภาพ กล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ เป็นต้น ความสว่างตา และการมองเห็นสี การผสมสารสี การผสมแสง สาเหตุของการบอดสี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย การอธิบาย และการสรุปผล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...4...ข้อ

1. สืบค้นและอธิบายการค้นหาคำความรู้ทางฟิสิกส์ประวัติความเป็นมารวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพกาเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง
9. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์กลางที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...6...ข้อ

2. วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง

5. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระทดลองและอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการ

7. วิเคราะห์อธิบายและคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่งๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่งๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

8. อธิบายสมดุลกลของวัตถุโมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง

10. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	ข้อ 1 -2	- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง - การเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่าย - ความถี่ธรรมชาติของวัตถุ การเกิดการสั่นพ้อง	10	7
2	คลื่นกล	ข้อ 3-4	- ปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น - ส่วนประกอบของคลื่น - การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ - การรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ - อัตราเร็วคลื่น ความถี่คลื่น ความยาวคลื่น - กฎของสเนลล์	19	15
	สอบกลางภาค			3	20
3	แสงเชิงคลื่น	ข้อ 5	- การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ - เกรตติง การเลี้ยวเบน - การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว	6	5
4	แสงเชิงรังสี	ข้อ 6-10	- การสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุของกระจกเงาราบ และทรงกลม - การหาตำแหน่งขนาดชนิดของภาพ - ความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัส - การหักเหของแสงผ่านเลนส์บาง - ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง	24	23
	สอบปลายภาค			3	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 60 : 30 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	หน่วยที่ 8 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	ข้อ 1 -2	<ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียน เนื้อหาการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท แบบบันทึกการทำกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ประเมินพฤติกรรมนักเรียน 	10
2	หน่วยที่ 9 คลื่น	ข้อ 3-4	<ul style="list-style-type: none"> - นำเข้าสู่บทเรียน และทบทวนความรู้เดิม - ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ - เนื้อหาเรื่องคลื่น - สรุปเนื้อหาในแต่ละเรื่อง - นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท - แฝงฝังความคิดเรื่อง พฤติกรรมของคลื่น - ประเมินพฤติกรรมนักเรียน 	18
3	แสงเชิงคลื่น	ข้อ 5	<ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียน และทบทวนความรู้เดิม เนื้อหาแสงเชิงคลื่น นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท แบบบันทึกกิจกรรมการเลี้ยวเบนของแสงลงในสมุด ประเมินพฤติกรรมนักเรียน 	6
4	แสงเชิงรังสี	ข้อ 6-10	<ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียน และทบทวนความรู้เดิม เนื้อหาแสงเชิงรังสี นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท แบบบันทึกกิจกรรมการสะท้อนและการหักเหของแสงลงในสมุด ประเมินพฤติกรรมนักเรียน แบบทดสอบอัตนัย เรื่องการเขียนรังสีของแสง และการหาขนาดภาพของวัตถุ จำนวน 3 ข้อ 	10

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว31207 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความจุและพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน การต่อตัวต้านทานอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า การต่อแบตเตอรี่ การวิเคราะห์วงจร ไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า และเทคโนโลยีด้านพลังงาน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิด และการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยา ศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

2.เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...9...ข้อ

2.อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียงและมลพิษทางเสียงรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.ทดลองและอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.ทดลองและอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

6. อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

9. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดและปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

10. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

11. ทดลองและอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองของความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...5....ข้อ

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5. อธิบายและคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์

7. อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

13. ทดลองและคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	หน่วยที่ 1 เสียง	ผลการเรียนรู้ที่ 2 และ 3	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	30	-10 -5 -5
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 1			20
2	หน่วยที่ 2 ไฟฟ้าสถิต	ผลการเรียนรู้ที่ 4,6,8 และ 9	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-10 -5 -5
3	หน่วยที่ 3 ไฟฟ้ากระแส	ผลการเรียนรู้ที่ 10,11,12,13 และ 14	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-10 -5 -5
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 5,7,12 และ 13			20

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 40 : 50 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/ เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-10	หน่วยที่ 1 เสียง	ผลการเรียนรู้ที่ 2 และ 3	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	30
11-15	หน่วยที่ 2 ไฟฟ้าสถิต	ผลการเรียนรู้ที่ 4,6,8 และ 9	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15
15-20	หน่วยที่ 3 ไฟฟ้ากระแส	ผลการเรียนรู้ที่ 10,11,12,13 และ 14	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา เคมี 3 รหัสวิชา ว32226 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและอธิบายความสัมพันธ์ และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมลหรืออโมลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ ศึกษาและวิเคราะห์ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวหน่วงปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล สมดุลในปฏิกิริยาเคมี ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล การเปลี่ยนความเข้มข้น ความดัน และ อุณหภูมิ หลักของเลอชาเตอลิเอ การใช้หลักของเลอชาเตอลิเอในอุตสาหกรรม สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทดลอง และการจัดแสดงผลงาน โดยใช้ศาสตร์พระราชานำ

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ ตลอดจนนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต เป็นผู้มีความรู้ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกต้อง เหมาะสม และสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดความพอเพียงในการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี : 1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสาร ประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระเคมี : 2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยา รีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...11...ข้อ

1. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก
2. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส
3. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
4. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน
5. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
6. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
7. ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
8. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดปฏิกิริยา
9. เขียนแผนภาพและอธิบายทิศทางการชนกัน ของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
10. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
11. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว ของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...8...ข้อ

12. ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม
13. ทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล
14. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล
15. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
16. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
17. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
18. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบรวมทั้ง คาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ
19. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	แก๊สและสมบัติของแก๊ส (20 ชม.)	ข้อที่ 1,2,3,4,5,6	- แผนผังโน้ตทัศน์ - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	20	20
2	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (18 ชม.)	ข้อที่ 7,8,9	- แผนผังโน้ตทัศน์ - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	9	10
	สอบกลางภาค	ข้อที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9	ทำแบบทดสอบ	1	20
	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (18 ชม.)				
3	สมดุลเคมี (20 ชม.)				
	สอบปลายภาค	ข้อที่ 10,11,12,13,14, 15,16,17,18,19	- ทำแบบทดสอบ	1	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม/ กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส (20 ชม.)			
1	เรื่อง ปฐมนิเทศ	-	บรรยาย	1
2	เรื่อง ทบทวนปริมาณสารสัมพันธ์	-	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	2
3	เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊ส	ข้อที่ 1,2,3	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	5
4	เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติและ ความดันย่อย	ข้อที่ 4	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	6
5	เรื่อง ทฤษฎีจลน์และการแพร่ของแก๊ส	ข้อที่ 5	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
6	เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับแก๊สและ สมบัติของแก๊ส	ข้อที่ 6	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (18 ชม.)			
7	เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ข้อที่ 7,8,9	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	9
8	เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ข้อที่ 10,11,12	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	9
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี (20 ชม.)			
9	เรื่อง สมภาวะสมดุล	ข้อที่ 13,14	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	6
10	เรื่อง ค่าคงที่สมดุล	ข้อที่ 15,16,17	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	6
11	เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	ข้อที่ 18	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	6
12	เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และ อุตสาหกรรม	ข้อที่ 19	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	2

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา เคมี 4 รหัสวิชา ว31227 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ทฤษฎีเกี่ยวกับกรด-เบส คู่กรด-เบส การแตกตัวของกรด - เบส การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน pH ของสารละลาย อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ปฏิกิริยากรด - เบส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส การไทเทรตกรด-เบส อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส ศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับโลหะไอออนใน สารละลาย เพื่อนำไปสู่การอธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ ทั้งในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน รวมทั้งการดุล สมการรีดอกซ์ ส่วนประกอบของเซลล์ หลักการทำงานและปฏิกิริยาที่เกิดในเซลล์กัลวานิก การเขียน แผนภาพเซลล์กัลวานิก การวัดศักย์ไฟฟ้าของเซลล์กัลวานิก การหาค่าต่างศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ การใช้ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ทำนายทิศทางที่เกิดปฏิกิริยา เซลล์กัลวานิกชนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ส่วนประกอบและหลักการทำงานรวมทั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ การแยก สารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์ การผลิตโลหะอะลูมิเนียมและโลหะ แมกนีเซียม การผุกร่อนของโลหะและวิธีการป้องกัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี เช่น การทำอิเล็กโทรไลต์น้ำทะเล การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงและแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์แข็ง อุตสาหกรรมแร่ ประเภทของแร่เศรษฐกิจ ธาตุและสารประกอบในแร่ การถลุงแร่และการ นำมาใช้ประโยชน์ อุตสาหกรรมเซรามิกส์ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโซเดียมคลอไรด์ อุตสาหกรรมปุ๋ย โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล กระบวนการคิด การแก้ปัญหา เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย ลงข้อสรุป การสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ และการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม เพื่อให้มีความพอเพียงในการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี 2: เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณ ปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...12...ข้อ

1. ระบุและอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนีย สเบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส
2. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี
3. คำนวณและเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส
4. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส
5. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน
6. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ
7. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรต กรด-เบส
8. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต
9. อธิบายสมบัติองค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์
10. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส
11. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
12. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน และระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...7...ข้อ

13. ทดลองและเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์
14. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา
15. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์
16. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
17. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ
18. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
19. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	กรด-เบส	ข้อที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	- แผนผังโมโนทัศน์ - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	29	30
	สอบกลางภาค	ข้อ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	- ทำแบบทดสอบ	1	20
2	เคมีไฟฟ้า	ข้อที่ 11,12,13,14,15,16,17,18,19	- แผนผังโมโนทัศน์ - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	29	30
	สอบปลายภาค	ข้อ 11,12,13,14,15,16,17, 18,19	- ทำแบบทดสอบ	1	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้อื่นๆ	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	หน่วยการเรียนรู้ที่1 กรด-เบส (29ชม.)			
1	เรื่อง ปฐมนิเทศ	-	บรรยาย	1
2	เรื่อง ทฤษฎีกรด-เบส และ คู่กรด-เบส	ข้อที่ 1,2	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
3	เรื่อง การแตกตัวของกรดแก่-เบสแก่และน้ำ	ข้อที่ 3	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
4	เรื่อง การแตกตัวของกรดกรดอ่อน-เบสอ่อน	ข้อที่ 3	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
5	เรื่อง ร้อยละการแตกตัวของกรด-เบส	ข้อที่ 3	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
6	เรื่อง การแตกตัวของน้ำความสัมพันธ์ระหว่าง K_a , K_b , K_w	ข้อที่ 4	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
7	เรื่อง สมบัติกรด-เบสของเกลือ	ข้อที่ 6	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
8	เรื่อง pH ของสารละลายกรด-เบส	ข้อที่ 4	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
9	เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรด-เบส	ข้อที่ 5	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
10	เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส	ข้อที่ 7,8	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
11	เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์และการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	ข้อที่ 9,10	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	1
	หน่วยการเรียนรู้ที่2 เคมีไฟฟ้า (30ชม.)			
12	เรื่อง เลขออกซิเดชัน	ข้อที่ 11	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
13	เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์	ข้อที่ 11,12,13	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
14	เรื่อง การดุลสมการรีดอกซ์	ข้อที่ 14	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	6
15	เรื่อง องค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี	ข้อที่ 15	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
16	เรื่อง แผนภาพของเซลล์	ข้อที่ 15	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
17	เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์	ข้อที่ 16	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
18	เรื่อง เซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ	ข้อที่ 17	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
19	เรื่อง ประโยชน์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับไฟฟ้า	ข้อที่ 18,19	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ชีววิทยา 3 รหัสวิชา ว32246 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ เกี่ยวกับโครงสร้าง และหน้าที่ของราก ลำต้น และใบ ของพืชดอก การคายน้ำของพืช การลำเลียงน้ำของพืช การลำเลียงธาตุอาหารของพืช การลำเลียงสารอาหารของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โฟโตเรสไพเรชัน กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช c4 กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM ปัจจัยบางประการ ที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการขยายพันธุ์พืช การวัดการเจริญเติบโตของพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...11...ข้อ

1. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
2. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอกและ อธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
3. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่าง การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆ ของเมล็ดและผล
4. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช
5. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและราก พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
6. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำ ต้น พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
7. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง
8. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำ และธาตุอาหารของพืช
9. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
10. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของพืช
11. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...6....ข้อ

12. สืบค้นข้อมูลและสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
13. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3
14. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C3 พืช C4 และ พืช CAM
15. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปปัจจัยความเข้มแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และ อุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
16. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และ กรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร
17. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด
18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปราย เกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	โครงสร้างของดอกและชนิดของผล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	2
2	วิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 2	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	1
3	การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 3	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	3
4	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆของผล และเมล็ด	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 3	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
5	เนื้อเยื่อพืช	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 4	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
6	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	4
7	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	4
8	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	3
9	การลำเลียงน้ำ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
10	การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 9	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	3
11	การลำเลียงธาตุอาหาร	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
12	การลำเลียงอาหาร	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 11	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 4 - 11	ทำแบบทดสอบ	3	20

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
13	การศึกษาที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 12	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	3
14	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 13	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	5
15	โฟโตเรสไพเรชัน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 13	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	3
16	การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 14	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	3
17	ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 15	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	4
18	ฮอริโมน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	3
19	ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 17	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	3
20	การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 18	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	3
21	การตอบสนองต่อภาวะเครียด	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 18	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	3
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 12-18	ทำแบบทดสอบ	3	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	โครงสร้างของดอกและชนิดของผล	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 1	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	3
2	วิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 2	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	1
2-3	การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 3	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
3-4	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆ ของผล และเมล็ด	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 3	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2
4	เนื้อเยื่อพืช	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 4	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2
5-6	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 5	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	6
7-8	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 6	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	6
9	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 7	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	3
11	การลำเลียงน้ำ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 8	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2
11-12	การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 9	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	3
12	การลำเลียงธาตุอาหาร	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 10	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2
13	การลำเลียงอาหาร	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 11	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2
13	การศึกษาที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 12	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	1
14-15	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 13	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	6
15	โพลีโมริสไฟเรซัน	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 13	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	1

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
16	การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 14	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	2
16-17	ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 15	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	4
17	ฮอร์โมน	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 16	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	3
17-18	ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 17	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	2
18-19	การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 18	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	3
19	การตอบสนองต่อภาวะเครียด	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 18	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	1

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว31247 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/ สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต ทั้งจุลินทรีย์ ทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสัตว์ การย่อยอาหารของมนุษย์ อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์ ความผิดปกติของทางเดินอาหารในมนุษย์ ระบบหายใจ การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์ การแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์ โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส การแลกเปลี่ยนแก๊ส กลไกการหายใจ การควบคุมการหายใจ การวัดอัตราการหายใจ ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรกระบบทางเดินหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์ ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน กลไกการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน กลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ระบบขับถ่าย การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์ การขับถ่ายของมนุษย์ ไตและอวัยวะในระบบขับถ่ายปัสสาวะ ไตกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย โรคที่เกี่ยวกับไต

ใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...9...ข้อ

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มี ทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์
2. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของ ไฮดรา และพลาเนเรีย
3. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหาร ภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์
4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก
5. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำ นม
6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยน แก๊สของมนุษย์
7. อธิบายการทำงาน ของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์
8. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียน เลือดแบบปิด
9. สังเกตและ อธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...12...ข้อ

10. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์
11. สังเกตและอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์
12. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา
13. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในหมู่เลือดระบบ ABO และหมู่เลือดระบบ Rh
14. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง
15. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ
16. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อนเอง และภูมิคุ้มกันรับมา
17. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอ็ดส์ภูมิแพ้ การสร้างภูมิคุ้มกันต่อเนื้อเยื่อตนเอง
18. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
19. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย
20. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไตในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต
21. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่างๆ

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	การย่อยอาหารของสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1-2	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	5
2	การย่อยอาหารของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 3	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	5	5
3	การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 4	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
4	อวัยวะ และโครงสร้างในระบบ หายใจของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	5
5	การแลกเปลี่ยนแก๊สและการ ลำ เลียงแก๊ส	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	5
6	อวัยวะ และการหายใจ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7-9	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	5	5
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5-9	ทำแบบทดสอบ	3	20
7	การลำ เลียงสารในร่างกายของ สัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10-11	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	4
8	การลำ เลียงสารในร่างกายของ มนุษย์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 12-13	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	9	8
9	ระบบน้ำเหลือง	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 14	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
10	กลไกการต่อต้านหรือทำลาย สิ่งแปลกปลอม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 15	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	2
11	การสร้างเสริมภูมิคุ้มกัน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
12	ความผิดปกติของระบบ ภูมิคุ้มกัน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 17	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
13	การขับถ่ายของสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 18	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
14	การถ่ายภาพของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 19	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
15	การทำงานของหน่วยไต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 20	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
16	ไตกับการรักษาคุณภาพของน้ำ และสารต่างๆ ในร่างกาย	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 20	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
17	ความผิดปกติของระบบขับถ่าย	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 21	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10-21	ทำแบบทดสอบ	3	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-2	การย่อยอาหารของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 1-2	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	6
3-4	การย่อยอาหารของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 3	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	5
4-5	การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 4	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	4
6	อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของ มนุษย์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 5	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	1
6-7	การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำ เลียงแก๊ส	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 6	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	2
8	อวัยวะและการหายใจ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 7-9	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5Es)	5
9	การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 10-11	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	3
11-13	การลำเลียงสารในร่างกายของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 12-13	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	9
14	ระบบน้ำเหลือง	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 14	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	1
14	กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 15	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	3
15	การสร้างเสริมภูมิคุ้มกัน	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 16	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	1
15-16	ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 17	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	2
16-17	การขับถ่ายของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 18	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	2
17-18	การขับถ่ายของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 19	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	2
18-19	การทำงานของหน่วยไต	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 20	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	2
19	ไตกับการรักษาคุณภาพของน้ำ และสาร ต่างๆ ในร่างกาย	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 20	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	1
19	ความผิดปกติของระบบขับถ่าย	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 21	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	1

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา คอมพิวเตอร์กราฟิก รหัสวิชา ว30246 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการออกแบบงานกราฟิก การเขียนรูปภาพ การวาดรูปภาพ กราฟ และการสร้างรูปภาพสำหรับทำป้ายประกาศ การนำเสนอข้อมูลกราฟิก การพิมพ์รูปภาพงานศิลปะด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ การถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง ๓ มิติ หรือภาพถ่ายเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบของสิ่งของเครื่องใช้ หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล

ปฏิบัติการสร้างภาพโดยใช้คำสั่งพื้นฐานจากโปรแกรมกราฟิก สร้างภาพ วาดภาพ เก็บภาพ เรียกภาพมาแก้ไข การทำสำเนาภาพ การย่อหรือขยายภาพ การสร้างรูปแบบตัวอักษร การออกแบบงานกราฟิกเทคโนโลยีสื่อประสม จนสามารถนำไปใช้ในการสร้างงานอาชีพในท้องถิ่น และใช้ชีวิตประจำวัน

เพื่อให้เห็นคุณค่าของการเรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ใฝ่เรียนรู้ มีจิตสาธารณะและเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...4...ข้อ

1. อธิบายหลักการทฤษฎี ประเภท คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์กราฟิกได้
2. อธิบายความสามารถ ส่วนประกอบ และเรียกใช้เครื่องมือของโปรแกรมได้
3. สร้างไฟล์ นำเข้าไฟล์ภาพจากแหล่งต่างๆ และกำหนดขนาดของงานได้อย่างถูกต้อง
4. สร้างและปรับรูปแบบตัวอักษรประกอบการสร้างชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...3...ข้อ

5. ใช้เครื่องมือในการตกแต่งและรีทัชภาพประกอบการสร้างชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง
6. ใช้ฟิลเตอร์ประกอบการสร้างชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง
7. ใช้โปรแกรมกราฟิกเพื่อสร้างสรรค์งานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ความรู้เกี่ยวกับกราฟิก	ข้อที่ 1 ข้อที่ 2	ใบงานที่ 1.1 ความรู้เกี่ยวกับกราฟิก แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1	6	10
2	โปรแกรม Photoshop CS6	ข้อที่ 2 ข้อที่ 3	ใบงานที่ 2.1 โปรแกรม Photoshop CS6 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2	6	10
3	การใช้เครื่องมือใน Toolbox	ข้อที่ 3 ข้อที่ 4	ใบงานที่ 3.1 เรื่อง การใช้เครื่องมือใน Toolbox แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3	6	10
	สอบกลางภาค	ข้อที่ 5 ข้อที่ 6	สอบปฏิบัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์	2	20
4	การปรับแต่งและปรับรูปทรง ของภาพ	ข้อที่ 3 ข้อที่ 4	ใบงานที่ 4.1 เรื่อง การปรับแต่งและ ปรับรูปทรงของภาพ แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 4	6	10
5	เทคนิคการตกแต่งภาพใน Photoshop	ข้อที่ 5	ใบงานที่ 5.1 เรื่อง เทคนิคการตกแต่ง ภาพใน Photoshop แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 5	6	10
6	สร้างสรรค์ผลงาน	ข้อที่ 5 ข้อที่ 6	ใบงานที่ 6.1 เรื่อง สร้างสรรค์ผลงาน แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 6	6	10
	สอบปลายภาค	ข้อที่ 6 ข้อที่ 7	สอบปฏิบัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์บน ระบบอินเทอร์เน็ต	2	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	-ความรู้เกี่ยวกับกราฟิก 1. ความหมายของกราฟิก 2. ประเภทของไฟล์ภาพ 3. ระบบสีในงานกราฟิก	ข้อที่ 1 ข้อที่ 2		4
2	-โปรแกรม Photoshop CS6 1. แนะนำโปรแกรม Photoshop CS6 เบื้องต้น 2. ส่วนประกอบของ Photoshop CS6 3. รู้จักเครื่องมือ Toolbox และ Palette 4. การทำงานกับ Layers	ข้อที่ 2 ข้อที่ 3		6
3	-การใช้เครื่องมือใน Toolbox 1. ชุดเครื่องมือสำหรับเลือกพื้นที่ (Selection) 2. ชุดเครื่องมือสำหรับการสร้างข้อความ 3. ชุดเครื่องมือสำหรับการวาดภาพระบายสี 4. ชุดเครื่องมือสำหรับการรีทัชรูปภาพ 5. คีย์ลัดของ Photoshop	ข้อที่ 3 ข้อที่ 4		8
	- การปรับแต่งและปรับรูปทรงของภาพ 1. การตัดภาพพื้นหลังอย่างง่าย 2. การปรับรูปทรงของภาพด้วย Transform 3. การปรับแต่งและแก้ไขสีให้กับภาพ 4. การปรับภาพให้ผอม โดยใช้คำสั่ง Liquify	ข้อที่ 5 ข้อที่ 6		
	- เทคนิคการตกแต่งภาพใน Photoshop 1. การใช้งาน Filter 2. การสร้างภาพเคลื่อนไหว Animation Gif 3. การแปลงภาพถ่ายเป็นการ์ตูน 4. การออกแบบปกเพิ่มสะสมผลงาน Portfolio	ข้อที่ 6 ข้อที่ 7		

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ รหัสวิชา ว30247 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา กำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก การระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ การสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ กระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปฏิกิริยาฟิวชันโปรตอน โปรตอน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการพาร์แลลแลกซ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ กฎความโน้มถ่วงของนิวตัน คาบการโคจรของดาวเคราะห์ โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ ผลของลมสุริยะและพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย การสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียมยานอวกาศ สถานีอวกาศ การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล กระบวนการคิด การแก้ปัญหา เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย ลงข้อสรุป การสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ และ การใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยี ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ขยัน ประหยัด ซื่อสัตย์ เสียสละ รับผิดชอบ ประชวรกรรมดี และมีวินัย

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...7....ข้อ

1. อธิบายกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิด บิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ
2. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ
3. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะพร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก
4. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์
5. อธิบายกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์และผลที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์ปฏิกิริยาฟิวชันโปรตอนโปรตอน
6. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์
7. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...5....ข้อ

8. อธิบายวิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ พร้อมคำนวณหาระยะทางของดาวฤกษ์
9. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต
10. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตันพร้อมคำนวณคาบการโคจรของดาวเคราะห์
11. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และวิเคราะห์นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะและพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย
12. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	เอกภพและกาแล็กซี	ว 3.1 (ข้อ 1,2,3)	- แผนผังมโนทัศน์ - ใบงาน - แบบทดสอบ	8	13
2	ดาวฤกษ์	ว 3.1 (ข้อ 4, 5, 6, 7, 8)	- แผนผังมโนทัศน์ - ใบงาน - แบบทดสอบ	11	17
	สอบกลางภาค	ว 3.1 (ข้อ 1,2,3, 4, 5, 6, 7, 8)	- ทำแบบทดสอบ	1	20
3	ระบบสุริยะ	ว 3.1 (ข้อ 9, 10, 11)	- แผนผังมโนทัศน์ - ใบงาน - แบบทดสอบ	10	6
4	เทคโนโลยีอวกาศและ การประยุกต์ใช้	ว 3.1 (ข้อ 12)	- ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	9	24
	สอบปลายภาค	ว 3.1 (ข้อ 9, 10, 11, 12)	- ทำแบบทดสอบ	1	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	หน่วยการเรียนรู้ที่1 เอกภพและกาแล็กซี			
1	ปฐมนิเทศ	-	บรรยาย	1
2	กำเนิดและวิวัฒนาการของเอกภพ	ว 3.1 (ข้อ 1)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	1
3	การขยายตัวของเอกภพ	ว 3.1 (ข้อ 1)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	1
4	ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกาแล็กซี	ว 3.1 (ข้อ 2)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	1
5	ไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ	ว 3.1 (ข้อ 2)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	1
6	กาแล็กซีทางช้างเผือก	ว 3.1 (ข้อ 3)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	1
7	การปรากฏของทางช้างเผือก	ว 3.1 (ข้อ 3)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
	หน่วยการเรียนรู้ที่2 ดาวฤกษ์			
8	ความส่องสว่างของดาวฤกษ์	ว 3.1 (ข้อ 6,7)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
9	โชติมาตรของดาวฤกษ์	ว 3.1 (ข้อ 6,8)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
10	สี อุณหภูมิผิว และชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์	ว 3.1 (ข้อ 7)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
11	กำเนิดดาวฤกษ์	ว 3.1 (ข้อ 4,5)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
12	วิวัฒนาการของดาวฤกษ์		แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
	หน่วยการเรียนรู้ที่3 ระบบสุริยะ			
13	กำเนิดระบบสุริยะและการแบ่งเขตบริวาร	ว 3.1 (ข้อ 9)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3
14	เขตเอื้อชีวิต	ว 3.1 (ข้อ 9)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	1
15	การโคจรของดาวเคราะห์	ว 3.1 (ข้อ 10)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
16	โครงสร้างดวงอาทิตย์	ว 3.1 (ข้อ 11)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
17	ปรากฏการณ์บนดวงอาทิตย์	ว 3.1 (ข้อ 11)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
	หน่วยการเรียนรู้ที่4 เทคโนโลยีอวกาศและการประยุกต์ใช้			
18	กล้องโทรทรรศน์	ว 3.1 (ข้อ 12)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
19	การศึกษาวัตถุท้องฟ้าด้วยกล้องโทรทรรศน์	ว 3.1 (ข้อ 12)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
20	ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และดาวเทียม	ว 3.1 (ข้อ 12)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
21	เทคโนโลยีอวกาศกับการประยุกต์ใช้	ว 3.1 (ข้อ 12)	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	3

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว33208 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

สืบค้นข้อมูล ศึกษาหลักการของไฟฟ้าแม่เหล็ก และสมบัติของสารในเรื่องสนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างแม่เหล็กและไฟฟ้า หลักการของมอเตอร์ กฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์และกฎของเลนซ์ ฟลักซ์แม่เหล็ก การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนาน หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง สมบัติเชิงกลของสาร ความดันในของไหลและกฎของพาสคัล ความร้อน การถ่ายโอนพลังงาน กฎการอนุรักษ์พลังงาน สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของเหลว แรงพุง และหลักอาร์คิมิดีส ความตึงผิว แรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และหลักแบร์นูลลี

โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3

เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...7...ข้อ

1. สังเกตและอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์
2. อธิบายและคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน
3. อธิบายหลักการทำงานของแกลวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง
4. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
7. อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะและความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
8. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
11. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่างๆ

รวมทั้งทดลอง อธิบาย และคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดุลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...8...ข้อ

5. อธิบายและคำนวณความความต่างศักย์อาร์เอ็มเอส และกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส
6. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
9. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
10. อธิบายและคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน
12. อธิบายและคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก
13. ทดลอง อธิบายและคำนวณขนาดแรงพุงจากของไหล
14. ทดลอง อธิบายและคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว
15. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	แม่เหล็กและไฟฟ้า	ข้อที่ 1-7	- สนามแม่เหล็ก - แรงแม่เหล็ก - โมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวด - ไฟฟ้ากระแสสลับ - โพลาริซเซชัน - การส่งผ่านสารสนเทศ	20	20
			สอบกลางภาค	3	20
2	ความร้อนและแก๊ส	ข้อที่ 8-12	- ความร้อน - ความดัน - กฎของแก๊สอุดมคติ - ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส - กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์	20	20
3	ของไหล	ข้อที่ 13-16	- สภาพยืดหยุ่น - แรงแผ่ง - ความตึงผิว - ของไหลอุดมคติ	20	10
			สอบปลายภาค	3	20
			รวม	60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 60 : 30 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	แม่เหล็กและไฟฟ้า	ข้อที่ 1-7	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าสู่บทเรียน 2. เนื้อหาแม่เหล็กและไฟฟ้า 3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท 4. แบบบันทึกการทำกิจกรรม เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า 5. แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 20 ข้อ 6. ประเมินพฤติกรรมนักเรียน 	20
2	ความร้อนและแก๊ส	ข้อที่ 8-12	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าสู่บทเรียน 2. เนื้อหาความร้อนและแก๊ส 3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท 4. แบบบันทึกการทำกิจกรรม เรื่อง ความร้อนและแก๊ส 5. ประเมินพฤติกรรมนักเรียน 	20
3	ของไหล	ข้อที่ 13-16	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าสู่บทเรียน 2. เนื้อหาของไหล 3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท 4. แบบบันทึกการทำกิจกรรม เรื่อง ของไหล 5. ประเมินพฤติกรรมนักเรียน 	20

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ฟิสิกส์ 6 รหัสวิชา ว31209 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการเกิดแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยานิวเคลียส ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค เสถียรภาพของนิวเคลียส กัมมันตภาพรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ และฟิสิกส์อนุภาค โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิจนและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุงและหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติละสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติ และพลังงานในระบบทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยานิวเคลียส ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...8...ข้อ

2. สืบค้นและอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

3. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ

5. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์

6. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา

8. อธิบายแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

10. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่างๆ

11. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐาน และการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในด้านต่างๆ

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...3...ข้อ

1. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ ไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

7. อธิบายและคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีที่เหลือจากการสลายและครึ่งชีวิต

9. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน และฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	หน่วยที่ 1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	ผลการเรียนรู้ที่ 2	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	30	-10 -5 -5
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 1			-20
2	หน่วยที่ 2 ฟิสิกส์อะตอม	ผลการเรียนรู้ที่ 3,4 และ 5	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-10 -5 -5
3	หน่วยที่ 3 ฟิสิกส์นิวเคลียร์และ ฟิสิกส์อนุภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 6,8,10 และ 11	- แบบฝึกหัด - สอบเก็บคะแนน - แผนภาพความคิด	15	-10 -5 -5
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 7 และ 9			-20

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 40 : 50 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-10	หน่วยที่ 1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	ผลการเรียนรู้ที่ 2	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	30
11-15	หน่วยที่ 2 ฟิสิกส์อะตอม	ผลการเรียนรู้ที่ 3,4 และ 5	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15
16-20	หน่วยที่ 3 ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค	ผลการเรียนรู้ที่ 6,8,10 และ 11	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es (5Es instructional Model) - แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning)	15

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา เคมี 5 รหัสวิชา ว33228 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิเคราะห์ เกี่ยวกับการเกิดสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามที่พบในชีวิตประจำวัน เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้าง แบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของ สารประกอบอินทรีย์วิเคราะห์โครงสร้างและระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่างๆ วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสและปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม ศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ ทดสอบและระบุประเภทของพลาสติก และผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่าง ผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การสำรวจตรวจสอบ การฝึกทักษะการคิด การแก้ปัญหาและการทดลองโดยใช้ศาสตร์พระราช

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม เพื่อให้มีความพอเพียงในการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี 1 : เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้**ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...10...ข้อ**

1. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน

2. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของ สารประกอบอินทรีย์

3. วิเคราะห์โครงสร้างและระบุประเภทของ สารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน

4. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ

IUPAC

5. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ

6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน

7. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

8. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสและปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน

9. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน

10. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...5...ข้อ

11. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์ หรือพอลิเมอร์

12. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

13. ทดสอบและระบุประเภทของพลาสติก และผลิตภัณฑ์รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

14. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์

15. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์ พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	อินทรีย์ เคมี (29 ชม.)	ข้อ 1,2,3,4,5,6,7,8,9	- แผนผังโมเลกุล - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	29	30
	สอบกลางภาค	ข้อ 1,2,3,4,5,6,7,8,9	ทำแบบทดสอบ	1	20
2	อินทรีย์ เคมี (8 ชม.) (ต่อ)	ข้อ 4, 6,10	- แผนผังโมเลกุล - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	8	8
3	พอลิเมอร์ (21 ชม.)	ข้อ 11,12,13,14,15	- แผนผังโมเลกุล - ใบงาน - การปฏิบัติการทดลอง - แบบทดสอบ	21	22
	สอบปลายภาค	ข้อ 11,12,13,14,15	ทำแบบทดสอบ	1	20
				20	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับที่/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการ เรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อินทรีย์เคมี (37 ชม.)			
1	เรื่อง ปฐมนิเทศ	-	บรรยาย	1
2	เรื่อง พันธะและการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	ข้อที่ 1,2	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
3	เรื่อง ไอโซเมอร์และหมู่ฟังก์ชัน	ข้อที่ 3,5	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
4	เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	ข้อที่ 7	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
5	เรื่อง สารประกอบอัลเคนและสารประกอบอัลคีน	ข้อที่ 4,6	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
6	เรื่อง สารประกอบอัลไคน์และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	ข้อที่ 4,6	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
7	เรื่อง แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์	ข้อที่ 4,6	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
8	เรื่อง แอลดีไฮด์และคีโตน	ข้อที่ 4,6	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
9	เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์	ข้อที่ 4,6,8,9	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
10	เรื่อง เอมีน	ข้อที่ 4,6	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
11	เรื่อง เอไมด์	ข้อที่ 4,6,8	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	2
12	เรื่อง การใช้ประโยชน์ของสารประกอบอินทรีย์	ข้อที่ 10	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พอลิเมอร์ (21 ชม.)			
13	เรื่อง ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์	ข้อที่ 11	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	5
14	เรื่อง โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	ข้อที่ 12	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
15	เรื่อง พลาสติก	ข้อที่ 13	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
16	เรื่อง ยาง	ข้อที่ 13,14	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4
17	เรื่อง ผลกระทบที่เกิดจากการใช้และกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์	ข้อที่ 15	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es	4

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา เคมี 6 รหัสวิชา ว31229 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิเคราะห์ กำหนดปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ ทางเคมี ร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม

โดยเน้น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อ แก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ นำเสนอ ผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการ แก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ แสดง หลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูลการอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การสำรวจตรวจสอบ การฝึกทักษะการคิด การแก้ปัญหาและการทดลองโดยใช้ศาสตร์พระราชานิเทศการ

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม เพื่อให้มีความพอเพียงในการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี 3 : เข้าใจหลักการปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณ ปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบาย ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...2...ข้อ

1. กำหนดปัญหาและนำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม

2. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและ ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อ แก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...2....ข้อ

3. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการ แก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

4. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ รวมทั้งหมด 4 ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	เคมีกับการแก้ปัญหา	ข้อ1,2,3,4	- รายงานผลการทดลอง เรื่อง การ แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความรู้ทางเคมี	15	15
			- รายงานผลการทดลอง เรื่อง สายไฟ แป็งโค้ว	14	15
	สอบกลางภาค	ข้อที่ 1,2	ทำแบบทดสอบ	1	20
			รายงานผลการทดลอง เรื่อง การ แก้ปัญหาโดยการบูรณาการความรู้	14	15
			นำเสนอรูปแบบการเขียนบรรณานุกรม สืบค้นข้อมูลวิธีการเขียนอ้างอิงแบบ แทรกในเนื้อหา รายงานการจัดทำ และนำเสนอข้อมูล ในโปรสเตอร์	12	12
			รายงานกิจกรรมสืบค้นข้อมูลงาน ประชุมวิชาการ	3	3
	สอบปลายภาค	ข้อที่ 3,4	ทำแบบทดสอบ	1	20
				20	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหา (58 ชม.)			
	เรื่อง ปฐมนิเทศ	-	บรรยาย	1
	เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา	ข้อที่ 1	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	14
	เรื่อง การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหา (1)	ข้อที่ 2	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	14
	เรื่อง การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหา (2)	ข้อที่ 2	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	14
	เรื่อง การนำเสนอผลงาน	ข้อที่ 3	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	12
	เรื่อง การเข้าร่วมประชุมวิชาการ	ข้อที่ 4	แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5Es	3

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ชีววิทยา 5 รหัสวิชา ว33248 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ การสืบพันธุ์ของสัตว์ การสืบพันธุ์ของมนุษย์ การเจริญเติบโตของสัตว์ และการเจริญเติบโตของมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การรับรู้และการตอบสนองของสัตว์ เซลล์ประสาท การทำงานของเซลล์ประสาท ศูนย์ควบคุมระบบประสาท การทำงานของระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก ศึกษาเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ต่อมไร้ท่อ ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอรโมน และฟีโรโมน ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว การเคลื่อนที่ของสัตว์ และการเคลื่อนที่ของมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของสัตว์ ประเภทของพฤติกรรม ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับพัฒนาการของระบบประสาท และการสื่อสารระหว่างสัตว์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และการสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...9...ข้อ

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
2. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท
3. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท
4. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่างๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง
6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ
7. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกันและรักษา
8. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอด โฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง
9. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอรโมน

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...10...ข้อ

10. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ใส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก
11. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์
12. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่าง ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์
13. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์
14. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง
15. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์
16. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่ และมนุษย์
17. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์
18. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท
19. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสารระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	การรับรู้และการตอบสนอง ของสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	5
2	โครงสร้างและการทำงานของ เซลล์ประสาท	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 2	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	5
3	ศูนย์ควบคุมระบบประสาท ของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 3 -5	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	5
4	การทำงานของระบบ ประสาท	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	5
5	อวัยวะรับความรู้สึก	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	4	5
6	การทำงานร่วมกันของ ระบบต่อมไร้ท่อและระบบ ประสาท	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	5
7	ต่อมไร้ท่อ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 9	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	
8	ฮอร์โมนและการทำงานของ ของฮอร์โมน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 9	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	7	
9	การรักษาสมดุลของ ฮอร์โมน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 9	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่	ทำแบบทดสอบ	3	20
10	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียว	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	4
11	การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มี กระดูกสันหลัง	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	8
12	การเคลื่อนที่ของสัตว์มี กระดูกสันหลัง	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
13	การเคลื่อนที่ของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 11-12	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	2
14	การสืบพันธุ์ของสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 13	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	2
15	การสืบพันธุ์ของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 14-15	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	2

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
16	การเจริญเติบโตของสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	5	2
17	การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 17	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
18	กลไกการเกิดพฤติกรรม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 17	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	2
19	ประเภทพฤติกรรมของสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 17	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
20	ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและวิวัฒนาการของระบบประสาท	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 18	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	2	2
21	การสื่อสารระหว่างสัตว์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 19	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	1	
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10-19	ทำแบบทดสอบ	3	20
				60	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	การรับรู้และการตอบสนองของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 1	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	2
1-3	โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาท	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 2	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	6
3-4	ศูนย์ควบคุมระบบประสาทของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 3-5	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	2
4	การทำงานของระบบประสาท	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 6	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	2
4-6	อวัยวะรับความรู้สึก	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 7	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	4
6	การทำงานร่วมกันของระบบต่อมไร้ท่อและระบบประสาท	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 8	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	1
6	ต่อมไร้ท่อ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 9	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	1
7-8	ฮอร์โมนและการทำงานของฮอร์โมน	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 9	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	7
9	การรักษาสมดุลของฮอร์โมน	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 9	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	2
11	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 10	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	1
11	การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 10	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	1
11	การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 10	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	1
12	การเคลื่อนที่ของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 11-12	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	3
13	การสืบพันธุ์ของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 13	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	3
14-15	การสืบพันธุ์ของมนุษย์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 14-15	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	6

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
16-17	การเจริญเติบโตของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 16	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	5
17	การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 17	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	1
17	กลไกการเกิดพฤติกรรม	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 17	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	1
18	ประเภทพฤติกรรมของสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 17	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	2
18-19	ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและ วิวัฒนาการของระบบประสาท	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 18	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	2
19	การสื่อสารระหว่างสัตว์	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 19	วิธีการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	1

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา ชีววิทยา 6 รหัสวิชา ว31249 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.5 หน่วยกิต 3 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของชีวิตบนโลก อาณาจักรทั้ง 5 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ ไบโอม การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรสารในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ ประชากร ลักษณะของประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร ปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร มนุษย์และความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรอากาศ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์ป่า

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำ และวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...5...ข้อ

1. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
3. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
4. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์
5. สร้างได้โคโคโตนัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...13...ข้อ

- 6.วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
- 7.อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนีฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนีฟิเคชัน
- 8.สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพเพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
- 9.สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก
- 10.สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ

- 11.สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่างและสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด
- 12 สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก
- 13.อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร
14. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข้ปัญหา
15. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข้ปัญหา
- 16.วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข้ปัญหา
17. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้
18. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ความหลากหลายทางชีวภาพ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	5
2	ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 2-5	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	18	20
3	การศึกษาความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 2-5	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	5
	สอบกลางภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่	ทำแบบทดสอบ	3	20
4	ระบบนิเวศ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	5
5	ไบโอม	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	4
6	การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	4
7	ประชากร	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 11-13	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	5
8	ประเภทของ ทรัพยากรธรรมชาติ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 14-15	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	4
9	การใช้ประโยชน์จาก ทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหา และการจัดการ	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	4
10	การอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 17-18	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	3	4
	สอบปลายภาค	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 10-19	ทำแบบทดสอบ	3	20
				20	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ความหลากหลายทางชีวภาพ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 1	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	3
2-7	ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 2-5	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	18
8-9	การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 2-5	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	6
11-12	ระบบนิเวศ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 6	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	6
13	ไบโอม	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 7	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	3
13	การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 10	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	3
15-16	ประชากร	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 11-13	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	6
17	ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 14-15	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	3
18	การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและการจัดการ	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 16	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	3
19	การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน	ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 17-18	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	3

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา สมุทรศาสตร์ รหัสวิชา ว30248 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทางทะเล สภาพแวดล้อมทางทะเล สิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น แบคทีเรีย ฟังไจ แพลงก์ตอน ปลา สัตว์เลื้อยคลาน พืชในทะเล สภาพแวดล้อมและพืชพันธุ์ในป่าชายเลน ถิ่นที่อยู่และประชาคมสิ่งมีชีวิตแบบต่างๆ ในทะเล ปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง ทรัพยากรทางทะเล และการใช้ประโยชน์ มลพิษทางทะเล

โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมและจริยธรรม

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...5...ข้อ

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทางทะเล สภาพแวดล้อมทางทะเล
2. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตในทะเล
3. สืบค้นข้อมูล อธิบายสภาพแวดล้อมและพืชพันธุ์ในป่าชายเลน
4. อธิบายถึงความสำคัญของถิ่นที่อยู่และประชาคมสิ่งมีชีวิตแบบต่างๆ ในทะเล
5. อธิบายปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...2...ข้อ

6. อภิปราย และบอกความสำคัญของทรัพยากรทางทะเลและการใช้ประโยชน์
7. อภิปราย และบอกความสำคัญของมลพิษทางทะเลพร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไข

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ทะเลและมหาสมุทร	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	10
2	ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ใน ทะเล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 2-4	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	10
3	ปรากฏการณ์ต่างๆ ในทะเล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	6	10
	สอบกลางภาค	ข้อที่ 6	ทำแบบทดสอบ	2	20
4	ทรัพยากรทางทะเลและการใช้ ประโยชน์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	9	15
5	ปัญหามลภาวะทางทะเลและแนว ทางการแก้ไข	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	9	15
4	ทรัพยากรทางทะเลและการใช้ ประโยชน์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6	- ใบงาน - แบบฝึกหัด	9	15
	สอบปลายภาค	ข้อที่ 7	ทำแบบทดสอบ	2	20
				40	100

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

ลำดับ/แผนการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-3	ทะเลและมหาสมุทร	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	6
4-6	ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในทะเล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 2-4	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	6
7-9	ปรากฏการณ์ต่างๆ ในทะเล	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	6
11-15	ทรัพยากรทางทะเลและการใช้ประโยชน์	ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)	10

โครงการจัดการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชา คอมพิวเตอร์เพื่องานนำเสนอ รหัสวิชา ว30249 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 1.0 หน่วยกิต 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการใช้โปรแกรมนำเสนอ การออกแบบเค้าโครงงานนำเสนอ การสร้างงานนำเสนอ การตกแต่ง งานนำเสนอการใช้เทคนิคพิเศษสร้างงานนำเสนอ การเชื่อมโยงแพ็คเกจงานนำเสนอ การนำเสนอผลงาน ศึกษาหลักการใช้โปรแกรมตารางการทำงาน การป้อนข้อมูล การคำนวณอย่างง่ายการตกแต่งตาราง การเชื่อมโยงข้อมูล การนำเสนอโดยแผนภูมิ และ การใช้โปรแกรมตารางสร้างงานจากจินตนาการ

โดยใช้กระบวนการฝึกทักษะการปฏิบัติและออกแบบอย่างมีขั้นตอน โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการสร้างสรรค์ หรือพัฒนางาน ตามความคิด อันนำไปสู่ความมีวินัยใฝ่ศึกษา และพัฒนาตนเอง

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถใช้เทคโนโลยีแบบสื่อผสมในการนำเสนองานต่าง ๆ ได้ และเห็นคุณค่าของเทคโนโลยี สามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมีจิตสำนึกที่ดีทั้งด้านคุณธรรม จริยธรรมต่อสังคม มีความรับผิดชอบ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงานอย่างมีระบบ

ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ระหว่างทาง จำนวน...5....ข้อ

- 1.สามารถใช้โปรแกรมนำเสนอและออกแบบเค้าโครงงานนำเสนอได้
- 2.สามารถสร้างงานนำเสนอ ตกแต่งและใช้เทคนิคพิเศษได้
- 3.สามารถสร้างตาราง กราฟและผังองค์กรได้
- 4.สามารถใส่มีเดียเดี่ยว เอฟเฟกต์และเชื่อมโยงให้กับสไลด์
- 5.สามารถสร้างงานนำเสนอบนอินเทอร์เน็ตได้

ผลการเรียนรู้ปลายทาง จำนวน...2....ข้อ

- 1.สามารถนำเสนอผลงานและนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม
- 2.สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมนำเสนอผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและเผยแพร่ผ่านออนไลน์ได้อย่างสร้างสรรค์

โครงสร้างรายวิชา

ที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ภาระงาน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	รู้จักโปรแกรมนำเสนอ	ข้อที่ 1	ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ออกแบบเค้า โครงการนำเสนอ ใบงานที่ 1.2 เรื่อง เครื่องมือสร้างงาน นำเสนอ	2 4	4 6
2	สร้างข้อความด้วยโปรแกรม นำเสนอ	ข้อที่ 2	ใบงานที่ 2.1 เรื่อง การใช้โปรแกรมและ เครื่องมือ ใบงานที่ 2.2 เรื่อง สร้างงานนำเสนอ ตามแบบ	4 2	6 4
3	สร้างภาพ 3 มิติ	ข้อที่ 3	ใบงานที่ 3.1 เรื่อง ภาพและเทคนิค พิเศษ	6	10
	สอบกลางภาค	ข้อที่ 6	สอบปฏิบัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์	2	20
4	สร้างอัลบั้มภาพ	ข้อที่ 4	ใบงานที่ 4 เรื่อง อัลบั้มภาพและการ เชื่อมโยง	4	10
5	สร้าง infographic	ข้อที่ 4 ข้อที่ 5	ใบงานที่ 5.1 เรื่อง ภาพ infographic แบบออฟไลน์ ใบงานที่ 5.2 เรื่อง ภาพ infographic แบบออนไลน์	2 2	5 5
6	นำเสนอผลงาน	ข้อที่ 5 ข้อที่ 6 ข้อที่ 7	ใบงานที่ 6.1 เรื่อง นำเสนอผลงาน แบบออฟไลน์ ใบงานที่ 6.2 เรื่อง นำเสนอผลงาน แบบออนไลน์	4 6	4 6
	สอบปลายภาค	ข้อที่ 6 ข้อที่ 7	สอบปฏิบัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์	2	20

อัตราส่วนคะแนน

คะแนนเก็บระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค = 80 : 20

K : P : A = 50 : 40 : 10

รวม 100 คะแนน

โครงการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมตลอดภาคเรียน

สัปดาห์/ แผนการ เรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้/เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1-3 /1	1. รู้จักโปรแกรมนำเสนอ -โปรแกรม PowerPoint -ความหมายของการนำเสนอ -จุดมุ่งหมายของการนำเสนอ -ประเภทของการนำเสนอ -หลักการพื้นฐานของการนำเสนอ	ข้อที่ 1	-ศึกษาค้นคว้า -ทำใบงาน	6
4-6 /2	2. สร้างข้อความด้วยโปรแกรมนำเสนอ -การสร้างข้อความด้วยโปรแกรม PowerPoint -การพิมพ์ข้อความผ่านเค้าโครงสไลด์ -การพิมพ์ข้อความผ่านกล่องข้อความ -การสร้างข้อความเป็นอักษรศิลป์ -เครื่องมือจัดรูปแบบข้อความในสไลด์	ข้อที่ 2	-สาธิต -ฝึกปฏิบัติการด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ -ทำใบงาน -ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม	6
7-9 /3	3. สร้างภาพ 3 มิติ -การสร้างรูปภาพด้วยโปรแกรม PowerPoint -การแทรกภาพทางไฟล์ -การแทรกภาพออนไลน์ -การแทรกภาพจากไอคอนเนื้อหา -เครื่องมือตกแต่งรูปภาพ -การปรับขนาดและหมุนรูปภาพ -การจัดกลุ่มรูปภาพ	ข้อที่ 3	-สาธิต -ฝึกปฏิบัติการด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ -ทำใบงาน -ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม	6
10-11 /4	4. สร้างอัลบั้มภาพ -การสร้างอัลบั้มภาพ ด้วยโปรแกรม PowerPoint -การสร้างสไลด์อัลบั้มภาพ -การแก้ไขอัลบั้มภาพ -การใส่เอฟเฟกต์การเปลี่ยนแผ่นสไลด์ -การใส่เสียงลงในสไลด์	ข้อที่ 4	-สาธิต -ฝึกปฏิบัติการด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ -ทำใบงาน -ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม	4

ส่วนที่ 4

การตัดสินผลการเรียน

การตัดสินผลการเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดหลักเกณฑ์การวัดและประเมินผล การเรียนรู้เพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียน ดังนี้

1. การตัดสินเพื่อให้ระดับผลการเรียนรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้ให้ใช้ตัวเลขแสดงระดับผลการเรียน เป็น 8 ระดับ

ระดับผลการเรียน	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
4	ดีเยี่ยม	80-100
3.5	ดีมาก	75-79
3	ดี	70-74
2.5	ค่อนข้างดี	65-69
2	ปานกลาง	60-64
1.5	พอใช้	55-59
1	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	50-54
0	ต่ำกว่าเกณฑ์	0-49

ในกรณีที่ไม่สามารถให้ระดับผลการเรียนเป็น 8 ระดับได้ ให้ใช้ตัวอักษรระบุเงื่อนไขของผลการเรียน ดังนี้
มส หมายถึง ผู้เรียนไม่มีสิทธิเข้ารับการวัดผลปลายภาคเรียน เนื่องจากผู้เรียนมีเวลาเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 ของเวลาเรียนแต่ละรายวิชา และไม่ได้รับการผ่อนผันให้เข้ารับการวัดผลปลายภาคเรียน

ร หมายถึง รอคการตัดสินและยังตัดสินผลการเรียนไม่ได้ เนื่องจากผู้เรียนไม่มีข้อมูลผลการเรียนรายวิชานั้น ครบถ้วน ได้แก่ ไม่ได้วัดผลระหว่างภาคเรียน/ ปลายภาคเรียน ไม่ได้ส่งงานที่มอบหมายให้ทำ ซึ่งงานนั้นเป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินผลการเรียน หรือมีเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ประเมินผลการเรียนไม่ได้

2. การประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์ และเขียน เพื่อการเลื่อนชั้นและจบการศึกษา กำหนดเกณฑ์การตัดสิน เป็น 4 ระดับ และความหมายของแต่ละระดับ ดังนี้

ดีเยี่ยม หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีคุณภาพ ดีเลิศอยู่เสมอ

ดี หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีคุณภาพ เป็นที่ยอมรับ

ผ่าน หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีคุณภาพ เป็นที่ยอมรับ แต่ยังมีข้อบกพร่องบางประการ

ไม่ผ่าน หมายถึง ไม่มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน หรือถ้ามีผลงาน ผลงานนั้นยังมีข้อบกพร่องที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขหลายประการ

3. การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์รวมทุกคุณลักษณะ เพื่อการเลื่อนชั้นและจบการศึกษา กำหนดเกณฑ์การตัดสินเป็น 4 ระดับ และความหมายของแต่ละระดับ ดังนี้

ดีเยี่ยม หมายถึง ผู้เรียนปฏิบัติตามคุณลักษณะจนเป็นนิสัยและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อประโยชน์สุขของตนเองและสังคม โดยพิจารณาจากผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน 5-8 คุณลักษณะ และไม่มีคุณลักษณะใดได้ผลการประเมินต่ำกว่าระดับดี

ดี หมายถึง ผู้เรียนมีคุณลักษณะในการปฏิบัติตามเกณฑ์ เพื่อให้เป็นการยอมรับของสังคม โดยพิจารณาจาก

- 1) ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน 1-4 คุณลักษณะ และไม่มีคุณลักษณะใดได้ผลการประเมินต่ำกว่าระดับดี หรือ
- 2) ได้ผลการประเมินระดับดีทั้ง 8 คุณลักษณะ หรือ
- 3) ได้ผลการประเมินตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป จำนวน 5-7 คุณลักษณะ และมีบางคุณลักษณะได้ผลการประเมินระดับผ่าน

ผ่าน หมายถึง ผู้เรียนรับรู้และปฏิบัติตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่สถานศึกษากำหนด โดยพิจารณาจาก

- 1) ได้ผลการประเมินระดับผ่านทั้ง 8 คุณลักษณะ หรือ
- 2) ได้ผลการประเมินตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป จำนวน 1-4 คุณลักษณะ และคุณลักษณะที่เหลือได้ผลการประเมินระดับผ่าน

ไม่ผ่าน หมายถึง ผู้เรียนรับรู้และปฏิบัติได้ไม่ครบตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่สถานศึกษากำหนด โดยพิจารณาจากผลการประเมินระดับไม่ผ่าน ตั้งแต่ 1 คุณลักษณะ

ภาคผนวก
คณะผู้จัดทำ

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1.นางรัตติญา บุญเรือง | ประธานกรรมการ |
| 2.นายอุดม ช่วยคงคา | กรรมการ |
| 3.นางศิวาพร คำนวน | กรรมการ |
| 4.นางวลัยภรณ์ บุญปราบ | กรรมการ |
| 5.นายกันต์ ผ่องมิ่ง | กรรมการ |
| 6.นายอิลยาส หมากปาน | กรรมการและเลขานุการ |



โรงเรียนเสาชิงช้า

124/10 ม.7 ต.เสาชิงช้า อ.รัตนบุรี จ.นครราชสีมา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครราชสีมา

✉ 80032019@sea12.go.th

🌐 www.saothongwittaya.ac.th