หลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์

พุทธศักราช ๒๕๖๗

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบหลักสูตร

โรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

เอกสารประกอบหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ ได้จัดทำขึ้นตามแนวทางที่กำหนดไว้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ และเป็นไปตามมาตรา ๒๗ วรรคสอง แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ ซึ่งกำหนดให้สถานศึกษามีหน้าที่จัดทำสาระของหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักการ จุดหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนด เพื่อตอบสนองต่อความต้องการในส่วนที่เกี่ยวกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะที่พึงประสงค์เพื่อให้เยาวชนเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคมและประเทศชาติ

ปี พ.ศ. ๒๕๕๓ กระทรวงศึกษาธิการ โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดำเนินงานโครงการโรงเรียนสู่มาตรฐานสากล เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษา ยกระดับโรงเรียนให้มีการจัดการเรียนการสอนและการบริหารระบบคุณภาพ (**Quality System**) มุ่งให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (**Learner Profile**) มีความรู้เทียบเคียงมาตรฐานสากล (**World Class Standard**) ผู้เรียนมีคุณภาพเป็นพลโลก (**World citizen**) คือ มีความเป็นเลิศทางวิชาการ สื่อสารสองภาษา ล้ำหน้าทางความคิด ผลิตงานสร้างสรรค์ และร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก

โรงเรียนเบิดพิทยาได้เข้าร่วมโครงการ “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ตามนโยบายของรัฐบาล โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนมุ่งมั่นในการดำเนินงานโครงการนี้ เพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ เพิ่มเติมทำตัวชี้วัดระหว่างทางและปลายทางหวังเพื่อให้นักเรียนเป็น “ผู้ประพฤติดี มีความรู้ เป็นพลโลกที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล”

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้จัดทำเอกสารประกอบหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพิ่มเติมทำตัวชี้วัดระหว่างทางและปลายทาง หวังเพื่อให้นักเรียนเป็น “ผู้ประพฤติดี มีความรู้ เป็นพลโลกที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล” ประกอบด้วย ส่วนนำ โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา คำอธิบายรายวิชา เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทางโรงเรียนได้กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้ที่นำหลักสูตรไปใช้ได้เข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องและบรรลุผลตามที่ต้องการ

เอกสารประกอบหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพิ่มเติมทำตัวชี้วัดระหว่างทางและปลายทางฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีก็ด้วยความร่วมมือและช่วยเหลือจากบุคลหลายฝ่าย ประกอบด้วย ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน ผู้ปกครอง นักเรียน คณะครูและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคส่วนที่มีส่วนร่วมดำเนินการ ทางโรงเรียนจึงขอขอบพระคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ประกาศ	ค
ส่วนนำ	๑
ความนำหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ มัธยมศึกษาตอนปลาย	๒
วิสัยทัศน์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	๔
วิสัยทัศน์ของหลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์	๔
หลักการ	๖
จุดมุ่งหมาย	๖
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	๗
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	๗
คุณลักษณะผู้เรียนในศตวรรษ ๒๑	๘
คุณภาพผู้เรียนมีศักยภาพพลโลก	๘
มาตรฐานการเรียนรู้	๙
ตัวชี้วัด	๑๐
ความสัมพันธ์ของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	๑๑
วิสัยทัศน์ พันธกิจ อัตลักษณ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	๑๑
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	๑๓
คุณภาพผู้เรียน	๑๗
ตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทางสาระการเรียนรู้พื้นฐาน	๒๐
ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	๓๑
โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โครงสร้างรายวิชา	๑๑๘
คำอธิบายรายวิชา	๒๕๐
การจัดการเรียนรู้	๓๑๒
เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล	๓๒๓
อภิธานศัพท์	๓๔๘
ภาคผนวก	๓๕๕

ประกาศโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์
เรื่อง ให้ใช้หลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง ๒๕๖๐)

.....

อาศัยคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการได้มีคำสั่งที่ สพฐ. ๒๙๓/๒๕๕๑ ลงวันที่ ๓๑ กรกฎาคม ๒๕๕๑ เรื่อง ให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ และจากประเด็นหนังสือด่วนที่สุด ที่ ศธ ๐๔๐๑๐/ว ๑๕๔๓ ลงวันที่ ๒๓ มิถุนายน ๒๕๖๖ เรื่อง ซักซ้อมความเข้าใจเกี่ยวกับตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ และแนวทางการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทางและเกณฑ์การตัดสินผลการเรียน โดยตามการพิจารณาเห็นชอบอนุมัติให้ใช้หลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง ๒๕๖๐) ซึ่งเป็นหลักสูตรอิงมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางของการใช้หลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา จากคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ทั้งนี้หลักสูตรโรงเรียนได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
เมื่อวันที่ ๘ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ โรงเรียนจึงประกาศใช้หลักสูตรโรงเรียนตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๘ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๗

(นายสุพิศ กิ่งมณี)
ประธานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
โรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์

(นายประเสริฐ สันทอง)
ผู้อำนวยการโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์

ส่วนที่๑

ส่วนนำ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗

ความนำ

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๔๔ ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยกำหนดจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีขีดความสามารถ ในการแข่งขันในเวทีระดับโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๔๔) พร้อมกันนี้ได้ปรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับเจตนารมณ์แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ ที่มุ่งเน้นการกระจายอำนาจทางการศึกษาให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาได้มีบทบาทและมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น (สำนักนายกรัฐมนตรี, ๒๕๔๒)

จากการวิจัย และติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรในช่วงระยะ ๖ ปีที่ผ่านมา (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, ๒๕๔๖ ก., ๒๕๔๖ ข., ๒๕๔๘ ก., ๒๕๔๘ ข.; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, ๒๕๔๗ ; สำนักผู้ตรวจราชการและติดตามประเมินผล, ๒๕๔๘; สุวิมล ว่องวาณิช และ นงลักษณ์ วิรัชชัย, ๒๕๔๗; Nutravong, ๒๐๐๒; Kittisunthorn, ๒๐๐๓) พบว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๔๔ มีจุดดีหลายประการ เช่น ช่วยส่งเสริมการกระจายอำนาจทางการศึกษาทำให้ท้องถิ่นและสถานศึกษามีส่วนร่วมและมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น และมีแนวคิดและหลักการในการส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวมอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวยังได้สะท้อนให้เห็นถึงประเด็นที่เป็นปัญหาและความไม่ชัดเจนของหลักสูตรหลายประการทั้งในส่วนของเอกสารหลักสูตร กระบวนการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ และผลผลิตที่เกิดจากการใช้หลักสูตร ได้แก่ ปัญหาความสับสนของผู้ปฏิบัติในระดับสถานศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา สถานศึกษาส่วนใหญ่กำหนดสาระและผลการเรียนรู้ ที่คาดหวังไว้มาก ทำให้เกิดปัญหาหลักสูตรแน่น การวัดและประเมินผลไม่สะท้อนมาตรฐาน ส่งผลต่อปัญหาการจัดทำเอกสารหลักฐานทางการศึกษาและการเทียบโอนผลการเรียน รวมทั้งปัญหาคุณภาพของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะ ความสามารถและคุณลักษณะที่พึงประสงค์อันยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

การศึกษาข้อมูลทิศทางและกรอบยุทธศาสตร์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๖๔) ซึ่งเกิด ขึ้นในช่วงเวลาของการปฏิรูปประเทศและสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเชื่อมโยงใกล้ชิดกันมากขึ้น โดยจัดทำบนพื้นฐานของกรอบ ยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙) ซึ่งเป็นแผนหลักของการพัฒนาประเทศ และเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๗๙ รวมทั้งการปรับโครงสร้างประเทศไปสู่ประเทศไทย ๔.๐ ซึ่งยุทธศาสตร์ชาติที่จะใช้เป็นกรอบแนวทางการพัฒนาในระยะ ๒๐ ปีต่อจากนี้ ประกอบด้วย ๖ ยุทธศาสตร์ ได้แก่ (๑) ยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง (๒) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้าง

ความสามารถในการแข่งขัน (๓) ยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน (๔) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างโอกาสความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม (๕) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างการเติบโตบน

คุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและ (๖) ยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ เพื่อมุ่งสู่วิสัยทัศน์ และทิศทางการพัฒนาประเทศ “ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” เป็นประเทศพัฒนาแล้วด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ประเด็นที่สำคัญเพื่อแปลงแผนไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างแท้จริงตามยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน คือ การเตรียมพร้อมด้านกำลังคนและการเสริมสร้างศักยภาพของประชากรในทุกช่วงวัย มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพทุนมนุษย์ของประเทศ โดยพัฒนาคนให้เหมาะสมตามช่วงวัย เพื่อให้เติบโตอย่างมีคุณภาพ การพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ ๒๑ ของคนในแต่ละช่วงวัยตามความเหมาะสม การเตรียมความพร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต ตลอดจนการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ

ปี พ.ศ. ๒๕๕๓ กระทรวงศึกษาธิการ โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดำเนินงานโครงการโรงเรียนสู่มาตรฐานสากล เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษา ยกระดับโรงเรียนให้มีการจัดการเรียนการสอน และการบริหารระบบคุณภาพ (Quality System) มุ่งให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Learner Profile) มีความรู้เทียบเคียงมาตรฐานสากล (World Class Standard) ผู้เรียนมีคุณภาพเป็นพลโลก (World citizen) คือ มีความเป็นเลิศทางวิชาการ สื่อสารสองภาษา ล้ำหน้าทางความคิด ผลิตงานสร้างสรรค์ และร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก

โรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมโครงการโรงเรียนสู่มาตรฐานสากล และได้ผ่านเกณฑ์รางวัลคุณภาพ แห่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (OBECQA) ของโครงการโรงเรียนมาตรฐานสากล ปี ๒๕๖๔ แล้วนั้น และเข้าร่วมโครงการ “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ตามนโยบายของรัฐบาล โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนมุ่งมั่นในการดำเนินงาน เพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ หลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากล หวังเพื่อให้นักเรียนเป็น “ผู้ประพฤติดี มีความรู้ เป็นพลโลกที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล”

กลุ่มสาระการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้จัดทำเอกสารประกอบหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนลี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพิ่มเติมทำตัวชี้วัดระหว่างทางและปลายทาง หวังเพื่อให้นักเรียนเป็น “ผู้ประพฤติดี มีความรู้ เป็นพลโลกที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล”

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ช่วยทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในทุกระดับเห็นผลคาดหวังที่ต้องการในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ชัดเจนตลอดแนวซึ่งจะสามารถช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับท้องถิ่นและสถานศึกษาร่วมกันพัฒนาหลักสูตรได้อย่างมั่นใจ ทำให้การจัดทำหลักสูตรในระดับสถานศึกษามีคุณภาพและมีความเป็นเอกภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้เกิดความชัดเจนเรื่องการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และช่วยแก้ปัญหาการเทียบโอนระหว่างสถานศึกษา ดังนั้นในการพัฒนาหลักสูตรในทุกระดับตั้งแต่ระดับชาติจนกระทั่งถึงสถานศึกษา จะต้องสะท้อนคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งเป็นกรอบทิศทางในการจัดการศึกษาทุกรูปแบบและครอบคลุมผู้เรียนทุกกลุ่มเป้าหมายในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่คาดหวังได้ ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติ ชุมชน ครอบครัว และบุคคลต้องร่วมรับผิดชอบ โดยร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบ และต่อเนื่อง ในการวางแผน ดำเนินการ ส่งเสริมสนับสนุน ตรวจสอบ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาเยาวชนของชาติไปสู่คุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

วิสัยทัศน์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ โรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ มีวิสัยทัศน์ดังนี้

วิสัยทัศน์ของหลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์

วิสัยทัศน์ (VISION)

พัฒนาผู้เรียน ให้มีความรู้คู่คุณธรรม ก้าวนำเทคโนโลยี สื่อสารดีสองภาษา เทียบเคียงมาตรฐานสากล เป็นพลโลกตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ภายในปี ๒๕๖๗

พันธกิจ (MISSION)

๑. พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานสากล สู่ความเป็นเลิศทางวิชาการอย่างยั่งยืน

๒. พัฒนา ส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีความรู้ ความสามารถ มีคุณภาพตามมาตรฐานวิชาชีพ

๓. พัฒนา ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา และมาตรฐานสากล มีสุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่สมบูรณ์

๔. พัฒนาการบริหารจัดการศึกษาโดยน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาพัฒนาผู้เรียน และบุคลากรให้มีทักษะชีวิตที่ดี

๕. ปลูกฝังผู้เรียนให้เป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรม รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

๖. ประสานความร่วมมือระหว่างโรงเรียน ผู้ปกครอง ชุมชน และสร้างภาคีเครือข่าย เพื่อสนับสนุนการจัดการศึกษา

อัตลักษณ์ (Identity)

ยิ้มง่าย : SMILE

S = Smart = เก่ง, ฉลาด

M = Moral = คุณธรรม (ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ความรับผิดชอบ มีจิตสาธารณะ อยู่อย่างพอเพียง)

I = Intellect = สติปัญญา

L = Leadership = ความเป็นผู้นำ

E = Elegant = ความสง่างาม

เอกลักษณ์

คุณธรรม นำ ความรู้

คือ เป็นผู้มีคุณธรรมที่ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ความรับผิดชอบ มีจิตสาธารณะ อยู่อย่างพอเพียง มีความรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดและมีความรู้ตามหลักสูตรเทียบเคียงมาตรฐานสากล

ปรัชญาของโรงเรียน

ปญฺญาว ธเนน เสยฺโย ปัญญาย่อมประเสริฐกว่าทรัพย์

คติพจน์ของโรงเรียน

สะอาด สามัคคี มีวินัย ใจมั่นคง

วัฒนธรรมองค์กร

รู้รักสามัคคี มีจิตอาสา ร่วมพัฒนาองค์กร

ค่านิยมองค์กร

ทำงานสำเร็จ เสร็จทันเวลา

เป้าประสงค์ (OBJECTIVE)

๑. โรงเรียนมีหลักสูตรและกระบวนการจัดการเรียนรู้เทียบเคียงมาตรฐานสากล ผู้เรียนมีความรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๐) และเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ขับเคลื่อนการจัดการศึกษาสู่ความเป็นพลโลก

๒. โรงเรียน บริหาร และจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอย่างเป็นระบบ ด้วยเงื่อนไขความรู้ คุณธรรม ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

๓. ผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษา บริหารและจัดการความรู้ที่มุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ สู่มาตรฐานวิชาชีพและเป็นมืออาชีพตามหลักธรรมาภิบาล

๔. ผู้เรียนมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ภาษาอังกฤษ และภาษาต่างประเทศอื่นตามมาตรฐานสากล

๕. ผู้เรียนมีทักษะและความสามารถทางด้านกีฬา และศิลปะ มีสุนทรียภาพ มีสุขภาพกาย สุขภาพจิตที่ดี และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตร

๖. ผู้ปกครอง ชุมชน มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา และสนับสนุน

หลักการ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ หลักการที่สำคัญ ดังนี้

๑. เป็นหลักสูตร ที่มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล มีศักยภาพเป็นพลโลก

๒. เป็นหลักสูตรเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและคุณภาพ

๓. เป็นหลักสูตรที่สนองการกระจายอำนาจ ให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับสภาพความต้องการของท้องถิ่นและมีความเป็นสากล

๔. เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

๕. เป็นหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด

จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีความรู้ มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย ดังนี้

๑. นักเรียนเป็นเด็กดี มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

๒. นักเรียนมีความรู้ ความสามารถ และทักษะ ในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี มีทักษะชีวิต และสื่อสาร ได้หลายภาษาอย่างถูกต้องและเหมาะสม

๓. มีความเป็นเลิศทางวิชาการ และเชี่ยวชาญวิชาชีพ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

๔. มีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

๕. สามารถค้นคว้า ข่าวสาร ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสารและคอมพิวเตอร์

๖. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

๗. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

๘. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ สร้างสรรค์สิ่งที่ดีงามเพื่อสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ ๕ ประการ ดังนี้

๑. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

๒. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

๓. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

๔. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

๕. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

๑. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
๒. ซื่อสัตย์สุจริต
๓. มีวินัย
๔. ใฝ่เรียนรู้
๕. อยู่อย่างพอเพียง
๖. มุ่งมั่นในการทำงาน
๗. รักความเป็นไทย
๘. มีจิตสาธารณะ

คุณลักษณะผู้เรียนในศตวรรษที่ ๒๑

หลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากลมุ่งพัฒนาผู้เรียนในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก โดยมุ่งหวังให้คุณภาพผู้เรียนมีความสัมพันธ์สอดคล้องและส่งเสริมต่อยอดผู้เรียนให้มีศักยภาพเป็นพลโลก ดังนี้

๑. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน
๒. มีภูมิรู้
๓. รู้จักใช้วิจารณญาณ
๔. เป็นนักคิด
๕. สามารถสื่อสารได้
๖. มีระเบียบวินัย

๗. ใจกว้าง
๘. รอบคอบ
๙. กล้าตัดสินใจ
๑๐. ยุติธรรม

คุณภาพผู้เรียนมีศักยภาพพลโลก

๑. เป็นเลิศวิชาการ (Smart)
๒. สื่อสารสองภาษา (Communicator)
๓. ล้ำหน้าความคิด (Thinker)
๔. ผลิตงานอย่างสร้างสรรค์ (Innovator)
๕. ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก (Global Awareness)

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ จึงมุ่งสะท้อนคุณภาพของผู้เรียนต่อยอดจากสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อเสริมสร้างผู้เรียนให้มีศักยภาพเป็นพลโลก สรุปได้ดังตาราง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะผู้เรียนในศตวรรษ ๒๑	คุณภาพผู้เรียนโรงเรียนมาตรฐานสากล
๑. รักชาติศาสน์ กษัตริย์ ๒. ซื่อสัตย์สุจริต ๓. มีวินัย ๔. ใฝ่เรียนรู้ ๕. อยู่อย่างพอเพียง ๖. มุ่งมั่นในการทำงาน ๗. รักความเป็นไทย ๘. มีจิตสาธารณะ	๑. ความสามารถในการสื่อสาร ๒. ความสามารถในการคิด ๓. ความสามารถในการแก้ปัญหา ๔. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ๕. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	๑. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน ๒. มีภูมิรู้ ๓. รู้จักใช้วิจารณญาณ ๔. เป็นนักคิด ๕. สามารถสื่อสารได้ ๖. มีระเบียนวินัย ๗. ใจกว้าง ๘. รอบคอบ ๙. กล้าตัดสินใจ ๑๐. ยุติธรรม	๑. เป็นเลิศทางวิชาการ ๒. สื่อสารสองภาษา ๓. ล้ำหน้าทางความคิด ๔. ผลิตงานอย่างสร้างสรรค์ ๕. ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก

ค่านิยมหลักของคนไทย ๑๒ ประการ ตามนโยบายของ คสช.

๑. มีความรักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์
๒. ซื่อสัตย์ เสียสละ อดทน มีอุดมการณ์ในสิ่งที่ดีงามเพื่อส่วนรวม
๓. กตัญญูต่อพ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูบาอาจารย์
๔. ใฝ่หาความรู้ หมั่นศึกษาเล่าเรียน ทั้งทางตรงและทางอ้อม
๕. รักษาวัฒนธรรมประเพณีไทยอันงดงาม
๖. มีศีลธรรม รักษาความสัตย์ หวังดีต่อผู้อื่น เผื่อแผ่และแบ่งปัน
๗. เข้าใจเรียนรู้การเป็นประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขที่ถูกต้อง
๘. มีระเบียบวินัย เคารพกฎหมาย ผู้น้อยรู้จักการเคารพผู้ใหญ่
๙. มีสติรู้ตัว รู้คิด รู้ทำ รู้ปฏิบัติตามพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

๑๐.รู้จักดำรงตนอยู่โดยใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงตามพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรู้จักอดออมไว้ใช้เมื่อยามีไว้พอกินพอใช้จำเป็นถ้าเหลือก็แจกจ่ายจำหน่ายและพร้อมที่จะขยายกิจการเมื่อมี ความพร้อม เมื่อมีภูมิคุ้มกันที่ดี

๑๑. มีความเข้มแข็งทั้งร่างกาย และจิตใจ ไม่ยอมแพ้ต่ออำนาจฝ่ายต่ำ หรือกิเลส มีความละอายต่อบาปตามหลักของศาสนา

๑๒. คำนึงถึงผลประโยชน์ของส่วนรวมและของชาติ มากกว่าผลประโยชน์ของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

๑. ภาษาไทย
๒. คณิตศาสตร์
๓. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๔. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
๕. สุขศึกษาและพลศึกษา
๖. ศิลปะ
๗. การงานอาชีพ
๘. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญ ในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

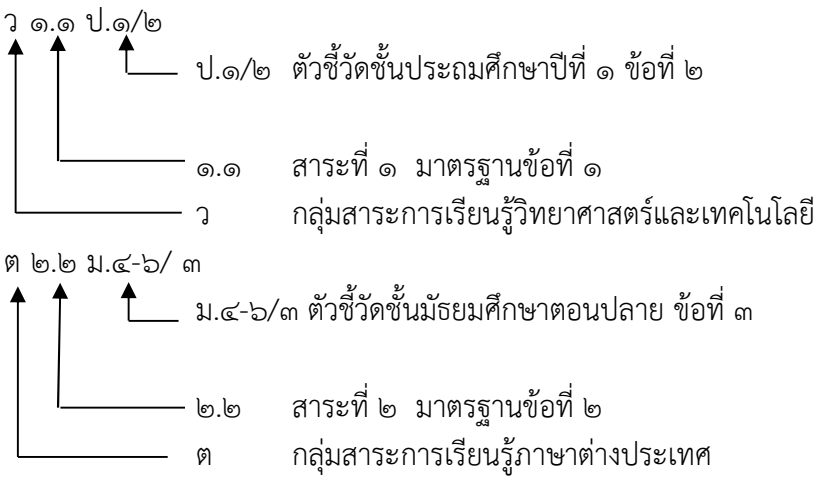
ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

๑. ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ ๑- มัธยมศึกษาปีที่ ๓)

๒. ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖)

หลักสูตรได้มีการกำหนดรหัสกำกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อความเข้าใจและให้สื่อสารตรงกัน ตัวอย่าง ดังนี้



ความสัมพันธ์ของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุล ทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

จุดหมาย

๑. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

๒. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมทักษะชีวิต

๓. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

๔. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

๕. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
๓. ความสามารถในการแก้ปัญหา
๔. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
๕. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. รักชาติศาสน์ กษัตริย์ ๒. ซื่อสัตย์สุจริต
๓. มีวินัย ๔. ใฝ่เรียนรู้
๕. อยู่อย่างพอเพียง ๖. มุ่งมั่นในการทำงาน
๗. รักความเป็นไทย ๘. มีจิตสาธารณะ

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้

๑. ภาษาไทย ๒. คณิตศาสตร์ ๓. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๔. สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ๕. สุขศึกษาและพลศึกษา
๖. ศิลปะ ๗. การงานอาชีพ ๘. ภาษาต่างประเทศ

กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

๑. กิจกรรมแนะแนว
๒. กิจกรรมนักเรียน
๓. กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์

ความสำคัญ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่ มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

“การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ”

เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการแนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

๑. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

๒. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

๓. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

๔. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจิตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

๕. เพื่อตระหนักถึงความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ สภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน

๖. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

๗. เพื่อให้คนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้

และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยี

- การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิติ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพรู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

- ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพโครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

- ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน
- โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลง ทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลกการเปลี่ยนแปลง ลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

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

๓. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนองการเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๓. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์

๑. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุงานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกลโมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๓. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสารสภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมีดีสความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๑. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

๓. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

ทักษะกระบวนการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยใช้ทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ๘ ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ๕ ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่

๑. ทักษะการสังเกต

๒. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
๓. ทักษะการจำแนกประเภท
๔. ทักษะการวัด
๕. ทักษะการใช้ตัวเลข
๖. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล
๗. ทักษะการพยากรณ์
๘. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ได้แก่

๑. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
๒. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน
๓. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
๔. ทักษะการทดลอง
๕. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

- เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาดุลยภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติ ต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี
- เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส
- เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าเทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงสีกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่น

ธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟ ระเบิด สึนามิ ผลกระทบแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

- เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริออลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ
- เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของ กาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของ ดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่ เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และผลที่มีต่อโลกรวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ
- ระบุปัญหา งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
- ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้า ได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำ ไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์เลือกวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ
- วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูดเขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้
- แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหา ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลขเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือ สร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น
- วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ๆ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบ สร้างหรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา
- ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรมและใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐาน

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

ชั้น	ตัวชี้วัดทั้งหมด	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง	หมายเหตุ
ม.๔	๒๘	๑๑	๑๗	
ม.๕	๔๙	๓๕	๑๔	
ม.๖	๒๕	๑๔	๑๑	
รวม	๑๐๒	๖๐	๔๒	

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔
สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
๑	ว ๑.๑ ม.๔/๔ สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	ว ๑.๑ ม.๔/๑ สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมและยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ ว ๑.๑ ม.๔/๒ สืบค้นข้อมูลอภิปรายสาเหตุและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ ว ๑.๑ ม.๔/๓ สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
๒		ว ๑.๒ ม.๔/๑ อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสารและเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ
๓		ว ๑.๒ ม.๔/๒ อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต ว ๑.๒ ม.๔/๓ อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด ว ๑.๒ ม.๔/๔ อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
		โดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง
๔	ว ๑.๒ ม.๔/๖ สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ว ๑.๒ ม.๔/๗ อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV	ว ๑.๒ ม.๔/๕ อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย
๕	ว ๑.๒ ม.๔/๘ ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้	ว ๑.๒ ม.๔/๙ สืบค้นข้อมูลอภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น
๖	ว ๑.๒ ม.๔/๑๐ ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	ว ๑.๒ ม.๔/๑๑ สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช ว ๑.๒ ม.๔/๑๒ สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต
มาตรฐาน ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
๗	ว ๑.๓ ม.๔/๑ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม ว ๑.๓ ม.๔/๓ อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต	ว ๑.๓ ม.๔/๒ อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล ว ๑.๓ ม.๔/๔ สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์ ว ๑.๓ ม.๔/๕ สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ว ๑.๓ ม.๔/๖ สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม		
๘	ว ๔.๑ ม.๔/๑ วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี	ว ๔.๑ ม.๔/๕ ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือกลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย
	ว ๔.๑ ม.๔/๒ ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา	
	ว ๔.๑ ม.๔/๓ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา	
	ว ๔.๑ ม.๔/๔ ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหาพร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด	
มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม		
๙	-	ว ๔.๒ ม.๔/๑ ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงงาน

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
		ที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
รวม ๒๘ ตัวชี้วัด ๑๑ ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๑๗ ตัวชี้วัดปลายทาง		

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี		
๑	ว ๒.๑ ม.๕/๑ ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี	ว ๒.๑ ม.๕/๗ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน
	ว ๒.๑ ม.๕/๒ เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	
	ว ๒.๑ ม.๕/๓ ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว	
	ว ๒.๑ ม.๕/๔ เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป	
	ว ๒.๑ ม.๕/๕ ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ	
	ว ๒.๑ ม.๕/๖ เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ	
	ว ๒.๑ ม.๕/๒๔ อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี	
	ว ๒.๑ ม.๕/๒๕ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี	

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
๒	ว ๒.๑ ม.๕/๘ ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง	ว ๒.๑ ม.๕/๑๑ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน ว ๒.๑ ม.๕/๑๓ ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัวพร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์
	ว ๒.๑ ม.๕/๙ ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย๒ อะตอม	
	ว ๒.๑ ม.๕/๑๐ ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง	
	ว ๒.๑ ม.๕/๑๒ เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก	
	ว ๒.๑ ม.๕/๑๗ อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร	
๓	ว ๒.๑ ม.๕/๑๔ ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง	ว ๒.๑ ม.๕/๑๙ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข
	ว ๒.๑ ม.๕/๑๕ สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น	
	ว ๒.๑ ม.๕/๑๖ ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	
	ว ๒.๑ ม.๕/๑๘ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	
๔	ว ๒.๑ ม.๕/๒๐ ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี	ว ๒.๑ ม.๕/๒๒ สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม
	ว ๒.๑ ม.๕/๒๑ ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
	ว ๒.๑ ม.๕/๒๓ อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์	
มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
๕	ว ๒.๒ ม.๕/๑ วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ	ว ๒.๒ ม.๕/๕ สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น
	ว ๒.๒ ม.๕/๒ สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์	
	ว ๒.๒ ม.๕/๓ สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	
	ว ๒.๒ ม.๕/๔ สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	
	ว ๒.๒ ม.๕/๖ สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	
๖	ว ๒.๒ ม.๕/๗ สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า	ว ๒.๒ ม.๕/๘ สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ ว ๒.๒ ม.๕/๘ สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
๗	ว ๒.๒ ม.๕/๑๐ สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน	ว ๒.๓ ม.๕/๒ สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
	ว ๒.๓ ม.๕/๑ สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน	
มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
๘	ว ๒.๓ ม.๕/๓ สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น	ว ๒.๓ ม.๕/๘ สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
	ว ๒.๓ ม.๕/๔ สังเกต และอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง	
	ว ๒.๓ ม.๕/๕ สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง	
	ว ๒.๓ ม.๕/๖ สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง	
	ว ๒.๓ ม.๕/๗ สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับบีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง	
๙	ว ๒.๓ ม.๕/๙ สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี	ว ๒.๓ ม.๕/๑๐ สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสีการผสมแสงสี การผสมสารสีและการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
๑๐	ว ๒.๓ ม.๕/๑๒ สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล	ว ๒.๓ ม.๕/๑๑ สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม		
๑๑	-	ว ๔.๑ ม.๕/๑ ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงงานเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน
มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม		
๑๒	-	ว ๔.๒ ม.๕/๑ รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์
รวม ๔๙ ตัวชี้วัด ๓๕ ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๑๔ ตัวชี้วัดปลายทาง		

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ		
๑	ว ๓.๑ ม.๖/๒ อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ ว ๓.๑ ม.๖/๓ อธิบายโครงสร้างและงค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก	ว ๓.๑ ม.๖/๑ อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ ว ๓.๑ ม.๖/๗ อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์

<table>
<tr><th>กลุ่มที่</th><th>ตัวชี้วัดระหว่างทาง</th><th>ตัวชี้วัดปลายทาง</th></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td>ว ๓.๑ ม.๖/๔ อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์</td><td rowspan="4">ว ๓.๑ ม.๖/๙ อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะพายุสุริยะ และสืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย</td></tr>
<tr><td>ว ๓.๑ ม.๖/๕ ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์</td></tr>
<tr><td>ว ๓.๑ ม.๖/๖ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์</td></tr>
<tr><td>ว ๓.๑ ม.๖/๘ อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ และการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต</td></tr>
<tr><td>๒</td><td>-</td><td>ว ๓.๑ ม.๖/๑๐ สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต</td></tr>
<tr><td colspan="3">มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</td></tr>
<tr><td rowspan="3">๓</td><td>ว ๓.๒ ม.๖/๑ อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน</td><td rowspan="2">ว ๓.๒ ม.๖/๔ อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิดรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย</td></tr>
<tr><td>ว ๓.๒ ม.๖/๒ อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี</td></tr>
<tr><td>ว ๓.๒ ม.๖/๓ ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ</td><td>ว ๓.๒ ม.๖/๕ อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหวรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
ว ๓.๒ ม.๖/๖ อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด และผลจากสึนามิรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยออกแบบและนำเสนอแนวทาง</td></tr>
</table>

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
		การเฝ้าระวังและการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย
๔	ว ๓.๒ ม.๖/๗ อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก	ว ๓.๒ ม.๖/๑๒ อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศ และน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ว ๓.๒ ม.๖/๑๓ อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
	ว ๓.๒ ม.๖/๘ อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ	
	ว ๓.๒ ม.๖/๙ อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	
	ว ๓.๒ ม.๖/๑๐ อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	
	ว ๓.๒ ม.๖/๑๑ อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร	
	ว ๓.๒ ม.๖/๑๔ แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ	

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

กลุ่มที่	ตัวชี้วัดระหว่างทาง	ตัวชี้วัดปลายทาง
มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม		
๕	-	ว ๔.๒ ม.๖/๑ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม
รวม ๒๕ ตัวชี้วัด ๑๔ ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๑๑ ตัวชี้วัดปลายทาง		

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตกล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้	• สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงาน มีการเจริญเติบโตมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้ามีการรักษาดุลยภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์ มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ สิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต • การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบ อวัยวะ และสิ่งมีชีวิต ตามลำดับ
	๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุ ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	• วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถาม ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล • การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความรู้จากแขนงวิชาต่าง ๆ ของชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง และควรคำนึงถึงชีวจริยธรรมและจรรยาบรรณ การใช้สัตว์ทดลอง
	๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ ต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	• สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน มีสมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดี เก็บความร้อนได้ดี และมีความจุความร้อนสูง ซึ่งช่วยรักษาดุลยภาพของเซลล์ได้ • ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออนในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของ ระบบต่าง ๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุ เป็นองค์ประกอบด้วย
	๔. สืบข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของ	• คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งตามขนาดโมเลกุล

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	คาร์โบไฮเดรตรวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	ออกได้เป็น ๓ กลุ่ม คือ มอโนแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์
	๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	• โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อยประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน บางชนิดอาจมี ธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบ
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิด ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	• ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดี ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญ ที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่นกรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์
	๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลิอิก และระบุ ชนิดของกรดนิวคลิอิก และความสำคัญของ กรดนิวคลิอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	• กรดนิวคลิอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ • กรดนิวคลิอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรม ทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม มี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA
	๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ในสิ่งมีชีวิต ๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงาน ของเอนไซม์	• เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วย ปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา • เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยา เคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่ง ถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้ สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ • อุณหภูมิ สภาพความเป็นกรด-เบส และ ตัวยับยั้งเอนไซม์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงาน ของเอนไซม์
	๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้ และ	• กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	การดแูลรกัษา กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง	• กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และ กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโออาศัยเลนส์ ในการทำให้เกิดภาพขยาย • กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยายโดยอาศัยเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่าน และ ชนิดส่องกราด • ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้แสงต้องมีวิธีการเตรียมที่ถูกต้องและเหมาะสม กับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการศึกษา • กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดซับซ้อน และราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้อย่าง ถูกวิธี มีการเก็บและดูแลรักษาที่ถูกต้อง เพื่อให้ สามารถใช้งานได้นาน
	๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้ม เซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ ของออร์แกเนลล์ ๑๓. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส	• เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วย ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส • ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือ เยื่อหุ้มเซลล์ แต่ ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืชจะมีผนังเซลล์เป็นส่วนหัวหุ้มเซลล์เพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง • โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด • ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์ • นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายในมี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด
	๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียง สาร	• สารต่าง ๆ มีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การแพร่ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟ ทรานสปอร์ตกระบวนการเอกโซไซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	โมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการ เอนโดไซโทซิส	• แก๊สต่าง ๆ เข้าหรือออกจากเซลล์โดยการแพร่ ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยออสโมซิส • ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ จำเป็นต้องอาศัย โปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต • แอกทีฟ ทรานสปอร์ตเป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง • สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือลำเลียงผ่านโปรตีน ที่เป็นตัวพาได้ จะถูกลำเลียงออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิส • สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบ ได้แก่ พิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสาร เข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ
	๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และ แบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่ง นิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส	• การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ ประกอบด้วย อินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและการแบ่งไซโทพลาซึม • การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียส แบบไมโทซิสและการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสประกอบด้วย ระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วย ระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I เทโลเฟส I ระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II อนาเฟส II และเทโลเฟส II • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้เซลล์ร่างกายเพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ หรือถูกทำลายไปได้ ส่วนการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้า เข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์
	๑๗. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอน การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน เพียงพอ และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ	• การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหาร ที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ และกระบวนการ ถ่ายทอดอิเล็กตรอน • การหายใจระดับเซลล์พลังงานส่วนใหญ่ได้จากขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP • ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะไกลโคลิซิส ผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และพืชอาจได้กรดแลกติก หรือเอทิลแอลกอฮอล์

สาระชีววิทยา

๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลอง ของเมนเดล ๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และ กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของ เมนเดลนี้ ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F๑ และ F๒	• เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จนสรุปเป็นกฎแห่ง การแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ • กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่เป็นคู่ จะแยกออกจากกันในระหว่างการสร้างเซลล์ สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะมีเพียง แอลลีลใดแอลลีลหนึ่ง • กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ มีใจความว่าหลังจากคู่ของแอลลีล แยกออกจากกันแต่ละ แอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอลลีลอื่น ๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกันในการเข้าไปอยู่ในเซลล์ สืบพันธุ์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง	• การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะ ให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผลการศึกษาของเมนเดล เรียกลักษณะเหล่านี้ว่า ลักษณะ ทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์ เมนเดล เช่น การข่มไม่สมบูรณ์ การข่มร่วมกัน มัลติเปิลแอลลีล ยีนบนโครโมโซมเพศ และพอลิยีน • ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันชัดเจน เช่น การมีติ่งหู หรือไม่มีติ่งหู ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง • ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยและลดหลั่นกันไป เช่น ความสูงและสีผิวของมนุษย์ถูกควบคุมโดยยีน หลายคู่ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการ แปรผันต่อเนื่องและสิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการ แสดงลักษณะนั้น
	๕. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และ ยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	• โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซมและโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมบางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศ ซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X • เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซม เดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิส อาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยก จากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้ แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบ ทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA ๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์ โปรตีน ๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลลีโปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับ	• DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ แต่ละ นิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และ G • โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สาย เรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวา โดยการเข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของเบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G • ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโน ของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเอนไซม์ และอื่น ๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏ ลักษณะต่าง ๆ ได้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล	• DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบและสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะมีโครงสร้าง และลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม • DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA ๓ ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน • RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยวแต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G
	๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิด มิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการ ที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	• มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของ โปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยัง รุ่นต่อ ๆ ไปได้ และทำให้เกิดความแปรผันทาง พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุ มาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น รังสี และสารเคมี • การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเตชันระดับยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ เป็นผลมาจากการแทนที่คู่เบส • การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไปหรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม เช่นการลดลงหรือเพิ่มขึ้น ของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งชุด เป็นสาเหตุ ของการเกิดมิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่มอาการคริดูชาต์และกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการเทอร์เนอร์และกลุ่มอาการไคลน์เฟลเตอร์
	๑๐. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและ	• การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการ มาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติตามต้องการ • เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	อุตสาหกรรม และข้อควรคำนึง ถึงด้านชีวจริยธรรม	การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม
	๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิด วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	• หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์ กายวิภาคเปรียบเทียบวิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ การศึกษาทางชีวภูมิศาสตร์ และด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล • มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ค้นพบ และจากการเปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์กับไพรเมตอื่นๆ
	๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	• ฌอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อม โดยอาศัยกฎการใช้และไม่ใช้ และกฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ • ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มีลักษณะแตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวนหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถมีชีวิตรอด และถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้
	๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะ สมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	• เมื่อประชากรอยู่ในสภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก โดยประชากรมีขนาดใหญ่ ไม่มีการถ่ายเทยีนระหว่างประชากร ไม่เกิดมิวเตชัน สมาชิกทุกตัวมีโอกาสผสมพันธุ์ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือก โดยธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของแอลลีล ของ ลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่รุ่น ก็ตามเป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ • การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีลในประชากร เกิดจากปัจจัยหลายประการ นำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	• สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีกประชากรหนึ่ง ในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้ประชากรทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน และวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ • ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ ๒ แนวทางคือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์และการเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน
ม.๖	๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทาง ชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ	• ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วยความหลากหลายทางพันธกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ • การแปรผันทางพันธุกรรม ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มี ความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้นและสืบทอดลูกหลานต่อไปได้ • สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ หรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนาน หลายชั่วรุ่นซึ่งอาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ ส่งผลให้ เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ • แหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละแหล่งที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้น จะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกันทำให้เกิด ความหลากหลายของระบบนิเวศ
	๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	• จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ โดยเซลล์รูปแบบแรก ที่เกิดขึ้นคือ เซลล์โพรคาริโอต และมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอต และจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างแบบง่าย ๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ
	๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่าง สิ่งมีชีวิต กลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิต กลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์	• แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต ผนังเซลล์มีเพปทิโดไกลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญ แบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต แต่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย สร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสง • โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ อาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ • พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอตมีผนังเซลล์ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิต แบบสลับ และมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง • ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ผนังเซลล์มีไคทินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้และดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต • สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอตไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหาร จากสิ่งมีชีวิตอื่น ส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหาร บางชนิดอาจเป็นปรสิต สัตว์มีระยะเอ็มบริโอ ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ • สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณาลักษณะต่าง ๆ คือ เนื้อเยื่อสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของบลาสโทพอร์ การเจริญในระยะตัวอ่อน ทำให้ อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อย เช่น กลุ่มฟองน้ำ กลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอยและ หมึก กลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลม กลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้อง กลุ่มดาวทะเลและปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด
	๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิต จากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อยและวิธีการ เขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์ ๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือ ตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่	• การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับขั้นต่าง ๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็นหมวดหมู่ย่อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัม คลาส ออร์เดอร์ แฟมิลี จีนัส และสปีชีส์ • ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้น สปีชีส์ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินามเพื่อใช้ในการระบุถึงสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ประกอบด้วย ๒ ส่วนโดยส่วนแรกเป็น ชื่อสกุล ส่วนหลังเป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น หรือเป็นคำที่มีความหมายเฉพาะ โดยทั้ง ๒ ส่วนนี้ต้องเป็นภาษาละติน • ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อระบุหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตลำดับขั้นต่าง ๆ โดยมหีลกัเกณฑ์ในการนำลกัษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิต มาพิจารณาเป็นคู่ • วิทเทเกอร์ เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต และจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอม ประกอบด้วย มอเนอรา โพรทิสตา พืช ฟังไจ และสัตว์ • โวสซ์ และคณะ จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมน ประกอบด้วยแบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคารีอา โดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมน เป็นกลุ่มย่อยจะใช้หลักที่ว่า สิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกันมีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน

สาระชีววิทยา

๓. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๕	๑. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	• เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร • เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง • เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน
	๒. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	• ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืชเจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และยังมีหน้าที่สำคัญใน การดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วน ต่าง ๆ ของพืช

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์ มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญ เติบโตเต็มที่ • โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไปคือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันใน พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ • โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดิร์ม ซึ่งมี คอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการ เปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้นส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น
	๓. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่ จากการตัดตามขวาง	• ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญ อยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่ สร้างใบและชูใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และ อาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ • โครงสร้างภายในของลำตน้ระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไปคือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัด ท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืช ใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ • ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดิร์ม และเนื้อเยื่อ ท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น
	๔. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืช จากการตัดตามขวาง	• ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจ ไม่มีก้านใบที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง ประกอบดว้ย เนื้อเยื่อ ๓ กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
	๕. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยน แก๊สและการคายน้ำของพืช	• พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและ ลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทาง รูปากใบ เรียกว่าการคายน้ำ • ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิ สภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช
	๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำ และธาตุอาหารของพืช ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	• พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่ เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นการดูดน้ำจากดิน สู่เนื้อเยื่อ ลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และลำเลียง ไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวดิ่ง • ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอด ของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับ แรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน • ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก จนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่ เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่า แรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กัตเตชัน • พืชแต่ละชนิด ต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้ เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหาร เพื่อให้พืช เจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ
	๘. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	• อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไก การลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำ ไปยังแหล่งรับ
	๙. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการ ทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	• การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่าคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ ในกระบวนการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		สังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิต ที่ได้ คือ น้ำตาล ออกซิเจน
	๑๐. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นใน กระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3	• กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ • ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดซ์โมเลกุลสารสี ที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ $NADPH^+$ H^+ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์ • การตรึงคาร์บ์อนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์ สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอม ได้เป็นน้ำตาล ที่มีคาร์บอน ๓ อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่ง จะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักร โดยพืช C_3 จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย วัฏจักรคัลวิน เพียงอย่างเดียว
	๑๑. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM	• พืช C_4 ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์ โดย PEP และเอนไซม์ เพบคาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลง ทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ กรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์ บันเดิลชีทและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป • พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คล้ายพืช C_4 แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึง คาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืน และปล่อยออกมาในเวลากลางวันเพื่อใช้ใน วัฏจักรคัลวินต่อไป
	๑๒. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้ม ของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช	• ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๓. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก	• พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วย ระยะที่สร้างสปอร์ เรียก ระยะสปอโรไฟต์ (๒n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียก ระยะแกมีโทไฟต์ (n) • ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผล ชนิดต่าง ๆ
	๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้าง เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	• พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน • การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้ แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ ๒ เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์ และเจเนอเรทิฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบน ยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจเนอเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้ ๒ เซลล์ • การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวุลในรังไข่ โดยเซลล์ที่เรียกว่า เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ แบ่งไมโอซิสได้เมกะสปอร์ ซึ่งในพืชส่วนใหญ่ จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง ๑ เซลล์ ที่เหลืออีก ๓ เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส ๓ ครั้ง ได้ ๘ นิวเคลียส ที่ประกอบด้วย ๗ เซลล์โดยมี ๑ เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ เรียก เซลล์ไข่ ส่วนอีก ๑ เซลล์มี ๒ นิวเคลียส เรียก โพลาร์นิวคลีไอ • การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ โดย คู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่ง กับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนา ไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกัน ของสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอ ได้เป็นเอนโดสเปิร์มนิวเคลียส ซึ่งจะเจริญและพัฒนา ต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม
	๑๕. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพชืดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ด และผล	• ภายหลังการปฏิสนธิ ออวุลจะมีการเจริญ และพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญ และพัฒนาไปเป็นผล • โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผล

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วน ของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อ สิ่งมีชีวิตอื่น
	๑๖. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มี ผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัว ของเมล็ด	• เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิดสามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถงอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว • เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัย บางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด ซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธี ตามปัจจัยที่ยับยั้ง
	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของ ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ๘. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับ สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืช	• พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิด ที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผล ต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก • แสงสว่าง แรงโน้มถ่วงของโลก สารเคมี และน้ำ เป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช • ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายใน และสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุม การเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุ ผลผลิตได้

สาระชีววิทยา

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับ การรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๕	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหาร แบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหาร แบบสมบูรณ์	• รา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร นอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อย อาหารภายในฟูดแวคิวโอลโดยเอนไซม์ใน ไลโซโซม • ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษ ทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์โดยเอนไซม์ในไลโซโซม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๒. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลานาเรีย	• ไฮดราและพลานาเรีย มีทางเดินอาหาร แบบไม่สมบูรณ์ จะกินอาหารและขับกากอาหาร ออกทางเดียวกัน • ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหาร แบบสมบูรณ์
	๓. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และ กระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึม สารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	• การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และ การย่อยทางเคมีโดยอาศัยเอนไซม์ในทางเดิน อาหารทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็ก จนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ • การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก • สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และ ธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอย แล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหารประเภทลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย • อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไป ยังลำไส้ใหญ่ น้ำธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วน ดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ที่เหลือเป็นกากอาหาร จะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก
	๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก ๕. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	• ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น • แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลม ซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอย • ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลาย อยู่ในน้ำผ่านเหงือก • สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและผิวหนัง ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส • สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูก ด้วยน้ำนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยน แก๊สของมนุษย์	• ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย ช่องจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลม และถุงลมในปอด • ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างถุงลม กับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๗. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัด ปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์	เนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการ แพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยเช่นกัน • การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิดจาก การเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศภายในปอด โดยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลม และกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง และควบคุม โดยสมองส่วนพอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา
	๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบ หมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียน เลือดแบบปิด ๙. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือด และการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในหางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือด กับความเร็วในการไหลของเลือด	• สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม • สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด • ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบคือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือด แบบปิด • ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวกหอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดินและสัตว์มีกระดูกสันหลัง
	๑๐. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดในมนุษย์ ๑๑. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือด ผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุป การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ๑๒. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของ เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสม ๑๓. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือด ในระบบ ABO และระบบ Rh	• ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งเลือดไหลเวียน อยู่เฉพาะในหลอดเลือด • หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และเวนตริเคิล ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ โดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนตริเคิล และระหว่างเวนตริเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือด ออกจากหัวใจ • เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออตาร์ อาร์เตอรี อาร์เตอริโอล หลอดเลือดฝอย เวนูลเวน และเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ • ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิด ความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงาน ของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์ เป็นปัจจัย ที่มีผลต่อความดันเลือดและชีพจร • เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ เพลตเลต และพลาสมา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็นเลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิด ของ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		แอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และ จำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น เลือดหมู่Rh^{+} และ Rh^{-} การให้และรับเลือดมีหลักว่า แอนติเจนของ ผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และ การให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุดคือ ผู้ให้ และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน
	๑๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและ หน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและ หน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง	• ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมา อยู่ระหว่างเซลล์ เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่ หล่อเลี้ยงเซลล์และสามารถแพร่เข้าสู่ หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่งต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอย จะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นและเปิดเข้าสู่ระบบ หมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวนใกล้หัวใจ • ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่นำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด ต่อมน้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาว ทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมากับ น้ำเหลือง
	๑๕. สืบค้นข้อมูลอธิบาย และเปรียบเทียบกลไก การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ ๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ การสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา ๑๗. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติ ของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	• กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม มีอยู่ ๒ แบบ คือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ • ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ ที่ผิวหนังช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อ เชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เซลล์ เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิลและโมโนไซต์ จะมีการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิล เกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต เบโซฟิลเกี่ยวข้อง กับปฏิกิริยาการแพ้ ซึ่งเป็นการต่อต้านหรือ ทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ • การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบ จำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ ชนิดเซลล์บีและเซลล์ที • อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนอง ของลิมโฟไซต์ประกอบด้วย ต่อมน้ำเหลือง ทอนซิล ม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก • การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกาย มี ๒ แบบ คือ ภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• การได้รับวัคซีนหรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของภูมิคุ้มกันก่อเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกาย สร้างภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจน เข้าสู่ร่างกายส่วนภูมิคุ้มกันรับมาเป็นการรับแอนติบอดีโดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับ น้ำนมแม่ • เอดส์ ภมิแพ้ และการสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง เป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ
	๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	• อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ที่มีคอนแทรกไทล์แวคิวโอลทำหน้าที่ในการกำจัดและรักษาดุลยภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์ • ฟองน้ำและไฮดรามีเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกับน้ำโดยตรง ของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่สภาพแวดล้อม • พลานาเรียใช้เฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้าง ตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย • ไส้เดือนดินใช้เนฟริเดียม แมลงใช้มัลพิเกียนทิวบูล และสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่าย ของเสีย
	๑๙. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และ โครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจาก ร่างกาย ๒๐. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการ กำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียน แผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายโดยหน่วยไต ๒๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับ ความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ	• ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่าย และรักษาดุลยภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย • ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอก ที่เรียกว่า คอร์เท็กซ์ และบริเวณส่วนใน ที่เรียกว่า เมดัลลา และบริเวณส่วนปลายของเมดัลลาจะยื่นเข้าไป จรดกับส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่า กรวยไต โดยกรวยไตจะต่อกับท่อไตซึ่งทำหน้าที่ลำเลียง ปัสสาวะไปเก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะเพื่อขับถ่าย ออกนอกร่างกาย • ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไต ลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วย เรียกว่า โบว์แมนส์แคปซูล ล้อมรอบกลุ่ม หลอดเลือดฝอยที่เรียกว่า โกลเมอรูลัส • กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย ประกอบด้วยการกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสารที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย • โรคนิ่วและโรคไตวาย เป็นตัวอย่างของโรคที่เกิดจาก ความผิดปรกติของไต ซึ่งผลผลกระทบต่อการรักษา ดุลยภาพของสารในร่างกาย

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• นอกจากไตที่ทำหน้ารักษาดุลยภาพของน้ำแร่ธาตุ และกรด-เบสผิวหนัง และระบบหายใจ ยังมีส่วนช่วยในการรักษาดุลยภาพเหล่านี้ด้วย
ม.๖	๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบประสาทของ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง ๒. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของ เซลล์ประสาท ๓. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไก การถ่ายทอดกระแสประสาท	• สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาททำให้สามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เช่น ไฮดรา มีร่างแหประสาท พลานาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย และแมลงมีปมประสาทและเส้นประสาท ส่วนสัตว์ มีกระดูกสันหลัง มีสมอง ไขสันหลัง ปมประสาท และเส้นประสาท • หน่วยทำงานของระบบประสาท คือ เซลล์ ประสาท ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ และ เส้นใยประสาทที่ทำหน้าที่รับและส่งกระแสประสาท เรียกว่า เดนไดรต์ และแอกซอนตามลำดับ • เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ ได้เป็น เซลล์ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และเซลล์ประสาทประสานงาน • เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้เป็นเซลล์ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม เซลล์ประสาทสองขั้ว และเซลล์ประสาทหลายขั้ว • กระแสประสารทเกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของ เดนไดรต์ และ แอกซอน ทำให้มี การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาท ไปยังเซลล์ประสาท หรือเซลล์อื่น ๆ ผ่านทาง ไซแนปส์ • ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งได้เป็น ๒ ระบบ ตามตำแหน่งและโครงสร้าง คือ ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมองและไขสันหลัง และระบบประสาทรอบนอก ได้แก่ เส้นประสาทสมอง และเส้นประสาทไขสันหลัง
	๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบ ประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก ๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ ส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง	• สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือ สมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองแต่ละส่วน จะควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน โดยมีเส้นประสาทที่แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งบางคู่ทำหน้าที่รับความรู้สึก เข้าสู่สมอง หรือนำคำสั่งจากสมองไปยังหน่วยปฏิบัติงาน หรือทำหน้าที่ทั้งสองอย่าง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาท โซมาติก และระบบประสาทอัตโนวัติ	• ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองอยู่ภายใน กระดูกสันหลัง และมีเส้นประสาทแยกออกจาก ไขสันหลังเป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลการ ตอบสนองโดยไขสันหลัง เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์ ชนิดต่าง ๆ และการถ่ายทอดกระแสประสาท ระหว่างไขสันหลังกับสมอง • เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่จะทำหน้าที่รับ ความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลังและนำคำสั่งออกจาก ไขสันหลัง • ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติกซึ่งควบคุมการทำงาน ของกล้ามเนื้อโครงร่าง และระบบประสาทอัตโนวัติ ซึ่งควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อเรียบ และต่อมต่าง ๆ • ระบบประสาทอัตโนวัติ แบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบ คือ ระบบประสาทซมิพาเทติก และระบบประสาท พาราซิมพาเทติก ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานตรงกันข้าม เพื่อรักษาดุลยภาพของกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย
	๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ ตา หู จมกู ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่าง โรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการ ดูแลป้องกัน และรักษา ๘. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอด โฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง	• ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่รับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญที่ควรดูแล ป้องกัน และรักษาให้สามารถทำงาน ได้เป็นปกติ • ตาประกอบด้วย ชั้นสเคลอรา โครอยด์และเรตินา เลนส์ตาเป็นเลนส์นูนอยู่ถัดจากกระจกตา ทำหน้าที่รวมแสงจากวัตถุไปที่เรตินา ซึ่ง ประกอบด้วย เซลล์รับแสง และเซลล์ประสาท ที่นำกระแสประสาทสู่สมอง • หู ประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ หูส่วนนอก หูส่วนกลาง และหูส่วนใน ภายในหูส่วนในมีคอเคลีย ซึ่งทำหน้าที่รับและเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นกระแส ประสาท นอกจากนี้ยังมี เซมิเซอร์คิวลาร์แคแนล ทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย • จมูกมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นอยู่ภายในเยื่อบุจมูก ที่เป็นตัวรับสารเคมีบางชนิดแล้วเกิดกระแส ประสาทส่งไปยังสมอง • ลิ้นทำหน้าที่รับรส โดยมีตุ่มรับรสกระจายอยู่ทั่วผิวลิ้นด้านบน ตุ่มรับรสมีเซลล์รับรส อยู่ภายใน เมื่อ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เซลล์รับรสถูกกระตุ้นด้วยสารเคมี จะกระตุ้นเดนไดรต์ ของเซลล์ประสาทเกิดกระแส ประสาทส่งไปยังสมอง • ผิวหนัง มีหน่วยรับสิ่งเร้าหลายชนิด เช่นหน่วยรับสัมผัส หน่วยรับแรงกด หน่วยรับความเจ็บปวด หน่วยรับอุณหภูมิ
	๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก	• สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึม บางชนิดใช้แฟลเจลลัม หรือซิเลีย ในการเคลื่อนที่ • สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมงกะพรุน เคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณ ขอบกระดิ่ง และแรงดันน้ำ • หมึกเคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัว ทำให้น้ำภายในลำตัวพ่นออกมา ทางไซฟอน ส่วนดาวทะเลใช้ระบบท่อน้ำในการเคลื่อนที่ • ไส้เดือนดินมีการเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัว และคลายตัวของกล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อ ตามยาว ซึ่งทำงานในสภาวะตรงกันข้าม • แมลงเคลื่อนที่โดยใช้ปีกหรือขาซึ่งมีกล้ามเนื้อภายในเปลือกหุ้มทำงานในสภาวะตรงกันข้าม • สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา เคลื่อนที่โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่ กับกระดูกสันหลังทั้ง ๒ ข้าง ทำงานในสภาวะ ตรงกันข้าม และมีครีบที่อยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ช่วยโบกพัดในการเคลื่อนที่ ส่วนนกเคลื่อนที่ โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ กดปีกกับกล้ามเนื้อยกปีกซึ่งทำงานในสภาวะ ตรงกันข้าม
	๑๐. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการ เคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์ ๑๑. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิด ต่าง ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์	• มนุษย์เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อซึ่งยึดกันด้วยเอ็นยึดกระดูก • บริเวณที่กระดูกตั้งแต่ ๒ ชิ้นมาต่อกัน เรียกว่า ข้อต่อ และยึดกันด้วยเอ็นยึดข้อ • กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้ค้ำจุนและทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย แบ่งตามตำแหน่งได้เป็น กระดูกแกนและกระดูกรยางค์ • กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		กล้ามเนื้อทั้ง ๓ ชนิด พบในตำแหน่งที่ต่างกัน และมีหน้าที่แตกต่างกัน • กล้ามเนื้อโครงร่างส่วนใหญ่ทำงานร่วมกันเป็นคู่ ๆ ในสภาวะตรงกันข้าม
	๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศในสัตว์	• การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่ไม่มีการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การแตกหน่อและการงอกใหม่ • การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและการปฏิสนธิ ภายในสัตว์บางชนิดมี ๒ เพศในตัวเดียวกัน แต่การผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะผสมข้ามตัว
	๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ อวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบ สืบพันธุ์เพศหญิง ๑๔. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการ สร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์	• การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการสร้างสเปิร์มจากเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมภายในอัณฑะ และกระบวนการสร้างเซลล์ไข่จากเซลล์โอโอโกเนียมภายในรังไข่ • อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วย อัณฑะทำหน้าที่สร้างสเปิร์มและฮอร์โมนเพศชาย และมีโครงสร้างอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสเปิร์ม สร้างน้ำเลี้ยงสเปิร์ม และสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะ • อัณฑะประกอบด้วยหลอดสร้างสเปิร์ม ซึ่งภายในมีเซลล์สเปอร์มาโทโกเนียมที่เป็นเซลล์ตั้งต้น ของกระบวนการสร้างสเปิร์ม • อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิง ประกอบด้วย รังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด รังไข่ทำหน้าที่ สร้างเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง • กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปอร์มาโทโกเนียมแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ สเปอร์มาโทโกเนียมจำนวนมาก ซึ่งต่อมาบางเซลล์พัฒนาเป็นสเปอร์มาโทไซต์ระยะแรก โดยสเปอร์มาโทไซต์ ระยะแรกจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสI ได้สเปอรม์าโทไซต์ ระยะที่สองซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส II ได้สเปอร์มาทิดตามลำดับ จากนั้นพัฒนาเป็น สเปิร์ม • กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเนียม แบ่งเซลลแ์บบไมโทซสิได้โอโอโกเนียม ซึ่งจะพัฒนาเป็นโอโอไซต์ระยะแรก แล้วแบ่งเซลล์แบบไมโอซสิI ได้โอโอไซต์ระยะที่สองซึ่งจะเกิดการตกไข่ต่อไป

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เมื่อได้รับการกระตุ้นจากสเปิร์ม โอโอไซต์ระยะ ที่สองจะแบ่งแบบไมโอซิส II แล้วพัฒนาเป็น เซลล์ไข่ • การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ได้ไซโกต ซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝังตัวที่ผนังมดลูก จนกระทั่งครบกำหนดคลอด
	๑๕. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอ และระยะหลังเอ็มบริโอของ กบ ไก่ และมนุษย์	• การเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น กบ ไก่ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จะเริ่มต้นด้วยการแบ่งเซลล์ ของไซโกต การเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ ๓ ชั้น คือ เอกโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม การเกิด อวัยวะ โดยมีการเพิ่มจำนวน ขยายขนาด และ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อทำหน้าที่ เฉพาะอย่าง ซึ่งพัฒนาการของอวัยวะต่าง ๆ จะทำให้มีการเกดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด • การเจริญเติบโตของมนุษย์จะมีขั้นตอนคล้ายกับการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอื่น ๆ โดยเอ็มบริโอจะฝังตัวที่ผนังมดลูก และมีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับลูกผ่านทางรก
	๑๖. สืบค้นข้อมูลอธิบาย และเขียนแผนผังสรุป หน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อ ที่สร้างฮอร์โมน	• ฮอร์โมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่าง ๆ ของร่างกาย โดยผลติจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วร่างกาย • ต่อมไร้ท่อที่สร้างหรือหลั่งฮอร์โมน ไม่มีท่อในการลำเลียงฮอร์โมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียง โดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมาย ที่จำเพาะเจาะจง • ต่อมไพเนียลสร้างเมลาโทนินซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสง ในรอบวัน • ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอร์โมน โพรแลกทิน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอร์โมนซึ่งสร้างจากไฮโพทาลามัส คือ ADH และออกซิโทซิน ซึ่งทำ หน้าที่แตกต่างกัน • ต่อมไทรอยด์สร้างไทรอกซินซึ่งควบคุมอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย และสร้างแคลซิโทนิน ซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราทอร์โมนซึ่งควบคุมระดับแคลเซียมในเลือดให้ปกติ • ตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอินซูลินและกลูคากอนซึ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ • ต่อมหมวกไตส่วนนอก สร้างกลูโคคอร์ติคอยด์ มิเนราโลคอรต์คิอยด์ และฮอร์โมนเพศ ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนต่อมหมวกไตส่วนในสร้าง เอพิเนฟริน และนอร์เอพิเนฟริน ซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน • อัณฑะมีกลุ่มเซลล์สร้างเทสโทสเทอโรน ส่วนรังไข่มีกลุ่มเซลล์ที่สร้างอีสโทรเจน และโพรเจสเทอโรน ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน • เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไทมัส กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถสร้างฮอร์โมนได้หลายชนิด ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน • การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้ง และการควบคุมแบบป้อนกลับกระตุ้น เพื่อรักษาดุลยภาพ ของร่างกาย • ฟีโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ซึ่งส่งผลต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน
	๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด และพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์ ๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับ วิวัฒนาการของระบบประสาท ๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสาร ระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม	• พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงพฤติกรรม • พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดแบ่งออกได้เป็น หลายชนิด เช่น โอเรียนเตชัน (แทกซิสและ ไคนีซิส) รีเฟล็กซ์ และฟิกแอกชันแพทเทิร์น • พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ แบ่งได้เป็น แฮบบิชูเอชัน การฝังใจ การเชื่อมโยง (การลองผิดลองถูกและการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล • ระดับการแสดงพฤติกรรมที่สัตว์แต่ละชนิดแสดงออกจะแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการของระบบประสาทที่แตกต่างกัน • การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่งซึ่งมีหลายวิธี เช่น การสื่อสารด้วยท่าทางการสื่อสารด้วยเสียงการสื่อสารด้วยสารเคมี และการสื่อสารด้วยการสัมผัส

สาระชีววิทยา

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากรทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๖	๑. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่าง กระบวนการ ถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ๒. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิด ไบโอแมกนิฟิเคชัน ๓. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบาย วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักร ฟอสฟอรัส	• ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีกระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้น กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพที่เรียกว่า โซ่อาหาร สายใยอาหาร และพีระมิดทางนิเวศวิทยา • พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละลำดับขั้นการกินอาหารมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียไปในรูปความร้อนระหว่างการถ่ายทอด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง • การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้งอาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วย เรียกว่า การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน ซึ่งอาจมีระดับความเข้มข้นของสารพิษมากขึ้นตามลำดับขั้นของ การกินจนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต • สารต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นผ่าน ทั้งในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต กลับคืนสู่ระบบอย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจนวัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
	๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะ ของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก	• ไบโอม คือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละไบโอมจะมีลักษณะเฉพาะของปัจจัยทางกายภาพ ชนิดของพืช และชนิดของสัตว์
	๕. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ	• ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้ระบบนิเวศสามารถ ปรับสมดุลได้ แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอาจส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบ ทางชีวภาพในระบบนิเวศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา มีทั้ง การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ
	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุป เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของ สิ่งมีชีวิตบางชนิด ๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่าง การเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก ๘. อธิบายและยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโต ของประชากร	• ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะ หลายประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาด ของประชากร ความหนาแน่นของประชากร การกระจายตัวของสมาชิกในประชากร โครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่าง เพศ อัตราการเกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้า การอพยพออกของประชากร และการรอดชีวิต ของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน • ลักษณะเฉพาะ ของประชากรมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ • การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการ เพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ • การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่มจำนวน ประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง • การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่ง แบ่งได้เป็น ปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่น ของประชากร และปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่น ของประชากร • ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็วแบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมเป็นต้นมา
	๙. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และ ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา	• ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้รับการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ • การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณ ออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสาร อินทรีย์ในน้ำ • การจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรมีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างถูกต้อง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๐. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทาง อากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	• การปนเปื้อนของสารเคมี ฝุ่นละออง และจุรินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ • การเกิดมลพิษ ทางอากาศ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุ การเกิดไฟป่า และการเกิดแก๊สพิษ จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ • การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำ ของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในรปูแบบต่าง ๆ • การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย การกำหนดนโยบาย และวางแผนงานเพื่อป้องกัน และแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแล รักษาคุณภาพอากาศ
	๑๑. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับ ทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	• มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ • การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์ สูงสุด ควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิด มลพิษและความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการ ปลูกจิตสำนึก ในการใช้ดินอย่างถูกต้อง
	๑๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบ ที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอ แนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และ การอนุรักษ์ป่าไม้	• พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดิน การเผาป่า การทำเหมืองแร่ • พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลง หรือสูญพันธุ์ได้ • การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่งเสริมการปลูกป่า ป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปลูกจิตสำนึกเรื่อง การอนุรักษ์ป่าไม้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหา ผลกระทบ ที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทาง ในการอนุรักษ์สัตว์ป่า	• การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า • การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการให้มีพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอ รวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่าลดจำนวนลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกันอนุรักษ์

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุพันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของ สารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอ แบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	• นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอม และเสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการ ศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และ ผลการทดลอง • แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมา ทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาค ที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาค ประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวก ที่เรียกว่าโปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลาง อะตอม เรียกว่านิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โบร์เสนอว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียส โดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการ เคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถ ระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอแบบจำลอง อะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบ อิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส
	๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุ จำนวนโปรตอน นิวตรอน	• สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วย สัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมซึ่งแสดงจำนวน โปรตอน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	และอิเล็กตรอนของ อะตอมจาก สัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอก ความหมายของไอโซโทป	และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวน โปรตอน กับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน ที่มี จำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป
	๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียง อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก และระดับพลังงานย่อย เมื่อทราบ เลขอะตอมของธาตุ	• การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊ส ทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอน จัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และ แต่ละ ระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับ พลังงานย่อย ซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอน จะจัดเรียงในออร์ บิทัลให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุด สำหรับอะตอมใน สถานะพื้น
	๔. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ ของธาตุเรพรี เซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันใน ตารางธาตุ	• ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอม และสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบโดยอาจ แบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจแบ่งเป็น กลุ่มธาตุเรพรี เซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน
	๕. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติ ของธาตุ เรพรีเซนเททีฟตามหมู่และ ตามคาบ	• ธาตุเรพรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันมี เวเลนซ์อิเล็กตรอน ในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ธาตุเรพรีเซนเททีฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกัน ตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไป ตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโทรเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน
	๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และ เปรียบเทียบสมบัติกับธาตุ โลหะในกลุ่มธาตุ เรพรีเซนเททีฟ	• ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์ อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มี จุดเดือด จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรพรีเซนเททีฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบ ส่วนใหญ่ จะมีสี
	๗. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิต ของไอโซโทป กัมมันตรังสี	• ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุ มี ไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียส ไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับ ธาตุ กัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถ แผ่รังสี ได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสี แกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี เป็น

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัว จนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่ เฉพาะของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี
	๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุ มาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	• สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมี การจัดการอย่างเหมาะสม
	๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะ ไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์ แบบจุดของลิวอิส	• สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส โดยการเกิดพันธะเคมีส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต • พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่าง ประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบ ส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอน และไอออนลบเกิดจากอโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิก ไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็นโครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบจัดเรียงตัวต่อเนื่อง กันไปทั้งสามมิติ
	๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบ ไอออนิก	• สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็นองค์ประกอบ • การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบ สำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะด้วย
	๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา การเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักร บอร์น-ฮาเบอร์	• ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้ง ที่เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานและคายพลังงาน ซึ่งแสดงได้ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และ พลังงานของ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบ ไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน
	๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก	• สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น ผลึกของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลาย ในน้ำจะนำไฟฟ้า • สารละลายของสารประกอบไอออนิกแสดงสมบัติความเป็นกรด–เบส ต่างกัน สารละลายของสารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และสารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส
	๑๓. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ ของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	• ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก สามารถเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิก สุทธิ โดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออน ส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ทำปฏิกิริยากันและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น
	๑๔. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส	• พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ของธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไป จะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วย พันธะโคเวเลนต์ เรียกว่า สารโคเวเลนต์ พันธะ โคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และ พันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วย โครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ของแต่ละอะตอมด้วยจุด
	๑๕. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	• สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ โดยทั่วไป เขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับ ตามค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี จากน้อยไปมาก โดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุ ที่มีมากกว่า ๑ อะตอมในโมเลกุล • การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ทำได้โดยเรียกชื่อ ธาตุที่อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยมี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		คำนำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
	๑๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะ และพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้ง คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของ สารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ	• ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะ และชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงาน พันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้ โมเลกุลโคเวเลนต์ บางชนิดมีค่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะ แตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิส ที่เหมาะสมได้มากกว่า ๑ โครงสร้าง ที่เรียกว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ • พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงาน ของปฏิกิริยา ซึ่งได้จากผลต่างของพลังงาน พันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์
	๑๗. คาดคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	• รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ อาจพิจารณาโดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง โมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นผลรวม ปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้วของแต่ละพันธะตาม รูปร่างโมเลกุล
	๑๘. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์	• แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็น แรงแผ่กระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้ สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดต่ำกว่าสารประกอบไอออนิก เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก • สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดต่ำ และไม่ละลายในน้ำ สำหรับสาร โคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตกตัว เป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสารที่ไม่แตกตัว เป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้จากสาร ที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		สารละลายของ สารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ จะมีสมบัติ เป็นกรด
	๑๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายชนิดต่าง ๆ	• สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุล ขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่อง เป็นโครงร่างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดสูงสารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายที่มี ธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอัญรูปต่างกัน จะมีสมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์
	๒๐. อธิบายการเกิดพันธะโลหะ และสมบัติของโลหะ	• พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของ ทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่ว ทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอน ในนิวเคลียสทุกทิศทาง • โลหะ ส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
	๒๑. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบ ไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของ สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และ โลหะ ได้อย่างเหมาะสม	• สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ มีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำ ไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม
ม.๕	๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของ เกย์–ลูสแซก ๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส	• พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของ เกย์–ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมา ใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้
	๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของ อาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ	• ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วย กฎของอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมล ของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊ส ที่ภาวะต่าง ๆ ได้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊ส ในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน	• ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากันความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วน โมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎ ความดันย่อยของดอลตัน
	๕. อธิบายการแพร่ของแก๊ส โดยใช้ทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊สโดยใช้กฎการแพร่ผ่านของ เกรแฮม	• แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊สอธิบาย ได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุล ของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วน ผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส สัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
	๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการ ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	• สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
ม.๖	๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบ อินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน	• สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของ คาร์บอน ส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้าง หลากหลาย และแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจาก ธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุ คาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม นอกจากนี้ยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุ อื่น ๆ ได้อีกด้วย และมีการนำสารประกอบ อินทรีย์ไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย
	๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สตูรโครงสร้างแบบย่อและสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบ อินทรีย์หรือสูตรโครงสร้างแบบเส้น	• โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แสดงได้ด้วยสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ
	๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภท ของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน	• สารประกอบอินทรีย์มีหลายประเภท การพิจารณาประเภทของสารประกอบอินทรีย์อาจใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ได้เป็นแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอไมด์
	๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ	• การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC	แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ และเอไมด์ จะเรียกตามระบบ IUPAC หรือ อาจเรียกโดยใช้ชื่อสามัญ
	๕. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ	• ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติแตกต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอริซึม และ เรียกสารแต่ละชนิดว่า ไอโซเมอร์ ไอโซเมอร์ที่มี สูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์โครงสร้าง
	๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือด และ การละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มี หมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุลหรือโครงสร้างต่างกัน	• สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างของสารต่างกันจะมีจุดเดือดและ การละลายในน้ำต่างกัน สำหรับการละลายของสาร พิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและ ตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ใน ตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน
	๗. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	• สารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็น สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยา การเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีนและปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จะให้ผลของ ปฏิกิริยาต่างกัน จึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ ในการจำแนกประเภทของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนได้
	๘. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยา เอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน ๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน	• กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้เป็นเอสเทอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเอมีนเกิดเป็นเอไมด์ เอสเทอร์และเอไมด์สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์ ในเบสแอลคาไล เรียกว่า ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
	๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำ สารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิต ประจำวันและอุตสาหกรรม	• สารประกอบอินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ได้มากมายในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำไปใช้เป็น สารตั้งต้นและตัวทำละลายในอุตสาหกรรม ด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและพลังงาน อุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมเกษตร
	๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์	• พอลิเมอร์ เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า มอนอเมอร์ เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยมีทั้ง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		พอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ อาจเป็นปฏิกิริยาแบบควบแน่นหรือปฏิกิริยาแบบเติมขึ้นอยู่กับ หมู่ฟังก์ชันและโครงสร้างของมอนอเมอร์
	๑๒. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์	• พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกันอาจเป็นโครงสร้างแบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิดของมอนอเมอร์และภาวะของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ซึ่งโครงสร้างของพอลิเมอร์ส่งผลต่อจุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่น จึงสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย
	๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติก และผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์	• พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้ว สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่ง ส่วนพอลิเมอร์ ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว จึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอเซต มีโครงสร้างแบบร่างแห พลาสติกมีทั้งที่เป็น พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก และพอลิเมอร์เทอร์มอเซต ผลิตภัณฑ์ยางเป็น พอลิเมอร์เทอร์มอเซต ซึ่งทำให้มีสมบัติและ การนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน
	๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และ การสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์	• การปรับเปลี่ยนโครงสร้าง หรือการสังเคราะห์พอลิเมอร์ เช่น วัลคาไนเซชัน การสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้า เป็นการปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น
	๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบ จากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข	• การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรตระหนักถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไข

สาระเคมี

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

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี บางชนิด	• ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและ ผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิด ปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์ แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี • การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน
	๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย ๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	• การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสาร ในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้น ของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้
	๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	• ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จาก เลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม
	๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณ ปริมาณ สารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	• ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่น ที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา
	๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยา เคมี	• ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎี เป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ
ม.๕	๑. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา ๒. คำนวณอัตราการเดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟ การลดลงหรือ	• ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลง ของสารตั้งต้น หรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีที่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัด ในปฏิกิริยา	เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจาก สารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์
	๓. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกัน ของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	• ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของ สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมี พลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศการชน และพลังงานที่เกิดจากการชน
	๔. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว ของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มี ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ๕. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา	• อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและ ตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำ ปฏิกิริยาด้วย
	๖. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรม	• ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม
	๗. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล ๘. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตรา การเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยา จนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล	• ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้น และอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิด ปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุล ที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ เรียกว่าสมดุลพลวัต
	๙. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา ๑๐. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล	• ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วย ค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง
	๑๑. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของ ปฏิกิริยาหลายขั้นตอน	• ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และ หาก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		มีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุล เป็นตัวหาร
	๑๒. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล และ ค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของ เลอชาเตอลิเอ	• เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเอ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง
	๑๓. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของ กระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งที่มีชีวิต ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม	• ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม
	๑๔. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบส โดยใช้ทฤษฎีกรด–เบสของ อาร์เรเนียส เบรินสเตด–ลาวรีและลิวอิส	• สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของ อาร์เรเนียส เบรินสเตด–ลาวรีหรือลิวอิส
	๑๕. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-ลาวรี	• ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด–ลาวรี เมื่อ กรดหรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น จะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้น ที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็น โมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของ สารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมี โปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน
	๑๖. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส	• กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อนหรือเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย โดยความสามารถในการแตกตัวหรือความแรง ของกรดหรือเบสอาจพิจารณาได้จากค่าคงที่ การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณ การแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส
	๑๗. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส	• น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียสแตกตัว ให้ไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ ๑.๐×๑๐^{-๗} โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ เท่ากับ ๑.๐×๑๐^{-๑๔}

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรดเบสของสารละลายแสดงได้ด้วยค่า pH ซึ่ง สัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน โดยสารละลายกรดมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนมากกว่า๑.๐ x ๑๐$^{-๗}$ โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH น้อยกว่า ๗ ส่วนสารละลายเบสมี ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนน้อยกว่า๑.๐ x ๑๐$^{-๗}$ โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า ๗
	๑๘. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และ ระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลาย หลังการสะเทิน ๑๙. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือและระบุ ความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ	• ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทิน ระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลาย ที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อน และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส • เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลาย ในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลาย ที่มีสมบัติเป็นเบส
	๒๐. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ การไทเทรตกรด-เบส	• การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกันเรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติ จุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบสควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับ หรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล
	๒๑. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของ สารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต	• ปริมาณกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันจาก การไทเทรตกรด-เบส สามารถนำไปคำนวณ ความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบ ความเข้มข้นได้
	๒๒. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ ของสารละลายบัฟเฟอร์	• สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติมกรด เบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่า สารละลายทั่วไป สมบัติเฉพาะของสารละลาย บัฟเฟอร์เป็น

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	๒๓. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ กรด–เบส	• ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์
	๒๔. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยา ที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์	• เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดงประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุ เรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์
	๒๕. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้ง เขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยา รีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์	• ปฏิกิริยารีดอกซ์ มีทั้งครึ่งปฏิกิริยา ที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอน จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชัน ลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์
	๒๖. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการ เป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์	• การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผล การทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์
	๒๗. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา	• ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ ทำได้โดยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา
	๒๘. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และ เขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและ แคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์	• เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์
	๒๙. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น	• ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จาก ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่าเซลล์กัลป์วานิก แต่ถ้าค่า ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยา รีดอกซ์ไม่สามารถเกิดได้เอง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ต้องมีการให้กระแส ไฟฟ้าจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก
	๓๐. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดง ปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ	• เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ภายในเซลล์ปฐมภูมิ ไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายใน เซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ได้โดยการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้อีก
	๓๑. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแส ไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแส ไฟฟ้าการทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกัน การกัดกร่อนของโลหะ	• เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม หลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยกสารเคมี ด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
	๓๒. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้า ทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	• ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรม ด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สาระเคมี

๓. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบรูณาการ ความรู้และทักษะในการ อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหา ทางเคมี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้นและปฏิบัติตน ที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและ สิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิด อุบัติเหตุ	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมดังนั้นจึงควร ศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี เช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลองการกำจัดสารเคมี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๒. เลือกและใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม	• อุปกรณ์และเครื่องมือชั่ง ตวง วัดแต่ละชนิดมีวิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการ วัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงและ ความแม่นในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมี การเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการ อย่างเหมาะสม
	๓. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียน รายงานการทดลอง	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผน การทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุปและวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูล และการ เขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง โดยการทำ ปฏิบัติการณ์ทางเคมีต้องคำนึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์
	๔. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และ เปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอ ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจระบุ อยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐาน เดียวกัน จึงมีการกำหนดหน่วยในระบบเอสไอ ให้เป็นหน่วยสากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วย เพื่อให้เป็นหน่วยสากล สามารถทำได้ด้วยการใช้ แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
	๕. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และ คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร	• มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ ๑ อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้น มวลอะตอม จึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน • มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่า มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุชนิดนั้น ตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ • มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ของสารนั้น
	๖. อธิบาย และคำนวณปริมาณใด ปริมาณหนึ่งจาก ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP	• โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ เลขอาโวกาโดร คือ ๖.๐๒ × ๑๐^{๒๓} อนภุาค มวลของสาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสาร ที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ ๒๒.๔ ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๗. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ ของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่	• สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุ ตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วนคงที่
	๘. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร	• สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัลหรือ สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่าย คำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอม ของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุล ของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้
	๙. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย ต่าง ๆ	• สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูป ของสารละลาย การบอกปริมาณของสาร ในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น ในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล
	๑๐. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตร สารละลายตามที่กำหนด	• การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและ ปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดย การละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ใน ตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้น มาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของ สารละลายที่ต้องการ
	๑๑. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของ สารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	• สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของ ตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของ ตัวทำละลาย
ม.๖	๑. กำหนดปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรือ อุตสาหกรรม	• สถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรมสามารถ นำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้
	๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมี ร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การ แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ	• การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ หรือประเด็นที่สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่นรวมทั้ง คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา ในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ	• การนำเสนองานหรือแสดงผลงาน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ผลงาน รวมทั้งเพิ่มโอกาสในการพัฒนางาน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ ประกอบการนำเสนอ ซึ่งจะทำให้การสื่อสาร มีประสิทธิภาพมากขึ้น
	๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้า ร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ	• การสัมมนา การประชุมวิชาการ หรือการ ร่วมแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยน ความคิด แสดงทัศนคติต่อกรณีศึกษา สถานการณ์ หรือประเด็นสำคัญทางเคมี ซึ่งช่วยส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยี เพื่อการค้นคว้าและการสื่อสาร ซึ่งสามารถทำได้หลายระดับ โดยอาจเป็นระดับชั้นเรียนโรงเรียนกลุ่มโรงเรียน ชุมชน ระดับชาติหรือนานาชาติ

สาระฟิสิกส์

๑. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรูเพิ่มเติม
ม.๔	๑. สืบค้น และอธิบายการค้นหาความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี	• ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ • การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือ จากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุป เป็นทฤษฎีหลักการหรือกฎความรู้เหล่านี้ สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือ ทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต • ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาและความ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรูเพิ่มเติม
		ก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย
	๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อน ในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้ง แสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์ และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง	• ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและหน่วยวัด • ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์ คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกย่อว่า ระบบเอสไอ • ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ๑ มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ หรือเขียนโดยใช้คำนำหน้าหน่วยของระบบเอสไอ การเขียนโดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียน เพื่อแสดงจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง • การทดลองทางฟิสิกส์เกี่ยว กับการวัด ปริมาณต่าง ๆ การบันทึกปริมาณที่ได้จากการวัดด้วยจำนวน เลขนัยสำตัญที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อน การวิเคราะห์และการแปลความหมายจากกราฟ เช่น การหาความชันจากกราฟเส้นตรง จุดตัดแกน พื้นที่ใต้กราฟ เป็นต้น • การวัดปริมาณต่าง ๆ จะมีความคลาดเคลื่อนเสมอ ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการวัด และประสบการณ์ ของผู้วัด ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดง ในการรายงานผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ • การวัดควรเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น การวัดความยาวของวัตถุ ที่ต้องการความละเอียดสูง อาจใช้เวอร์เนียร์ แคลลิเปิร์ส หรือไมโครมิเตอร์ • ฟิสิกส์อาศัยคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการศึกษา ค้นคว้า และการสื่อสาร
	๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่ง คงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่า	• ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็วและความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิดในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัวมีความสัมพันธ์ตามสมการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรูเพิ่มเติม
	ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	$v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ • การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียนอยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็วกับเวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชันของเส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นการกระจัด ในกรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต • การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก
	๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสอง แรงที่ทำมุมต่อกัน	• แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธีเขียนเวกเตอร์ของแรง แบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ
	๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการ เคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• สมบัติของวัตถุที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณ ที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย • การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ • กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะ ไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎ การเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน • กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่ง โดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวลและความเร่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรูเพิ่มเติม
		$\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = m\vec{a}$ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน • เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่าง วัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม และกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่ กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้
	๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• แรงดึงดูดระหว่างมวล เป็นแรงที่มวลทั้งสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$ • รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลก ที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก
	๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุ หยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหา สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียด ทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน	• แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อน ในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและ แรงปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่นั้น ๆ • ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีค่าเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อวัตถุนั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ ขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ $f_s \leq \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรูเพิ่มเติม
		• การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
	๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผล ของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุ อยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง	• สมดุลกล เป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว คงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว • วัตถุจะสมดุลต่อการเลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^{n}\vec{F}_i=0$ • วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^{n}M_i=0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้ สมการ $M=Fl$ • เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน • การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล
	๙. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ	• เมื่อออกแรงที่กระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทานในแนวระดับ แรงกระทำนั้นผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน • วัตถุที่อยู่ในสภาพโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ
	๑๐. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย	• งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของขนาดของปรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซด์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W=F\Delta x\cos\theta$ หรือหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่ง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรูเพิ่มเติม
		โดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ • งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$
	๑๑. อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์	• พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน • พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ • พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุ แบ่งเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ • พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_P$ • แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่เช่น แรงโน้มถ่วงและ แรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ • งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$
	๑๒. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้ง วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	• ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรง อนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียน แทนได้ด้วยสมการ $E_P + E_k$ = ค่าคงตัว โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ • กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก
	๑๓. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้ เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้ง คำนวณ	• การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอกพื้นเอียง ลิ่ม สกรู และ ล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรูเพิ่มเติม
	ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล	$\text{Efficiency} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\,\%$ การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ $M.A = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{in}}{S_{out}}$
	๑๔. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และ การดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับ โมเมนตัม	• วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวล และความเร็วของวัตถุ ดังสมการ $\vec{P} = m\vec{v}$ • เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัม ของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ • แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดล ตามสมการ $I = \left(\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i\right)\Delta t$ ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง แรงดลกับเวลา
	๑๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบ ยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกัน ในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	• ในการชนกันของวัตถุและการดีดตัวออกจากกัน ของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมา กระทำโมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไป ตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วย สมการ $\vec{P}_i = \vec{P}_f$ โดย $\vec{P}_i$ เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ $\vec{P}_f$ เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน • ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของระบบ อาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ ของระบบคงคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชน ที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น
	๑๖. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	• การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนาม โน้มถ่วงโดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการ เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยน ตำแหน่งในแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน และเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรูเพิ่มเติม
		กระทำ จึงมีความเร็วคงตัว ปริมาณต่าง ๆมีความสัมพันธ์ ตามสมการ $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2}\right) t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่งความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t$
	๑๗. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงสู่ศูนย์กลางรัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุมและมวล ของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบ ระดับรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่ แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม	• วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมีแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลาง ที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการ เคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ $F_c = \frac{mv^2}{r}$ • นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์ กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และ แรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุม ตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$ • ดาวเทียมที่โคจร ในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของ เส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุน รอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับ อัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียม จึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลก ตลอดเวลา

สาระฟิสิกส์

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๕	๑. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้ม อย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง มีความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A\sin(\omega t + \phi)$ $v = A\omega\cos(\omega t + \phi)$ $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -\omega^2 A\sin(\omega t + \phi) = -\omega^2 x$ • การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง และการแกว่ง ของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่มีขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับขนาดของการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล แต่มี ทิศทางตรงข้าม โดยมีคาบการสั่นของวัตถุ ที่ติดอยู่ที่ปลายสปริง และคาบการแกว่งของ ลูกตุ้มตามสมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ตามลำดับ
	๒. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและการเกิด การสั่นพ้อง	• เมื่อดึงวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยให้สั่น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่เฉพาะตัว การดึงลูกตุ้มออกจากแนวดิ่งแล้วปล่อยให้แกว่ง ลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัว เช่นกัน ความถี่ที่มีค่าเฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ที่มีค่าเท่ากับ ความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่นด้วย แอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง
	๓. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่น ด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกัน ของคลื่น	• คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงาน จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง • คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงานโดยต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่า คลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	ตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณ อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น	พลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ ยังจำแนกชนิดของคลื่นออกเป็นสองชนิด ได้แก่ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว • คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วย การกระจัด สันคลื่น ท้องคลื่น เฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็ว โดยอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น มีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = \lambda f$ • การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักของฮอยเกนส์ และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกันจะรวมกันตามหลักการซ้อนทับ
	๔. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน • คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่กลับมา ในตัวกลางเดิม โดยเป็นไปตามกฎการสะท้อน เขียนแทนได้ด้วยสมการ มุมสะท้อน = มุมตกกระทบ • คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกันแล้วอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตามกฎการหักเห เขียนแทน ได้ด้วยสมการ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ • คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับโดยกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มี ความถี่เท่ากันและเฟสตรงกันปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $\lvert S_1P - S_2P \rvert = n\lambda$ เมื่อ $n = 0,1,2,3...$ $\lvert S_1Q - S_2Q \rvert = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $n = 1,2,3...$ • คลื่นนิ่ง เกิดจากคลื่นอาพันธ์สองขบวนแทรกสอดกันแล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่า ปฏิบัพ และตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบหักล้าง ตลอดเวลา เรียกว่า บัพ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบสิ่งกีดขวาง ไปด้านหลังได้
	๕. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของ อนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิ ในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เสียงเป็นคลื่นกลและคลื่นตามยาว เกิดจาก การถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่ง กำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลางทำให้อนุภาค ของตัวกลางสั่น อัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับ อุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ $v = 331+0.6T_C$ • เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน
	๖. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบ ของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทาง เสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียง จากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลมเรียกว่า ความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$ • ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่าง ความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์ เริ่มได้ยิน ตามสมการ $\beta = 10\log(\frac{I}{I_0})$ • ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียงเสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน เนื่องจากมีคุณภาพเสียงแตกต่างกัน • เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภท ที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษ ทางเสียง
	๗. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของ อากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกต และอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน	• ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียง ที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการ เกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณ ได้จากสมการ $f_n = n\frac{v}{4L}$ เมื่อ $n = 1,3,5,...$ • ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยิน เสียงดัง ค่อย เป็นจังหวะ • คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากัน มาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้ง แหล่งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้า หรือ ออกจากกัน ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่า ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ • ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมาก กว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกัน จะเกิด คลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่นกระแทก มีพลังงานสูงมากมีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก • ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบายหลักการทำงานของเครื่องดนตรี การเปล่งเสียงของมนุษย์ การประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น
	๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสง ผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อแสงผ่านช่องเล็กยาวเดี่ยว (สลิตเดี่ยว) และช่องเล็กยาวคู่(สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบน และการแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืด และ แถบสว่างบนฉาก โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความสัมพันธ์ตามสมการ แถบมืด สำหรับสลิตเดี่ยว $d\sin\theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 1,2,3,...$ แถบสว่าง สำหรับสลิตคู่ $d\sin\theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0,1,2,3,...$ แถบมืด สำหรับสลิตคู่ $d\sin\theta = (n-\frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ $n = 1,2,3,...$ • เกรตติง เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กยาวที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็นจำนวนมาก และระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อย โดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กัน ใช้สำหรับหา ความยาวคลื่นของแสง และศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของแสง โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $d\sin\theta = n\lambda$ เมื่อ $n = 0,1,2,3,...$
	๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุ ตามกฎการสะท้อน	• เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เขียนรังสีของแสงและ คำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุเมื่อแสง ตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อน ของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	• วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงา ทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพ ของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการ กรณีกระจกเงาราบ $S' = S$ กรณีกระจกเงาทรงกลม $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$ $M = \frac{Y'}{Y}$
	๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดรรชนีหักเห มุมตกกระทบและมุมหักเห รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวรอยต่อของตัวกลางสองตัวกลางจะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่าคงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ • การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ในตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ จากสมการ $\frac{S'}{S} = \frac{n_2}{n_1}$ • มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศา เรียกว่า มุมวิกฤต (θ_C) ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทาง จากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มี ดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ $\frac{S'}{S} = \frac{n_2}{n_1}$ • การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต
	๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพ ที่เกิดจากเลนส์บาง หาตำแหน่ง ขนาด ชนิด ของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและอธิบายการนำ ความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บาง ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	• เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุ โดยตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้น หาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสง หรือคำนวณ ได้จากสมการ $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$ และ $M = \frac{Y'}{Y}$ • ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๒. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็น ท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	• กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด และมิราจ • เมื่อแสงตกกระทบอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศ แสงจะเกิดการกระเจิงใช้อธิบายการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน
	๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของ วัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสีรวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี	• การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี • การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว • แผ่นกรองแสงสียอมให้บางแสงสีผ่านไปได้ และดูดกลืนบางแสงสี • การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง • ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสี เกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็นเซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา

สาระฟิสิกส์

๓. เข้าใจแรงไฟฟ้า และกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอหม์ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๕	๑. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทาง ไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการ เหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	• การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกัน จะทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจาก อิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตาม กฎการอนุรักษ์ ประจุไฟฟ้า • เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้าน ที่ใกล้วัตถุและประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		วิธีการนี้ว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถใช้วิธีการนี้ในการทำให้วัตถุมีประจุได้
	๒. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของ คูลอมบ์	• จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกัน โดยมี ทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสอง และมีขนาดของแรงระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผลคูณของขนาดของประจุทั้งสอง และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่าง ระหว่างจุดประจุ ซึ่งเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_{12} = k\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$ เมื่อ $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$
	๓. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้า ที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนาม ไฟฟ้ารวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากระบบ จุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์	• รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มีสนามไฟฟ้าขนาด $E = k\frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า • สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้า ที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{12}}{q_2}$ • สนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ • ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศทางตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้า เนื่องจาก จุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากัน แต่อยู่ที่ศูนย์กลางของของทรงกลม • สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
	๔. อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ	• ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $U = k\frac{q_1 q_2}{r}$ • พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดยศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ แปรผัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ตรงกับขนาดของประจุ และแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $v = k\frac{Q}{r}$ • ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_i}$ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆใน บริเวณที่มีสนามไฟฟ้าคือ งานในการเคลื่อนประจุ บวกหนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V_B - V_A = \frac{W_{A\to B}}{q}$ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้าและระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $V_B - V_A = Ed$
	๕. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบาย พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุ และความจุของตัวเก็บประจุ ตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ • ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับ ความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ $U = \frac{1}{2}Q\Delta V$ • เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$ • เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุ สมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots$
	๖. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงาน ของเครื่องใช้ไฟฟ้า	• ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบาย การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่อง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	บางชนิด และปรากฏการณ์ ในชีวิตประจำวัน	กำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายเอกสาร • ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตยังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ฟ้าผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
	๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อน ของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัด ของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระ ที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ใน ทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนาม ไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยัง จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า • กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_dA$
	๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของ ตัวนำโลหะ ที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ ความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทาน มาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	• เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทานของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = (\frac{1}{R})V$ • ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุตามสมการ $R = \rho\frac{l}{A}$ • ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จากแถบสีบนตัวต้านทาน • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรมความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R = R_๑ + R_๒ + R_๓ + \ldots$ • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots$
	๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า	• แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วย ประจุไฟฟ้า

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\varepsilon = V + Ir$ • พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้าซึ่งมีค่า ขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณ ได้จากสมการ $W = I\Delta Vt$ และ $P = I\Delta V$
	๑๐.ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการ ต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน	• เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + ... + \varepsilon_n$ และ $r = r_1 + r_2 + r_3 + ... + r_n$ ตามลำดับ • เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูล มีค่าคงเดิมและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ... + \varepsilon_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + ... + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ • กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน คำนวณได้ตามสมการ $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$
	๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปราย เกี่ยวกับเทคโนโลยี ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน ไฟฟ้าโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	• การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ • เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
ม.๖	๑. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบาย และคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่ เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์	• เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่สนามแม่เหล็ก มีความเข้มมาก • ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็ก ที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณาและอัตราส่วนระหว่าง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วย สมการ $B = \frac{\phi}{A}$ • เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือโซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น
	๒. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของ การเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่าง เส้นลวด ตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน	• อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น คำนวณได้จากสมการ $F = qvB\sin\theta$ • กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไปโดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ $r = \frac{mv}{qB}$ • ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้น โดยทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา และคำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = IlB\sin\theta$ • เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง
	๓. อธิบายหลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณ ปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบายการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบ คำนวณได้จากสมการ $M = NIAB\cos\theta$
	๔. สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้ เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	• เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำ จะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\varepsilon = \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$ • ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้กฎของเลนซ์ • ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบาย การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการ ทำงานของ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบลลัสต์ แบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิด อีเอ็มเอฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า เหนี่ยวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า
	๕. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอส และกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส	• ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตาม เวลาในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์ • การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับ ใช้ค่ายังผลหรือค่ามิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบ รากทสี่องของกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{rms}=\frac{V_0}{\sqrt{2}}$ หรือ $I_{rms}=\frac{I_0}{\sqrt{2}}$
	๖. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มีขดลวดตัวนำ ๓ ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่งกันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐ องศา ซึ่งช่วยให้มีประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงาน ไฟฟ้า • ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้วลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการโดยใช้หม้อแปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ • ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของ หม้อแปลงจะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำใน ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟใน ขดลวดทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิ และจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}=\frac{N_2}{N_1}$
	๗. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไม่โพลาไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลารอยด์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลัก การทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	• การเหนี่ยวนำต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกจากแหล่งกำเนิด • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยสนามทั้งสองมีทิศตั้งฉากกันและตั้งฉากกับ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น • แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง โดยแสงในชีวิตประจำวันเป็นแสงไม่โพลาไรส์ เมื่อแสงนั้น ผ่าน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		แผ่นโพลารอยด์ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ ในระนาบเดียวเรียกว่า แสงโพลาไรส์เชิงเส้น สมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาไรเซชัน • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมาย โดยความถี่นี้มีค่าต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้าง เรียกว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า • ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสีเอกซ์เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องระบุตำแหน่งบน พื้นโลก เครื่องถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก
	๘. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล	• การสื่อสารเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่ง ไปอีกที่หนึ่ง ทำได้โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ สำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลง สัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม • สัญญาณมีสองชนิดคือแอนะล็อกและดิจิทัล โดยการส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัล มีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก

สาระฟิสิกส์

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลัก ของอาร์คิมีดิส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และ สมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและ อนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๖	๑. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสาร เปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยน สถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	• เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปและสสารอาจเปลี่ยนสถานะ โดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ คำนวณได้จากสมการ $Q = cm\Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = \cdot mL$ • วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎ การอนุรักษ์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุ หนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{ลด} = Q_{เพิ่ม}$ • เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน
	๒. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและ คำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดุลัสของยัง และนำความรู้เรื่อง สภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน	• สมบัติที่วัสดุเปลี่ยนรูปและกลับสู่รูปเดิม เมื่อหยุดออกแรงกระทำเรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ถ้ายัง ออกแรงต่อไป วัสดุจะขาดหรือเสียรูปอย่างถาวร • ในกรณีที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความยาวถ้าออกแรงกระทำต่อเส้นลวดไม่เกินขีดจำกัดการแปรผันตรง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นลวด แปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง ทำให้ ความเครียดตามยาวที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับความเค้นตามยาวโดยความเค้นตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\sigma = \frac{F}{A}$ ส่วนความเครียดตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$ • อัตราส่วนความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาว เรียกว่า มอดุลัสของยัง ซึ่งมีค่าขึ้นกับ ชนิดของวัสดุ คำนวณได้จากสมการ $Y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ หรือ $Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$ • ถ้าวัสดุมีมอดุลัสของยังสูงแสดงว่าวัสดุนั้นปลี่ยนแปลงความยาวได้น้อย ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้น เกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น วัสดุไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ สมบัตินี้นำไปใช้พิจารณา ในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน
	๓. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดัน สัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้ง อธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก	• ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของ แรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย เป็นความดันในของเหลว • ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho g h$ ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ $P = P_o + P_g$ • ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		• เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลว ที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่าน ไปทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของ เครื่องอัดไฮดรอลิก
	๔. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุง จากของไหล	• วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาด แรงพยุงเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมีดีสซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหลขนาดแรงพยุงจากของไหลคำนวณได้ จากสมการ $F_B = \rho V g$
	๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของ ของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืด ของของเหลว	• ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิว ของเหลวไว้ด้วยแรงดึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผล จากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลง บางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิว ของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้ จากสมการ • ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด
	๖. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการ ความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความความต่อเนื่องและสมการแบรน์ลูลี ไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	• ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหล โดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตาม สมการ ความต่อเนื่อง Av = ค่าคงตัว • ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกัน ของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอ จะมี ผลรวมของความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่ง หน่วยปริมาตรเป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho g h$ = ค่าคงตัว
	๗. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่ แบบสุ่มและมีการชนแบบยืดหยุ่น • ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิ ของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ PV= nRT= NkBT

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๘. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุล ของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการ ของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ย และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊สได้ • จากทฤษฎีจลนข์องแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{3}{2}N\bar{E}_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_BT}{m}}$
	๙. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิด โดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิต ประจำวัน	• ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของ แก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้ จากสมการ W = PΔV • โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมี พลังงานจลน์โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุล เรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงาน ภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุล และอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส • พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนใน ระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้ จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบ ที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$ • ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ
	๑๐. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอม ของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของ อะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสี ของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืน หรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และ ค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัม พลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตาม สมการ E = nhf • ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์ อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ในวงโคจร

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		บางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับ หรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไป คำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงาน อะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ $r_n = \left(\frac{h^2}{mke^2}\right)n^2$ และ $E_n = -\frac{1}{2}\frac{mk^2e^4}{h^2}(\frac{1}{n^2})$ ตามลำดับ • ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณ ความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right]$
	๑๑. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและ คำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของ โฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะ	• ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มี ความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวน โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงและพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสง หรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์ • ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐาน ของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{\max}}$ • การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของ โฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{\max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ
	๑๒. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้ง อธิบาย และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์	• การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน สนับสนุนความคิดของเดอบรอยล์ ที่เสนอว่า อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมี ความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัม ของอนุภาคตามสมการ $\lambda = \frac{h}{P}$ • จากความคิดของไอน์สไตน์และเดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัติดังกล่าวเรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค
	๑๓. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา	• กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุ กัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ออกมามี ๓ ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา • การแผ่รังสีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ การสลายให้แอลฟา $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}y + {}^{4}_{2}He$ การสลายให้บีตาลบ $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z+1}y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}_e$ การสลายให้บีตาบวก $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-1}y + {}^{0}_{+1}e + \nu_e$ การสลายให้แกมมา $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X^{*} + \gamma$
	๑๔. อธิบาย และคำนวณ กัมมันตภาพของ นิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสี ที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต	• ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสีอัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพ ปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลงของจำนวน นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี คำนวณได้จาก สมการ $A = \lambda N$ • ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง ของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่าครึ่งชีวิต โดยจำนวน นิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต คำนวณได้จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ และ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ตามลำดับ
	๑๕. อธิบายแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียสและพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• ภายในนิวเคลียสมีแรงนิวเคลียร์ที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส • การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกันต้องใช้พลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว ซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$ • นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูง จะมีเสถียรภาพดีกว่านิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน คำนวณได้จากสมการ $\frac{E}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}$

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๖. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน และฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์	• ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ • ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อย รวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น • พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน ตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$
	๑๗. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และ รังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสี ในด้านต่าง ๆ	• พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้
	๑๘. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐาน และการใช้ประโยชน์ จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในด้านต่าง ๆ	• การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงพบว่าโปรตอน และนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มี ขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ ด้วยแรงเข้ม • นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้ม ซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อน ซึ่งได้แก่ W - โบซอน และ Z – โบซอน • อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้ รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็นอนุภาค มูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน • แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายพฤติกรรม และอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน • การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การ พัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาค ในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีระนาบด้วยการปล่อยโพซิตรอนในการ วินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการรักษาความปลอดภัย มีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการ ตรวจวัตถุอันตรายในสนามบิน

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๑. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัย และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ การนำไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๔	๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	• การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาตขข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลก จึงสามารถแบ่งชั้น โครงสร้างโลกได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลก ตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และ โครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น ๕ ชั้นได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน นอกจากนี้ ยังมีการค้นพบรอยต่อระหว่างชั้นโครงสร้างโลก เช่น แนวแบ่งเขตโมโฮโรวซิกิ แนวแบ่งเขตกูเทนเบริก์ แนวแบ่งเขตเลห์แมน
	๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	• แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของ ธรณีภาค ซึ่งเป็นชั้นนอกสุดของโครงสร้างโลก โดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีดังกล่าว อธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งมี รากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีการ แผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขา ซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอย การเคลื่อนที่ของ ตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้ง การค้นพบ สันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร
	๓. ระบุสาเหตุและอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณี ที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีพร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ	• การพาความร้อนของแมกมาภายในโลก ทำให้ เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณี แปรสัณฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างที่บริเวณแนวรอยต่อของ แผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟ รูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อ ของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ระเบิด สึนามิซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่า แนวรอยต่อของแผ่นธรณี มี ๓ รูปแบบ ได้แก่ แนวแผ่นธรณีแยกตัว แนวแผ่นธรณี เคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ
	๔. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและอธิบายลำดับเหตุการณ์ ทางธรณีวิทยาในอดีต	• การลำดับชั้นหิน เป็นการศึกษาการวางตัวการแผ่กระจายลำดับอายุ ความสัมพันธ์ของชั้นหิน รอยชั้นไม่ต่อเนื่อง และหลักฐานทางธรณีวิทยา อื่น ๆ ที่ปรากฏ ทำให้ทราบลำดับเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นบนโลกตั้งแต่ กำเนิดโลกจนถึงปัจจุบัน • หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และลักษณะโครงสร้างทางธรณี ซึ่งนำมาหาอายุได้ ๒ แบบ ได้แก่ อายุเปรียบเทียบ คือ อายุของ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือ เหตุการณ์ทางธรณีวิทยา เมื่อเทียบกับ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือ เหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยาอื่น ๆและอายุสัมบูรณ์ คือ อายุที่ระบุ เป็นตัวเลขของหิน และ/หรือเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยาซึ่งคำนวณได้จากไอโซโทปของธาตุ • ข้อมูลจากอายุเปรียบเทียบและอายุสัมบูรณ์ สามารถนำมาจัดทำมาตราธรณีกาล คือ การลำดับ ช่วงเวลาของโลกตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบันแบ่งออกเป็น บรมยุค มหายุค ยุค และสมัย ซึ่งแต่ละช่วงเวลา มีสิ่งมีชีวิต สภาพแวดล้อมและเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน
	๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด และปัจจัยที่ทำให้ความรุนแรงของการปะทุ และรูปร่างของภูเขาไฟแตกต่างกัน รวมทั้ง สืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอ แนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	• ภูเขาไฟระเบิด เกิดจากการแทรกดันของแมกมาขึ้นมาตามส่วนเปราะบาง หรือรอยแตก บนเปลือกโลก มักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อ ระหว่างแผ่นธรณี ทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ เสี่ยงภัย ความรุนแรงของการปะทุและรูปร่าง ของภูเขาไฟที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ของแมกมา ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้ง ประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการ เฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
	๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดและ ความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้ง สืบค้นข้อมูล	• แผ่นดินไหว เกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือน แผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน และ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอ แนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย	ทำลายทรัพย์สิน ศูนย์เกิดแผ่นดินไหวมักอยู่ บริเวณรอยต่อของแผ่นธรณี และพื้นที่ภายใต้ อิทธิพลของการเคลื่อนของแผ่นธรณีที่ระดับ ความลึกต่างกัน ให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหายเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษา แนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย
	๗. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจาก สึนามิรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	• สึนามิ คือคลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำในปริมาณมหาศาล ส่วนมากจะเกิดในทะเล หรือมหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อย และอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคลื่น เคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้น ทำให้พื้นที่บริเวณ ชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
	๘. ตรวจสอบ และระบุชนิดแร่ รวมทั้งวิเคราะห์ สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม	• แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่มีสถานะเป็นของแข็ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีโครงสสร้างภายในที่เป็นระเบียบ และมีสูตรเคมีและสมบัติอื่น ๆ ที่แน่นอน หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้วงจำกัด ทำให้แร่มีสมบัติทางกายภาพที่แน่นอน สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบชนิดของแร่ ทางกายภาพ และการทำปฏิกิริยาเคมีกับกรด • ทรัพยากรแร่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในอตุสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น อาหารและยา เครื่องมือแพทย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อัญมณี
	๙. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อหิน รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม	• หิน เป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ ตั้งแต่ ๑ ชนิดขึ้นไป หรือประกอบด้วยแก้วธรรมชาติ หรือสสารจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเอง • หินสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและเนื้อหินได้เป็น ๓ ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การระบุชื่อของหิน แต่ละประเภท จะใช้ลักษณะและองค์ประกอบ ทางแร่ของหินเป็นเกณฑ์ หินสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น วัสดุ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ก่อสร้าง เครื่องประดับ วัตถุดิบใน อุตสาหกรรม
	๑๐. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูล ทางธรณีวิทยา ๑๑. อธิบายสมบัติของผลติภัณฑ์ที่ได้จาก ปิโตรเลี่ยม และถ่านหิน พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์ อย่างเหมาะสม	• ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากรสิ้นเปลืองที่มีอยู่อย่างจำกัด ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถ เกิดขึ้นทดแทนได้ในเวลาอันรวดเร็ว ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรม ที่สำคัญของประเทศ เช่น การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงใน อุตสาหกรรมต่าง ๆ • การศึกษากระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหินต้องใช้ความรู้พื้นฐานธรณีวิทยาหลายด้าน เช่น ตะกอนวิทยา การลำดับชั้นหิน ธรณีโครงสร้าง รวมทั้งวิธีการ และเทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำ ทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน
	๑๒. อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ ที่กำหนด พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่าง การนำไปใช้ประโยชน์	• แผนที่ภูมิประเทศ เป็นแผนที่ที่สร้างเพื่อจำลองลักษณะของผิวโลกหรือบางส่วนของพื้นที่บนผิวโลก โดยมีทิศทางที่ชัดเจน และมาตราส่วนขนาดต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับการใช้งาน แผนที่ ภูมิประเทศมักแสดงเส้นชั้นความสูง และคำอธิบาย สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่ • แผนที่ธรณีวิทยา เป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของหินกลุ่ม ต่าง ๆ ที่โผล่ให้เห็นบนพื้นผิว ทำให้ทราบถึงขอบเขตของหินในพื้นที่ นอกจากนี้ยัง แสดงลักษณะการวางตัวของชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์ และธรณีโครงสร้าง • ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาสามารถนำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์และประเมินศักยภาพของพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม เช่น ประเมินศักยภาพแหล่งทรัพยากรธรณีต่าง ๆ การวางผังเมือง การสร้างเขื่อน

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๒. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๕	๑. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและ คายพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันและผลที่มีลต่ออุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณของโลก ๒. อธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงาน ของโลก	• บริเวณต่าง ๆ ของโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากโลกมีสัณฐาน คล้ายทรงกลมและแกนหมุนโลกเอียงทำมุมกับ แนวตั้งฉากกับระนาบการโคจรของโลก รอบดวงอาทิตย์ ส่งผลต่อการตกกระทบของรังสี ดวงอาทิตย์ ซึ่งส่วนที่ผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศ จนถึงพื้นผิวโลก จะเกิดกระบวนการสะท้อน ดูดกลืน และถ่ายโอนพลังงาน แล้วปลดปล่อย กลับสู่อวกาศแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะของพื้นผิว ชนิดและปริมาณ ของแก๊สเรือนกระจก ละอองลอย และเมฆ ทำให้พื้นผิวโลก แต่ละบริเวณมีอุณหภูมิอากาศแตกต่างกัน • พลังงานจากดวงอาทิตย์โดยเฉลี่ยที่โลกได้รับ เท่ากับพลงังานเฉลี่ยที่โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ส่งผลให้ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกในแต่ละปีค่อนข้าง คงที่
	๓. อธิบายผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของ ความกดอากาศ แรงคอริออลิส แรงสู่ศูนย์กลาง และแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ	• การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจาก ความกดอากาศที่แตกต่างกันระหว่างสองบริเวณ โดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูง ไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำซึ่งจะเห็นได้ ชัดเจนในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ และเมื่อพิจารณาในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวดิ่ง จะพบว่าอากาศเหนือบริเวณความกดอากาศต่ำ จะมีการยกตัวขึ้น ขณะที่อากาศเหนือบริเวณ ความกดอากาศสูงจะจมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ ของอากาศทั้งในแนวราบและแนวดิ่งนี้ ทำให้เกิด เป็นการหมุนเวียนของอากาศ • การหมุนรอบตัวเองของโลกจะทำให้เกิด แรงคอริออลิส ซึ่งมีผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ ของอากาศเบนไป โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณ ซีกโลกเหนือจะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจาก ทิศทางเดิม เช่น ลมค้า และมรสุม • แรงสู่ศูนย์กลางซึ่งทำให้เกิดการหมุนของลม เช่น พายุหมุนเขตร้อน ทอร์นาโด พายุงวงช้าง และ แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือแรงเสียดทาน ส่งผลต่ออัตราเร็วลม เช่น พายุไต้ฝุ่น เมื่อเคลื่อนตัว เข้าสู่

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ชายฝั่งจะลดระดับความรุนแรงลงเป็นพายุ โซนร้อน หรือดีเพรสชั่น
	๔. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	• แต่ละบริเวณของโลกีความกดอากาศแตกต่างกัน ประกอบกับอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการ หมนุเวียนของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบ โดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกันได้แก่ การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศแบบหนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลาง มีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียน แถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น • บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละ แถบ ละตจิดู จะมลีกัษณะลมฟ้า อากาศ ที่แตกต่างกัน เช่น บริเวณใกล้ศูนย์สูตรมีปริมาณหยาดน้ำฟ้า เฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐ องศา มีอากาศแห้งแล้ง ส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศา อากาศมีความแปรปรวนสูง
	๕. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำ ในมหาสมุทร	• น้ำในมหาสมุทรมีอุณหภูมิและความเค็มของน้ำแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ และแต่ละระดับ ความลึก ซึ่งหากพิจารณามวลน้ำในแนวดิ่ง และใช้อุณหภูมิ เป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่งชั้นน้ำ ได้เป็น ๓ ชั้น คือ น้ำชั้นบน น้ำชั้นเทอร์โมไคลน์ และน้ำชั้นล่าง
	๖. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำใน มหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	• การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร ได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลัก ประกอบกับ แรงคอริออลิส ทำให้บริเวณซีกโลกเหนือมีการไหลเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรมีทั้งกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น ส่วนการหมุนเวียนกระแส น้ำลึกเป็นการหมุนเวียนของน้ำชั้นล่าง เกิดจาก ความแตกต่างของอุณหภูมิและความเค็มของน้ำ โดยกระแสน้ำผิวหน้าและกระแสน้ำลึกจะหมุนเวียนต่อเนื่องกัน
	๗. อธิบายผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม	• การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทร ส่งผลต่อลักษณะอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม แตกตต่างกันไป เช่น การเกิดน้ำผุดน้ำจม จะส่งผลต่อ ความอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่ง เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีมที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรปไม่หนาวเย็นจนเกิน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ไปนัก และเมื่อการหมุนเวียน อากาศและน้ำในมหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิด ผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น ปรากฏการณ์ เอลนีโญและลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวน ของลมค้าและส่งผลต่อสภาพลมฟ้าอากาศของ ประเทศที่อยู่บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก รวมถึง บริเวณอื่น ๆ บนโลก
	๘. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศ และการเกิดเมฆ	• เสถียรภาพอากาศ หมายถึง สภาวะของบรรยากาศ ที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศเคลื่อนที่ ขึ้นลงในแนวดิ่ง ในกรณีที่ก้อนอากาศมีอุณหภูมิ ต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่โดยรอบ ก้อนอากาศนั้นจะไม่สามารถยกตัวขึ้นได้สูงมากนัก และจมัวกลับสู่ที่เดิม เรียกว่า อากาศมีเสถียรภาพ จะพบสภาวะอากาศแจ่มใส เมฆน้อยหรือปราศจากเมฆ ส่วนสภาวะอากาศไม่มีเสถียรภาพนั้น อุณหภูมิก้อนอากาศจะสูงกว่าอุณหภูมิของ อากาศโดยรอบทำให้ก้อนอากาศยกตัวขึ้น อย่างงรวดเร็ว เกิดเมฆในแนวตั้ง เช่น เมฆคิวมโลนิมบัส
	๙. อธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง	• แนวปะทะอากาศเกิดจากการเคลื่อนที่ปะทะกัน ของก้อนอากาศที่สมบัติต่างกันตั้งแต่สองก้อน ขึ้นไป แนวปะทะอากาศแบ่งออกได้ ๔ รูปแบบ คือ แนวปะทะอากาศอุ่น ซึ่งมักพบเมฆแผ่น เช่น เมฆซีร์รัส อัลโตสเตรตัส เกิดฝนกระจายเป็น บริเวณกว้างแนวปะทะอากาศเย็น เกิดเมฆก้อน เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส ทำให้อากาศแปรปรวนเกิด ฝนฟ้าคะนอง แนวปะทะอากาศรวม เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัสที่ส่งผลต่อการเกิดพายุฝน แนวปะทะอากาศคงที่ จะมีลักษณะอากาศแจ่มใส จนถึงมีเมฆบางส่วน และอาจส่งผลให้เกิดแนวปะทะอากาศแบบอื่นต่อไปได้
	๑๐. อธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศของโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูล สนับสนุน	• โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยปริมาณพลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่ โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุล พลังงานของโลก ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในแต่ละปีค่อนข้างคงที่และมีลักษณะภูมิอากาศ ที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิด การเปลี่ยนแปลงไป จะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของ พื้นผิวโลกและภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีปัจจัยหลายประการ ทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้นตาม ธรรมชาติและปัจจัย

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงความรีของวงโคจรโลกรอบ ดวงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของแกน หมุนโลกและการหมุนควงของแกนหมุนโลก รวมทั้งชนิดและปริมาณของละอองลอย เมฆ และแก๊สเรือนกระจก ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันที่ได้จากการวิเคราะห์หลักฐานต่าง ๆ เช่น แกนน้ำแข็ง
	๑๑. วิเคราะห์ และอภิปรายเหตุการณ์ที่เป็นผลจาก การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และนำเสนอ แนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	• การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอาจส่งผลกระทบ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยโลก การหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทั้งทางบกและทางทะเล • มนุษย์ อาจมีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้โดยการลดปัจจัยที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงานที่เกิดจากกระทำ ของมนุษย์
	๑๒. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ บนแผนที่อากาศ	• แบบแสดงข้อมูลของสถานีตรวจอากาศผิวพื้น เป็นการแสดงข้อมูลตรวจอากาศที่แสดงในรูป สัญลักษณ์หรือตัวเลขที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ความเร็ว และทิศทางลม ปริมาณและชนิดของเมฆ ทำให้ ทราบลักษณะอากาศ ณ สถานีนั้น ๆ ในเวลาที่มี การตรวจวัด เมื่อนำข้อมูลของสถานีตรวจอากาศ ผิวพื้นมาแสดงในแผนที่อากาศทำให้สามารถ วิเคราะห์ลักษณะอากาศในบริเวณกว้างได้ เช่น บริเวณความกดอากาศสูงหย่อม ความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่องความกดอากาศต่ำ
	๑๓. วิเคราะห์ และคาดการณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศ เบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ อื่น ๆ เพื่อวางแผนในการประกอบอาชีพ และ การดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้า อากาศ	• การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และ ค่าทางสถิติ สามารถนำมาวิเคราะห์รูปแบบ คาดการณ์การเกิดและการเปลี่ยนแปลง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้วางแผนการดำเนินชีวิตให้ สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การเลือก ช่วงเวลาในการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ฤดูกาล การเตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

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

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.๖	๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ	• ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบันคือ ทฤษฎีบิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบง ที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมาก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น ของเวลาและวิวัฒนาการของ เอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบง เอกภพเกิดการ ขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิลดลง มีสสาร คงอยู่ในรูปอนุภาคและปฏิยานุภาคหลายชนิด และมีวิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมี เนบิวลา กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ เป็นสมาชิกบางส่วนของเอกภพ
	๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทาง ของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ	• หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแนวรัศมี และะยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่าง ออกจากโลกและหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังที่กระจายตัวอย่าง สม่ำเสมอทุกทิศทาง และสอดคล้องกับอุณหภูมิ เฉลี่ยของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗๓ เคลวิน
	๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับ การสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก	• กาแล็กซี ประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวน หลายแสนล้านดวง ซึ่งอยู่กันเป็นระบบของ ดาวฤกษ์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเทห์ฟ้าอื่น เช่น เนบิวลา และสสารระหว่างดาว โดย องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซี อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง • กาแล็กซี่มีรูปร่างแตกต่างกัน โดยระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหันแบบ มีคาน มีโครงสร้าง คือ นิวเคลียส จาน และฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียสและ จาน โดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง ของกาแล็กซีทางช้างเผือก ประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสงซึ่งทาง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็น บริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมอง ของคนบนโลก แถบฝ้าสีขาวจาง ๆ ของทางช้าง เผือกคือดาวฤกษ์ ที่อยู่อย่างหนาแน่นในกาแล็กซี ทางช้างเผือก
	๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดง การเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์ ๕. อธิบายกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ และผลที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์ปฏิกิริยาลูกโซ่ โปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน	• ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์ คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกัน ตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไป ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ เกิดจาก การยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้ แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลามีขนาด เล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิดเป็น ดาวฤกษ์ก่อนเกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้น จนเกิดปฏิกิริยาเทอร์มอนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ ก่อนเกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ใน สภาพสมดุลระหว่างแรงดันกับแรงโน้มถ่วง ซึ่งเรียกว่าสมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์มีขนาดคงที่เป็นเวลานานตลอดช่วงชีวิต ของดาวฤกษ์ • ปฏิกิริยาเทอร์มอนิวเคลียร์ เป็นปฏิกิริยาหลักของกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ทำให้ เกิดการหลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็น นิวเคลียสฮีเลียมที่แก่นของดาวฤกษ์ ซึ่งมี ๒ กระบวนการ คือ ปฏิกิริยาลูกโซ่โปรตอนโปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน
	๖. ระระบุปัจจัยที่ที่ส่งผลต่อความส่อสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์	• ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจาก ดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อยออกมาในเวลา ๑ วินาที ต่อ หน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจาก ตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึงกำหนดค่า การเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ด้วยค่าโชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดงระดับความส่องสว่างของดาวฤกษ์ (หรือเทห์ฟ้าอื่น) ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต
	๗. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์	• สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิว ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้ดัชนีสีในการแบ่งชนิดของสเปกตรัมของดาวฤกษ์ และใช้สเปกตรัมในการจำแนกชนิด ของดาวฤกษ์
	๘. อธิบายวิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ ด้วยหลักการแพรัลแลกซ์	• การหาระยะทางของดาวฤกษ์ที่มีระยะทาง ห่างจากโลกไม่เกิน ๑๐๐ พาร์เซก มีวิธีการ ที่สำคัญ คือ วิธี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	พร้อมคำนวณ หาระยะทางของดาวฤกษ์	แพรัลแลกซ์ โดยวัดมุมแพรัลแลกซ์ ของดาวฤกษ์เมื่อโลกเปลี่ยนตำแหน่งไป ในวงโคจร ทำให้ตำแหน่งปรากฏของดาวฤกษ์ เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับดาวฤกษ์อ้างอิง
	๙. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของดาวฤกษ์ในลำดับวิวัฒนาการ จากแผนภาพ เฮิร์ซปรุง-รัสเซลล์	• มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ ก่อนเกิดดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้ พลังงานมาก จึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย • ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกันการวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับ มวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ส่วนใหญ่เทียบกับ จำนวนเท่าของมวลดวงอาทิตย์ • ดาวฤกษ์จะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการตามวิวัฒนาการ โดยนักวิทยาศาสตร์ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยแผนภาพเฮิร์ซปรุง-รัสเซลล์ ซึ่งเป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โชติมาตรสัมบูรณ์และดัชนีสีของดาวฤกษ์ โดยดาวฤกษ์ส่วนใหญ่จะอยู่ในแถบลำดับหลัก ซึ่งเป็นแถบ ที่แสดงว่าดาวฤกษ์จะมีช่วงชีวิตส่วนใหญ่อยู่ใน สภาวะสมดุล
	๑๐. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขต บริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของ ดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต ๑๑. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ด้วยกฎเคพเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน พร้อมคำนวณคาบการโคจรของดาวเคราะห์	• ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่น และแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊สประมาณร้อยละ ๙๙.๘ ของมวล ได้รวมตัวเป็น ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อน หรือ พลาสมา สสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และ บริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขต บริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิดและองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และดงดาวหาง • โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิตเพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสมจึงเป็นเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ทำให้โลกมีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคง สถานะเป็นของเหลวได้ และปัจจุบันมีการค้นพบ ดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมาก โดยมีดาวเคราะห์บางดวงที่มีลักษณะคล้ายโลก และอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต • บริวารของดวงอาทิตย์อยู่รวมกันเป็นระบบภายใต้แรงโน้มถ่วงระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ ตาม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		กฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ส่วนการโคจร ของดาว เคราะห์รอบดวงอาทิตย์เป็นไปตาม กฎเคพเลอร์
	๑๒. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิด ลมสุริยะ พายุสุริยะ และวิเคราะห์ นำเสนอ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ ผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย	• ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็น แก่น เขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อน และมีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโครโมสเฟียร์และคอโรนา ในชั้นบรรยากาศ ของดวงอาทิตย์ มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืด ดวงอาทิตย์ การลุกจ้า ที่ทำให้เกิดลมสุริยะ และ พายุสุริยะ ซึ่งส่งผลต่อโลก • ลมสุริยะ เกิดจากการแพร่กระจายของอนุภาค จากชั้นคอโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาค ที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุ ลมสุริยะส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสง และชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ • พายุสุริยะ เกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุพลังงานสูงจำนวนมหาศาล มักเกิดบ่อยครั้งในช่วงที่มีการลุกจ้า และในช่วงที่มีจุดมืดดวงอาทิตย์ จำนวนมาก และในบางครั้งมีการพ่นก้อนมวล คอโรนา พายุสุริยะ อาจส่งผลต่อสนามแม่เล็กโลก จึงอาจรบกวนระบบการส่งกระแสไฟฟ้าและ การสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผลต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ของดาวเทียม นอกจากนั้นมักทำให้เกิด ปรากฏการณ์แสงเหนือแสงใต้ที่สังเกตได้ชัดเจน
	๑๓. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกต และเชื่อมโยง จุดและเส้นสำคัญของแบบจำลองทรงกลมฟ้ากับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร	• ทรงกลมฟ้า เป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่มี รัศมีอนันต์ มีจุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดศูนย์กลาง ของทรงกลมฟ้า มีดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ ปรากฏอยู่บนผิวของทรงกลมฟ้านี้ การระบุพิกัด ของดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้า ตามระบบที่สำคัญได้แก่ -ระบบขอบฟ้า เป็นระบบที่อ้างอิงจากตำแหน่งผู้สังเกตบนโลกโดยระบุพิกัดเป็นมุมทิศและ มุมเงยอ้างอิงกับทิศเหนือและเส้นขอบฟ้าของ ผู้สังเกต - ระบบศูนย์สูตร เป็นระบบที่อ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตร ฟ้าและจุดวิษุวัต ระบุพิกัดเป็นไรต์แอสเซนชันและเดคลิเนชัน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	๑๔. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์	• โลกหมุนรอบตัวเองจากทางทิศตะวันตกไปทาง ทิศตะวันออก ทำให้เกิดปรากฏการณ์การขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดวงดาวในรอบวัน ซึ่งเส้นทางปรากฏของการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์ จะเปลี่ยนแปลงตามวันเวลาและตำแหน่งละติจูด ของผู้สังเกต ส่วนเส้นทางปรากฏของการขึ้น การตกของดาวฤกษ์จะเปลี่ยนแปลงตามละติจูด ของผู้สังเกต
	๑๕. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูล และเปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน	• การกำหนดเวลาสุริยคติจะเทียบกับดวงอาทิตย์ โดยเวลาสุริยคติ มีทั้งเวลาสุริยคติปรากฏ และ เวลาสุริยคติปานกลาง • เวลาสุริยคติปรากฏ เป็นเวลาที่ได้จากการสังเกต ดวงอาทิตย์จริงที่เคลื่อนที่อยู่บนท้องฟ้าของ ผู้สังเกต ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลาง ของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนครั้งแรกถึงครั้งถัดไป เรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปรากฏ
	๑๖. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลาง และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก	• เวลาสรุยิคติปานกลางกำหนดโดยให้มีดวงอาทิตย์สมมติเคลื่อนที่บนเส้นศูนย์สูตรฟ้าด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลาง ของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนครั้งแรกถึงครั้งถัดไป เรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปานกลาง ซึ่งยาว ๒๔ ชั่วโมง ๐ นาที ๐ วินาที เวลาสุริยคติปานกลางกรีนิช เป็นเวลาสุริยคติปานกลางที่ใช้เมริเดียนของ หอดูดาวกรีนิชในประเทศอังกฤษเป็นตัวกำหนด ซึ่งนำมาใช้ในการกำหนดเขตเวลามาตรฐานสากล ของตำแหน่งอื่น ๆ บนโลก
	๑๗. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับตำแหน่ง ในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยงกับตำแหน่ง ปรากฏของดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก	• โลกและดาวเคราะห์ทุกดวงหมุนรอบตัวเองและ โคจรรอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก หรือในทิศทวนเข็มนาฬิกาจาก มุมมองด้านบน คนบนโลกจะสงังเกตเหน็ดาวเคราะห์ มีตำแหน่งปรากฏแตกต่างกันในช่วงวันเวลาต่าง ๆเพราะดาวเคราะห์มีมุมห่างที่แตกต่างกัน • มุมห่างของดาวเคราะห์ คือ มุมระหว่างเส้นตรง ที่เชื่อมระหว่างโลกกับดาวเคราะห์กับเส้นตรงที่ เชื่อมระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เมื่อวัดบน เส้นสุริยวิถี โดยดาวเคราะห์อาจอยู่ห่างจาก ดวงอาทิตย์ไปทางทิศตะวันออกหรือทางทิศ ตะวันตก ซึ่งมีการเรียกชื่อ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ตามตำแหน่งของ ดาวเคราะห์ในวงโคจร ขนาดของมุมห่าง และทิศทางของมุมห่าง • ดาวเคราะห์ที่มีมุมห่างต่างกันจะมีตำแหน่งปรากฏบนท้องฟ้าแตกต่างกันโดยตำแหน่งปรากฏของ ดาวเคราะห์วงในจะอยู่ใกล้ขอบฟ้าในช่วงเวลา ใกล้รุ่งหรือเวลาหัวค่ำ ส่วนตำแหน่งปรากฏ ของดาวเคราะห์วงนอกจะสามารถเห็นได้ในช่วงเวลาอื่น ๆ นอกจากนี้ มุมห่างยังสามารถ นำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ เช่น ดาวเคียงเดือน ดาวเคราะห์ชุมนุม ดาวเคราะห์ ผ่านหน้าดวงอาทิตย์
	๑๘. สืบค้นข้อมูลอธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้ กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอ แนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศ มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต ๑๙. สืบค้นข้อมูล ออกแบบ และเสนอกิจกรรม การสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/ หรือกล้องโทรทรรศน์	• มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษา เพื่อ ขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกัน มนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์ อาหาร การแพทย์ • นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ เพื่อ ศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศ ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลตและรังสีเอ็กซ์ • ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรือ อุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อ สำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานี อวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการณ์ลอยฟ้าที่โคจรรอบโลก ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขา ต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก • ดาวเทียม คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุ ท้องฟ้า และนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียมมีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน

ส่วนที่ ๒

โครงสร้างเวลาเรียน
โครงสร้างรายวิชา

โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑
(ปรับปรุงพุทธศักราช ๒๕๖๐)

กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน			
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น			ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
	ม.๑	ม.๒	ม.๓	ม.๔-๖
● กลุ่มสาระการเรียนรู้				
ภาษาไทย	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๒๔๐ (๖ นก.)
คณิตศาสตร์	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๒๔๐ (๖ นก.)
วิทยาศาสตร์	๑๖๐ (๔ นก.)	๑๖๐ (๔ นก.)	๑๖๐ (๔ นก.)	๓๒๐ (๗.๕ นก.)
สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	๑๖๐ (๔ นก.)	๑๖๐ (๔ นก.)	๑๖๐ (๔ นก.)	๓๒๐ (๘ นก.)
○ ประวัติศาสตร์	๔๐ (๑ นก.)	๔๐ (๑ นก.)	๔๐ (๑ นก.)	๘๐ (๒ นก.)
○ศาสนาศีลธรรม จริยธรรม ○ หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรม และการดำเนินชีวิตในสังคม ○ เศรษฐศาสตร์ ○ ภูมิศาสตร์	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๒๔๐ (๖ นก.)
สุขศึกษาและพลศึกษา	๘๐ (๒ นก.)	๘๐ (๒ นก.)	๘๐ (๒ นก.)	๑๒๐ (๓.๐นก.)
ศิลปะ	๘๐ (๒ นก.)	๘๐ (๒ นก.)	๘๐ (๒ นก.)	๑๐๐ (๓.๐ นก.)
การงานอาชีพ	๖๐ (๑ นก.)	๖๐ (๑ นก.)	๖๐ (๑ นก.)	๑๐๐ (๒.๐ นก.)
ภาษาต่างประเทศ	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๒๔๐ (๖ นก.)
รวมเวลาเรียน (พื้นฐาน)	๘๘๐ (๒๒ นก)	๘๘๐ (๒๒ นก)	๘๘๐ (๒๒ นก.)	๑๖๔๐ (๔๑ นก.)
● รายวิชาเพิ่มเติม	ปีละไม่เกิน ๒๐๐ ชั่วโมง(๕ นก.)			ไม่น้อยกว่า ๑,๖๐๐ ชั่วโมง (๔๐ นก)
● กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน				
○ กิจกรรมแนะแนว	๑๒๐	๑๒๐	๑๒๐	๓๖๐
○ กิจกรรมนักเรียน - ลูกเสือยุวกาชาด - ชุมนุม				
○ กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์				
รวมเวลากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	๑๒๐	๑๒๐	๑๒๐	๓๖๐
รวมเวลาเรียนทั้งหมด	ไม่น้อยกว่า ๑,๒๐๐ ชั่วโมง/ปี			รวม ๓ ปี ไม่น้อยกว่า ๓,๖๐๐ ชั่วโมง

โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาพื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

ว๓๐๑๐๑	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๕	วิทยาการคำนวณ๑	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๖	ออกแบบเทคโนโลยี๑	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

ว๓๐๑๐๒	วิทยาศาสตร์กายภาพ ๑	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๓	วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๗	วิทยาการคำนวณ๒	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๘	ออกแบบเทคโนโลยี๒	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ว๓๐๑๐๔	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๙	วิทยาการคำนวณ๓	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๑.๐ หน่วยกิต

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๑ วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (ชีววิทยา)
รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (คะแนน)		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	ชีวิตในสิ่งแวดล้อม	ว ๑.๑ ม.๔/๑ ว ๑.๑ ม.๔/๒ ว ๑.๑ ม.๔/๓ ว ๑.๑ ม.๔/๔*	๘	๑๐	๗	๕
๒	การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	ว ๑.๒ ม.๔/๑	๗	๑๐	๖	๕
๓	การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์	ว ๑.๒ ม.๔/๒ ว ๑.๒ ม.๔/๓ ว ๑.๒ ม.๔/๔ ว ๑.๒ ม.๔/๕* ว ๑.๒ ม.๔/๖*	๘	๑๐	๗	๕
๔	การดำรงชีวิตของพืช	ว ๑.๒ ม.๔/๙ ว ๑.๒ ม.๔/๑๑ ว ๑.๒ ม.๔/๑๒ ว ๑.๒ ม.๔/๘* ว ๑.๒ ม.๔/๑๐*	๗	๘	-	๗
๕	พันธุกรรมและวิวัฒนาการ	ว ๑.๓ ม.๔/๒ ว ๑.๓ ม.๔/๔ ว ๑.๓ ม.๔/๕ ว ๑.๓ ม.๔/๖ ว ๑.๓ ม.๔/๑* ว ๑.๓ ม.๔/๓*	๑๐	๑๒	-	๘
รวม			๔๐	๕๐	๒๐	๓๐

* หมายถึงตัวชี้วัดปลาย

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๑๒ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ๑ (เคมี)

รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (คะแนน)		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	อากาศ	ว ๒.๑ ม.๕/๗ ว ๒.๑ ม.๕/๑* ว ๒.๑ ม.๕/๒* ว ๒.๑ ม.๕/๓* ว ๒.๑ ม.๕/๔* ว ๒.๑ ม.๕/๕* ว ๒.๑ ม.๕/๖*	๘	๑๐	๗	๕
๒	น้ำ	ว ๒.๑ ม.๕/๑๑ ว ๒.๑ ม.๕/๑๓ ว ๒.๑ ม.๕/๘* ว ๒.๑ ม.๕/๙* ว ๒.๑ ม.๕/๑๐* ว ๒.๑ ม.๕/๑๒*	๑๐	๑๔	๑๓	๕
๓	อาหาร	ว ๒.๑ ม.๕/๑๙ ว ๒.๑ ม.๕/๑๔* ว ๒.๑ ม.๕/๑๕* ว ๒.๑ ม.๕/๑๖* ว ๒.๑ ม.๕/๑๗* ว ๒.๑ ม.๕/๑๘ *	๑๒	๑๓	-	๑๐
๔	พลังงาน	ว ๒.๑ ม.๕/๒๒ ว ๒.๑ ม.๕/๒๐* ว ๒.๑ ม.๕/๒๑* ว ๒.๑ ม.๕/๒๓* ว ๒.๑ ม.๕/๒๔* ว ๒.๑ ม.๕/๒๕*	๑๐	๑๓	-	๑๐
รวม			๔๐	๕๐	๒๐	๓๐

* จุดประสงค์ปลายทาง

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๑๓ รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒
รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลาเรียน ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	การเคลื่อนที่และแรง -การเคลื่อนที่แนวตรง -แรงและการเคลื่อนที่ -การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ	ว๒.๒ ม.๕/๑ ว๒.๒ ม.๕/๒ ว๒.๒ ม.๕/๓ ว๒.๒ ม.๕/๔ ว๒.๒ ม.๕/๕ * ว๒.๒ ม.๕/๖	๑๒	๑๐	๘	๔
๒	แรงในธรรมชาติ - แรงโน้มถ่วงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุรอบโลก - สนามแม่เหล็กจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน - การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า - แรงอ่อนและแรงเข้ม	ว๒.๒ ม.๕/๗ ว๒.๒ ม.๕/๘ * ว๒.๒ ม.๕/๙ * ว๒.๒ ม.๕/๑๐	๑๐	๖ ๔	๔ ๔	๒ ๑
๓	พลังงาน - เซลล์สุริยะ - พลังงานนิวเคลียร์ - เทคโนด้านพลังงาน	ว๓.๒ ม.๕/๑ ว๓.๒ ม.๕/๒ *	๘	๘	๔	๓
๔	ปรากฏการณ์ของคลื่นกล - คลื่นกล - พฤติกรรมของคลื่น - ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง	ว๒.๓ ม.๕/๓ ว๒.๓ ม.๕/๔	๙		-	-
๕	เสียง - พฤติกรรมของเสียง - การได้ยินเสียง - ปรากฏการณ์อื่น ๆ ของเสียง - ประโยชน์ของเสียงในด้านต่าง ๆ	ว๒.๓ ม.๕/๕ ว๒.๓ ม.๕/๖ ว๒.๓ ม.๕/๗ ว๒.๓ ม.๕/๘ *	๙	๑๐	-	๘
๖	แสงสี - การมองเห็นสีของวัตถุ - ตากับการมองเห็นสี - ตาบอดสี	ว๒.๓ ม.๕/๙ ว๒.๓ ม.๕/๑๐ * ว๒.๓ ม.๕/๑๑ * ว๒.๓ ม.๕/๑๒	๘	๖ ๖	-	๖ ๖

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
	- แผ่นกรองแสงสี - การผสมแสงสี - การผสมสารสี - การมองเห็นสีของวัตถุภายใต้แสงสีต่าง ๆ - การนำไปใช้ประโยชน์ของสารสีและแสงสี					
ระหว่างภาค			๕๖	๕๐		
กลางภาค			๒		๒๐	
ปลายภาค			๒			๓๐
รวม			๖๐	๑๐๐		

* หมายถึงผลการเรียนรู้ปลายทาง

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๔ รายวิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ
สาระพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลาเรียน ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	โลกในเอกภพ - เอกภพ - ดาวฤกษ์ - ระบบสุริยะ - เทคโนโลยีอวกาศ	ว๓.๑ ม.๖/๑ * ว๓.๑ ม.๖/๒ ว๓.๑ ม.๖/๓ ว๓.๑ ม.๖/๔ ว๓.๑ ม.๖/๕ ว๓.๑ ม.๖/๖ ว๓.๑ ม.๖/๗ * ว๓.๑ ม.๖/๘ ว๓.๑ ม.๖/๙ * ว๓.๑ ม.๖/๑๐ *	๑๔	๒๐	๒๐	-
๒	กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก - โครงสร้างโลก - การแปรสัณฐานของแผ่นธรณี - ธรณีพิบัติภัย	ว๓.๒ ม.๖/๑ ว๓.๒ ม.๖/๒ ว๓.๒ ม.๖/๓ ว๓.๒ ม.๖/๔ * ว๓.๒ ม.๖/๕ * ว๓.๒ ม.๖/๖ *	๑๒	๑๕		๑๕
๓	ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ - การเกิดลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ - การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ - ข้อมูลสนเทศทางอุตุนิยมวิทยากับการใช้ประโยชน์	ว๓.๒ ม.๖/๗ ว๓.๒ ม.๖/๘ ว๓.๒ ม.๖/๙ ว๓.๒ ม.๖/๑๐ ว๓.๒ ม.๖/๑๑ ว๓.๒ ม.๖/๑๒ * ว๓.๒ ม.๖/๑๓ * ว๓.๒ ม.๖/๑๔ *	๑๐	๑๕		๑๕
ระหว่างภาค			๓๖	๕๐		
กลางภาค			๒		๒๐	
ปลายภาค			๒			๓๐
รวม			๖๐	๑๐๐		

* หมายถึงผลการเรียนรู้ปลายทาง

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๕ วิชา การออกแบบและเทคโนโลยี ๑
รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลาเรียน ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	ระบบทางเทคโนโลยี - ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์กับเทคโนโลยี - การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและระบบทางเทคโนโลยี	ว ๔.๑ ม.๔/๑	๔	๑๐	๗	๗
๒	กระบวนการเชิงวิศวกรรม - ทำความเข้าใจกระบวนการเชิงวิศวกรรม - การแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรม	ว ๔.๑ ม.๔/๒ ว ๔.๑ ม.๔/๓ ว ๔.๑ ม.๔/๔ ว ๔.๑ ม.๔/๕*	๔	๒๐	๗	๗
๓	ผลงานออกแบบและเทคโนโลยี - ศึกษากรณีตัวอย่าง ระบบที่จอดรถอัจฉริยะ และกลไกการบำบัดผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง - พัฒนาโครงงาน		๑๐	๓๐	๖	๖
ระหว่างภาค			๑๘	๖๐		
กลางภาค			๑		๒๐	
ปลายภาค			๑			๒๐
รวม			๒๐	๑๐๐		

* หมายถึงผลการเรียนรู้ปลายทาง

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๖ รายวิชา วิทยาการคำนวณ๑

รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลาเรียน ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงงาน - แนวคิดเชิงคำนวณ - การพัฒนาโครงงานด้านเทคโนโลยี	ว ๔.๒ ม.๔/๑*	๕	๒๐	๑๐	๑๐
๒	การประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณเพื่อพัฒนาโครงงาน - กรณีศึกษาที่ ๑ โครงงานพัฒนาเว็บไซต์แนะนำการใช้ห้องสมุด - กรณีศึกษาที่ ๒ โครงงานพัฒนาโปรแกรมแจ้งเตือนการกินยาผ่านสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต - พัฒนาโครงงาน	ว ๔.๒ ม.๔/๑*	๑๓	๔๐	๑๐	๑๐
ระหว่างภาค			๑๘	๖๐		
กลางภาค			๑		๒๐	
ปลายภาค			๑			๒๐
รวม			๒๐	๑๐๐		

* หมายถึงผลการเรียนรู้ปลายทาง

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๗ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ๒
รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลาเรียน ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน - นวัตกรรมคืออะไร - การพัฒนาอย่างยั่งยืน	ว ๔.๑ ม.๕/๑*	๕	๒๐	๑๐	๑๐
๒	โครงงานการออกแบบและเทคโนโลยี - ระบบทางเทคโนโลยี - โครงงานการออกแบบและเทคโนโลยี - โครงงานสะเต็ม	ว ๔.๑ ม.๕/๑*	๑๓	๔๐	๑๐	๑๐
ระหว่างภาค			๑๘	๖๐		
กลางภาค			๑		๒๐	
ปลายภาค			๑			๒๐
รวม			๒๐	๑๐๐		

* หมายถึงผลการเรียนรู้ปลายทาง

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๘ รายวิชา วิทยาการคำนวณ ๒
รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลาเรียน ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	วิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล และเทคโนโลยีสารสนเทศกับการดำเนินชีวิต - วิทยาการคอมพิวเตอร์กับการดำเนินชีวิต - สื่อดิจิทัลกับการดำเนินชีวิต - เทคโนโลยีสารสนเทศกับการดำเนินชีวิต - การเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าและบริการ	ว ๔.๒ ม.๕/๑*	๔	๑๕	๕	๕
๒.	เทคโนโลยีการจัดการข้อมูล - ข้อมูล - ฐานข้อมูล - คลังข้อมูล - การทำเหมืองข้อมูล	ว ๔.๒ ม.๕/๑*	๔	๑๕	๕	๕
๓.	ประมวลผลข้อมูล - การทำความเข้าใจวัตถุประสงค์และการเก็บรวบรวมข้อมูล - การเตรียมข้อมูล - การประมวลผลข้อมูล - การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ - การทำข้อมูลให้เป็นภาพ	ว ๔.๒ ม.๕/๑*	๕	๑๕	๕	๕
๔.	วิทยาการข้อมูล - องค์ความรู้สำหรับวิทยาการข้อมูล - ข้อมูลขนาดใหญ่ - การวิเคราะห์ข้อมูล -	ว ๔.๒ ม.๕/๑*	๕	๑๕	๕	๕
ระหว่างภาค			๑๘	๖๐		
กลางภาค			๑		๒๐	
ปลายภาค			๑			๒๐
รวม			๒๐	๑๐๐		

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๙ รายวิชาวิทยาการคำนวณ ๓
รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลาเรียน ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน		
				ระหว่างเรียน	กลางภาค	ปลายภาค
๑	เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน - นวัตกรรมคืออะไร - การพัฒนาอย่างยั่งยืน	ว ๔.๒ ม.๖/๑*	๕	๒๐	๑๐	๑๐
๒	โครงงานการออกแบบและเทคโนโลยี - ระบบทางเทคโนโลยี - โครงงานการออกแบบและเทคโนโลยี - โครงงานสะเต็ม	ว ๔.๒ ม.๖/๑*	๑๓	๔๐	๑๐	๑๐
ระหว่างภาค			๑๘	๖๐		
กลางภาค			๑		๒๐	
ปลายภาค			๑			๒๐
รวม			๒๐	๑๐๐		

* หมายถึงผลการเรียนรู้ปลายทาง

โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาเพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

ว๓๐๒๐๑	ฟิสิกส์ ๑	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๒	ฟิสิกส์ ๒	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๑	เคมี ๑	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๑	เคมี ๒	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๑	ชีววิทยา ๑	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๒	ชีววิทยา ๒	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๑	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๑	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๒	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๒	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๑	การสร้างภาพเคลื่อนไหว	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๒	คอมพิวเตอร์กราฟฟิก	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

ว๓๐๒๐๓	ฟิสิกส์ ๓	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๔	ฟิสิกส์ ๔	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๓	เคมี ๓	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๔	เคมี ๔	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๓	ชีววิทยา ๓	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๔	ชีววิทยา ๔	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๓	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๓	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๔	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๔	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๓	วิธีการสร้างเว็บไซต์	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๔	การเขียนโปรแกรม	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ว๓๐๒๐๕	ฟิสิกส์ ๕	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๖	ฟิสิกส์ ๖	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๕	เคมี ๕	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๖	เคมี ๖	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๕	ชีววิทยา ๕	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๖	ชีววิทยา ๖	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๕	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๕	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๖	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๖	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๕	การสร้างงานมัลติมีเดีย	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๑ วิชาฟิสิกส์๑

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์	ข้อ ๑	• ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับ สสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับ พลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ • การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ได้มาจากการ สังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมา วิเคราะห์ หรือ จากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุป เป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้ สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต • ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของหลักการ และแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหา ความรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาและความ ก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ด้วย	๒๐	๒๐
		ข้อ๒	• ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและหน่วยวัด		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือ ต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัด ปริมาณทางวิทยาศาสตร์ คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกย่อว่า ระบบเอสไอ • ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ๑ มาก ๆ นิยมเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ หรือเขียนโดยใช้คำนำหน้าหน่วยของระบบเอสไอ การเขียนโดยใช้สัญกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียน เพื่อแสดงจำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง • การทดลองทางฟิสิกส์เกี่ยว กับการวัด ปริมาณต่าง ๆ การบันทึกปริมาณที่ได้จากการวัดด้วยจำนวน เลขนัยสำตัญที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อน การวิเคราะห์และการแปลความหมายจากกราฟ เช่น การหาความชันจากกราฟเส้นตรง จุดตัดแกน พื้นที่ใต้กราฟ เป็นต้น • การวัดปริมาณต่าง ๆ จะมีความคลาดเคลื่อนเสมอ ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการวัด และประสบการณ์ ของผู้วัด ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดง ในการรายงานผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ • การวัดควรเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			สิ่งที่ต้องการวัด เช่น การวัดความยาวของวัตถุ ที่ต้องการความละเอียดสูง อาจใช้เวอร์เนียร์ แคลลิเปิร์ส หรือไมโครมิเตอร์ • ฟิสิกส์อาศัยคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการ ศึกษา ค้นคว้า และการสื่อสาร		
๒	การเคลื่อนที่แนวตรง	ข้อ ๓	• ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็ว และความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิด ในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่ง คงตัวมีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ • การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถเขียน อยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็ว กับเวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชัน ของเส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็น ความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟความเร็วกับเวลา	๓๐	๔๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			เป็นการกระจัด ในกรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบ กับผู้สังเกต • การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก		
๓	แรงและกฎการเคลื่อนที่	ข้อ ๔	แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถ หาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธีเขียน เวกเตอร์ของแรง แบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ	๓๐	๔๐
		ข้อ ๕	• สมบัติของวัตถุที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณ ที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย • การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็น แผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้ • กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะ ไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน • กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่งโดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวลและความเร่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			$\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = m\vec{a}$ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน • เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรง ระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม และกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่ กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุ ทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้		
		ข้อ ๖	• แรงดึงดูดระหว่างมวล เป็นแรงที่มวลทั้งสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$ • รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลก ที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก		
		ข้อ ๗	• แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อน ในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ หรือ แนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้น กับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและ แรง		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่นั้น ๆ • ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีค่าเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อวัตถุนั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุ เริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ ขณะกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ $f_s \leq \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$ • การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน		
รวมทั้งสิ้น				๘๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๒ วิชาฟิสิกส์๒

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๔	สมดุล	ข้อ ๑	• สมดุลกล เป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนนที่ ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว • วัตถุจะสมดุลต่อการเลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=๑}^{n} \vec{F}_i = ๐$ • วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วย ความเร็วเชิงมุมคงตัว เมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่ กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^{n} M_i = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้ สมการ $M = Fl$ • เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน • การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล	๑๖	๒๐
		ข้อ ๒	• เมื่อออกแรงที่กระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรง เสียดทานในแนวระดับ แรง		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			กระทำนั้นผ่านจุด ศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อน ที่โดยไม่หมุน • วัตถุที่อยู่ในสภาพโน้มถ่วงสมำเสมอ ศูนย์กลางมวล และศูนย์ถ่วงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของ วัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ		
๕	งานและพลังงาน	ข้อ ๓	• งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของขนาดของปรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซด์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x\cos\theta$ หรือหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่งโดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ • งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่ากำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$	๒๖	๓๕
		ข้อ ๔	• พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน • พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ • พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุ แบ่งเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ • พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_P$ • แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับ เส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและ แรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ • งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของ แรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$		
		ข้อ ๕	• ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรง อนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียน แทนได้ด้วยสมการ $E_P + E_k$ = ค่าคงตัว โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ • กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก		
		ข้อ ๖	• การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และ ล้อกับเพลา ใช้หลักของงาน และสมดุลกล ประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ $\text{Efficiency} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$ การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			$M.A = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{in}}{S_{out}}$		
๖	โมเมนตัมและการชน	ข้อ ๗	• วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณ เวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวล และความเร็วของวัตถุ ดังสมการ $\vec{P} = m\vec{v}$ • เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัม ของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ • แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดลตามสมการ $I = \left(\sum_{i=๑}^{n} \vec{F}_i\right)\Delta t$ ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง แรงดลกับเวลา	๒๐	๒๕
		ข้อ ๘	• ในการชนกันของวัตถุและการดีดตัวออกจากกัน ของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมา กระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไป ตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\vec{P}_i = \vec{P}_f$ โดย $\vec{P}_i$ เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ $\vec{P}_f$ เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน • ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของระบบ อาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ ของระบบคงคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น		
๗	การเคลื่อนที่วิถีโค้ง	ข้อ ๙	• การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนาม โน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการ เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยน ตำแหน่งใน	๑๘	๒๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			แนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน และเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำ จึงมีความเร็วคงตัว ปริมาณต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ ตามสมการ $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2}\right) t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำจึงมี ความเร็วคงตัว ตำแหน่งความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = u_x t$		
		ข้อ ๑๐	• วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมี แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลาง ที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการ เคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ $F_c = \frac{mv^2}{r}$ • นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถ อธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์ กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และ แรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุม ตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$ • ดาวเทียมที่โคจร ในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูด ที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของ เส้นศูนย์สูตร		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			มีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับ อัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียม จึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา		
รวมทั้งสิ้น				๘๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓ วิชาฟิสิกส์๓

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๘	การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	ข้อ๑	• การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมผ่านตำแหน่งสมดุลโดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัวและมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใดๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $x = A\sin(\omega t + \emptyset)$ $v = A\omega\cos(\omega t + \emptyset)$ $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A\omega^2\sin(\omega t + \emptyset)$ $a = -\omega^2 x$	๒๐	๒๕
		ข้อ๒	• การสั่นของวัตถุติดปลายสปริงและการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่มีขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับขนาดของการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลแต่มีทิศทางตรงข้ามโดยมีคาบการสั่นของวัตถุที่ติดอยู่ที่ปลายสปริง และคาบการแกว่งของลูกตุ้มตามสมการ $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ตามลำดับ • เมื่อดึงวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยให้สั่นวัตถุจะสั่นด้วยความถี่เฉพาะตัวการดึงลูกตุ้มออกจากแนวดิ่งแล้วปล่อยให้แกว่งลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัวเช่นกัน ความถี่ ที่มีค่า		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			เฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ที่มีค่าเท่ากับ ความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง		
๙	คลื่น	ข้อ๓	• คลื่นเป็นปรากฏการณ์การถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง • คลื่นที่ถ่ายโอนพลังงานโดยต้องอาศัยตัวกลางเรียกว่าคลื่นกล ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง นอกจากนี้ยังจำแนกชนิดของคลื่นออกเป็นสองชนิด ได้แก่ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว • คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ส่งคลื่นอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกันบรรยายได้ด้วยการกระจัดสัน คลื่นท้องคลื่นเฟส ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด และอัตราเร็ว โดยอัตราเร็ว ความถี่ และความยาว คลื่น มีความสัมพันธ์ตามสมการ $v = \lambda f$ • การแผ่ของหน้าคลื่นเป็นไปตามหลักของฮอยเกนส์และถ้ามีคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกันจะรวมกันตามหลักการซ้อนทับ	๒๐	๒๕
		ข้อ๔	• คลื่นมีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน • คลื่นเกิดการสะท้อนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกันแล้วเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิมโดยเป็นไปตามกฎการสะท้อนเขียนแทนได้ด้วยสมการ มุมสะท้อน = มุมตกกระทบ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• คลื่นเกิดการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน แล้วอัตราเร็วคลื่นเปลี่ยนไปซึ่งเป็นไปตามกฎการหักเหเขียนแทนได้ด้วยสมการ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ • คลื่นเกิดการแทรกสอดเมื่อคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วรวมกันตามหลักการซ้อนทับ โดยกรณีที่ S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $\lvert S_1P - S_2P\rvert = n\lambda$ เมื่อ n = ๐,๑,๒,๓,... $\lvert S_1Q - S_2Q\rvert = (n - \frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ n = ๐,๑,๒,๓,... • คลื่นนิ่งเกิดจากคลื่นอาพันธ์สองขบวนแทรกสอดกันแล้วเกิดตำแหน่งที่มีการแทรกสอดแบบเสริมตลอดเวลา เรียกว่า ปฏิบัพ และตำแหน่งที่มี การแทรกสอดแบบหักล้างตลอดเวลา เรียกว่า บัพ • คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อคลื่นเคลื่อนที่พบสิ่งกีดขวางแล้วมีคลื่นแผ่จากขอบสิ่งกีดขวางไปด้านหลังได้		
๑๐	แสงเชิงคลื่น	ข้อที่๕	• เมื่อแสงผ่านช่องเล็กยาวเดี่ยว (สลิตเดี่ยว) และช่องเล็กยาวคู่(สลิตคู่) จะเกิดการเลี้ยวเบนและการแทรกสอด ทำให้เกิดแถบมืด และแถบสว่างบนฉาก โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ แถบมืด สำหรับสลิตเดี่ยว $dsin\theta = n\lambda$	๑๒	๒๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			เมื่อ n= ๑,๒,๓,... แถบสว่างสำหรับสลิตคู่ $dsin\theta = n\lambda$ เมื่อ n= ๐,๑,๒,๓,... แถบมืด สำหรับสลิตคู่ $dsin\theta = (n-\frac{1}{2})\lambda$ เมื่อ n= ๑,๒,๓,... • เกรตติงเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยช่องเล็กยาวที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งหน่วยความยาวเป็น จำนวนมากและระยะห่างระหว่างช่องมีค่าน้อยโดยแต่ละช่องห่างเท่า ๆ กันใช้สำหรับหาความยาวคลื่นของแสงและศึกษาสมบัติการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงโดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์ตามสมการ $dsin\theta = n\lambda$ เมื่อ n= ๑,๒,๓,...		
		ข้อ๖	• เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุ จะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน • วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม จะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดขึ้น ได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการ กรณีกระจกเงาราบ S’ = -S กรณีกระจกเงาทรงกลม $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{y'}{y}$		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๗	• เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวรอยต่อของตัวกลางสองตัวกลางจะเกิดการหักเห โดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่าคงตัว เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎของสเนลล์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $$n_๑ sin\theta_๑ = n_๒ sin\theta_๒$$ • การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ในตัวกลางต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิมซึ่งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้จากสมการ $$\frac{S'}{S} = \frac{n_๑}{n_๒}$$ • มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า ๙๐ องศาเรียกว่า มุมวิกฤต ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ $$sin\theta_c = \frac{n_๑}{n_๒}$$ • การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต		
๑๑	แสงเชิงรังสี	ข้อ๘	• เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุโดยตำแหน่ง ขนาด และชนิดของภาพที่เกิดขึ้นหาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือคำนวณได้จากสมการ $$\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$$ $$M = \frac{y'}{y}$$ • ความรู้เรื่องเลนส์นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น	๒๘	๓๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๙	• กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด และมิราจ		
		ข้อ๑๐	• การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี • การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิมถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว • แผ่นกรองแสงสียอมให้บางแสงสีผ่านไปได้และดูดกลืนบางแสงสี • การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะด้านการแสดง • ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็นเซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา		
รวมทั้งสิ้น				๘๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๔ วิชาฟิสิกส์๔
รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑๒	เสียง	ข้อที่๑	• เสียงเป็นคลื่นกลและคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลางทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่น อัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ $V = ๓๓๑ + ๐.๖T_C$ • เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน	๒๓	๓๐
		ข้อ๒	• กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลมเรียกว่า ความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$ • ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียงโดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน ตามสมการ $\beta = ๑๐\log(\frac{I}{I_๐})$ • ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันเนื่องจากมีคุณภาพเสียงแตกต่างกัน • เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง		
		ข้อ๓	• ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			อากาศในท่อนั้นจะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ $f_n = n\frac{v}{4L}$ เมื่อ n = ๑, ๓, ๕, ... • ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อยเป็นจังหวะ • คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกันจะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง • เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกันผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ • ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกันจะเกิด คลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูงมากมีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก • ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบายหลักการทำงานของเครื่องดนตรี การเปล่งเสียงของมนุษย์การประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น		
๑๓	ไฟฟ้าสถิต	ข้อ ๔	• การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกัน จะทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจาก อิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ ประจไฟฟ้า	๒๘	๓๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้าน ที่ใกล้วัตถุและประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกวิธีการนี้ว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ซึ่ง สามารถใช้วิธีการนี้ในการทำให้วัตถุมีประจุได้		
		ข้อ๕	• จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกัน โดยมี ทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสอง และมีขนาดของแรงระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผลคูณของขนาดของประจุทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่าง ระหว่างจุดประจุ ซึ่งเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_{12} = k\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$ เมื่อ $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$		
		ข้อ๖	• รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มีสนามไฟฟ้าขนาด $E = k\frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า • สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้า ที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{๑๒}}{q_{๒}}$ • สนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ เท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ • ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายใน ตัวนำเป็นศูนย์		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศทาง ตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจาก ประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิว ออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้า เนื่องจาก จุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากัน แต่อยู่ที่ศูนย์กลางของของทรงกลม • สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้า สม่ำเสมอ		
		ข้อ๗	• ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $U = k\frac{q_1 q_2}{r}$ • พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วย ประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดย ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ แปรผันตรงกับขนาดของประจุ และแปรผกผันกับระยะทาง จากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $v = k\frac{Q}{r}$ • ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_i}$ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ใน บริเวณที่มีสนามไฟฟ้าคือ งานในการเคลื่อนประจุ บวกหนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V_B - V_A = \frac{W_{A\to B}}{q}$ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาด		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ของสนามไฟฟ้า และระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $V_B - V_A = Ed$		
		ข้อ๘	• ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุ และความจุของตัวเก็บประจุ ตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$ • ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับ ความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ $U = \frac{1}{2}Q\Delta V$ • เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุ สมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$ • เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุ สมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots$		
		ข้อ๙	• ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบาย การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่นเครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายเอกสาร • ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตยังสามารถนำไปอธิบาย ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ฟ้าผ่า		
๑๔	ไฟฟ้ากระแส	ข้อ๑๐	• เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอน อิสระ ที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ใน ทิศตรงข้ามกับ	๒๙	๓๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			สนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนาม ไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยัง จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า • กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_dA$		
		ข้อ๑๑	• เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทาน ของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = (\frac{1}{R})V$ • ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุ ตามสมการ $R = \rho\frac{l}{A}$ • ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่านได้จากแถบสีบนตัวต้านทาน • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R = R_๑ + R_๒ + R_๓ + ...$ • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทาน สมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ...$		
		ข้อ๑๒	• แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจรพลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วย ประจุไฟฟ้า		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			เมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\varepsilon = V + Ir$ • พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่า ขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณ ได้จากสมการ $W = I\Delta Vt$ และ $P = I\Delta V$		
		ข้อ๑๓	• เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟ สมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + ... + \varepsilon_n$ และ $r = r_1 + r_2 + r_3 + ... + r_n$ ตามลำดับ • เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูล มีค่าคงเดิมและความต้านทาน ภายในสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ... + \varepsilon_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + ... + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ • กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบ ด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน คำนวณได้ตามสมการ $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$		
		ข้อ๑๔	• การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้ พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น		
รวมทั้งสิ้น				๘๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๕ วิชาฟิสิกส์๕

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑๕	แม่เหล็กไฟฟ้า	ข้อ๑	• เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณ ที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็ก หนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่สนามแม่เหล็กมีความเข้มมาก • ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็ก ที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณา และอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วย สมการ $B = \frac{\phi}{A}$ • เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือ โซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น	๒๘	๓๕
		ข้อ๒	• อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนาม แม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น คำนวณได้จากสมการ $F = qvB\sin\theta$ • กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไป โดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จาก สมการ $r = \frac{mv}{qB}$ • ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้น โดยทิศทางของแรงหาได้		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			จากกฎมือขวาและ คำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = IlB\sin\theta$ • เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแส ไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่าง ลวดตัวนำทั้งสอง		
		ข้อ๓	• เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ใน สนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำ ต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบาย การทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบ คำนวณได้จากสมการ $M = NIAB\cos\theta$		
		ข้อ๔	• เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำ จะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\varepsilon = \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$ • ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้ กฎของเลนซ์ • ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบาย การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการ ทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบลลัสต์แบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิด อีเอ็มเอฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า เหนี่ยวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า		
		ข้อ๕	• ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความ ต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตาม เวลาในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์ • การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับ ใช้ค่ายังผลหรือค่ามิเตอร์ ซึ่งเป็น		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ค่าเฉลี่ยแบบ รากทสี่ของกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{rms}=\frac{V_0}{\sqrt{2}}$ หรือ $I_{rms}=\frac{I_0}{\sqrt{2}}$		
		ข้อ๖	• เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส มีขดลวด ตัวนำ ๓ ชุด แต่ละชุดวางทำมุม ๑๒๐ องศา ซึ่ง กันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน ๑๒๐ องศา ซึ่งช่วยให้มีประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงาน ไฟฟ้า • ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้า กระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้ว ลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการโดยใช้หม้อแปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ • ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของ หม้อแปลงจะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำใน ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟใน ขดลวดทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิ และจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}=\frac{N_2}{N_1}$		
๑๖	ความร้อนและแก๊ส	ข้อ๗	• เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมี อุณหภูมิเปลี่ยนไปและสสารอาจเปลี่ยนสถานะ โดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ คำนวณได้จากสมการ $Q=cm\Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสาร เปลี่ยนสถานะ คำนวณได้จากสมการ $Q=\cdot mL$ • วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไป	๒๔	๓๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ตามกฎ การอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุ หนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{ลด} = Q_{เพิ่ม}$ • เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน		
		ข้อ๘	• แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่ แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น • ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และ อุณหภูมิ ของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ PV= nRT= NkBT		
		ข้อ๙	• จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้ สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการ ของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ย และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สได้ • จากทฤษฎีจลนข์องแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์ เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{3}{2}N\overline{E}_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของ โมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_BT}{m}}$		
		ข้อ๑๐	• ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของ แก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้ จากสมการ W = PΔV		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมี พลังงานจลน์โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุล เรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงาน ภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุล และอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส • พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อน และงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนใน ระบบปิดผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้ จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงานเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$ • ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไป ประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของ เครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ		
๑๗	ของแข็งและของไหล	ข้อ๑๑	• สมบัติที่วัสดุเปลี่ยนรูปและกลับสู่รูปเดิมเมื่อหยุด ออกแรงกระทำเรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ถ้ายัง ออกแรงต่อไป วัสดุจะขาดหรือเสียรูปอย่างถาวร • ในกรณีที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความยาวถ้าออกแรงกระทำต่อเส้นลวดไม่เกินขีดจำกัดการแปรผันตรง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นลวด แปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง ทำให้ ความเครียดตามยาวที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับความเค้นตามยาวโดยความเค้นตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\sigma = \frac{F}{A}$ ส่วนความเครียดตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$	๒๘	๓๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• อัตราส่วนความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาว เรียกว่า มอดุลัสของยัง ซึ่งมีค่าขึ้นกับ ชนิดของวัสดุ คำนวณได้จากสมการ $Y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ หรือ $Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$ • ถ้าวัสดุมีมอดุลัสของยังสูงแสดงว่าวัสดุนั้นปลี่ยนแปลงความยาวได้น้อย ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้น เกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น วัสดุไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ สมบัตินี้นำไปใช้พิจารณา ในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน		
		ข้อ๑๒	• ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจาก ของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของ แรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย เป็นความดันในของเหลว • ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho gh$ ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ $P = P_o + P_g$ • ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ • เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลว ที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่าน ไปทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของ เครื่องอัดไฮดรอลิก		
		ข้อ๑๓	• วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาด แรงพยุงเท่ากับ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมีดีสซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพยุงจากของไหลคำนวณได้ จากสมการ $F_B = \rho Vg$		
		ข้อ๑๔	• ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยืดผิว ของเหลวไว้ด้วยแรงดึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผล จากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลง บางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิว ของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้ จากสมการ • ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการ เคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด		
		ข้อ๑๕	• ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหล โดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตาม สมการ ความต่อเนื่อง Av = ค่าคงตัว • ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกัน ของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอ จะมี ผลรวมของความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gh$ = ค่าคงตัว		
รวมทั้งสิ้น				๘๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๖ วิชาฟิสิกส์๖

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑๘	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	ข้อ๑	• การเหนี่ยวนำต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและ สนามไฟฟ้าทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออก จากแหล่งกำเนิด • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดย สนามทั้งสองมีทิศตั้งฉากกันและตั้งฉากกับ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น • แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง โดยแสงใน ชีวิตประจำวันเป็นแสงไม่โพลาไรส์ เมื่อแสงนั้น ผ่านแผ่นโพลารอยด์ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ ในระนาบเดียวเรียกว่า แสงโพลาไรส์เชิงเส้น สมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่าโพลาไรเซชัน • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมาย โดย ความถี่นี้มีค่าต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้าง เรียกว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า • ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องระบุตำแหน่งบน พื้นโลก เครื่องถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก	๒๒	๓๐
		ข้อ๒	• การสื่อสารเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่ง ไปอีกที่หนึ่ง ทำได้โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สารสนเทศจะ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ สำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม • สัญญาณมีสองชนิดคือแอนะล็อกและดิจิทัล โดยการส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัล มีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก		
๑๙	ฟิสิกส์อะตอม	ข้อ๓	• พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสี ของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืน หรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และ ค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัม พลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตามสมการ E = nhf • ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์ อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับ หรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไป คำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงาน อะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ $r_n = \left(\frac{h^2}{mke^2}\right)n^2$ และ $E_n = -\frac{1}{2}\frac{mk^2e^4}{h^2}(\frac{1}{n^2})$ ตามลำดับ • ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณ ความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอม	๒๘	๓๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ไฮโดรเจนตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right]$		
		ข้อ๔	• ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มี ความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงและพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์ • ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและ สมมติฐาน ของพลังค์อธิบายปรากฏการณ์โฟโต อิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{\max}}$ • การทดลอง พลงังานจลน์สูงสุดของ โฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{\max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ		
		ข้อ๕	• การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน สนับสนุนความคดิของเดอบรอยล์ ที่เสนอว่าอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่น เรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาคตามสมการ $\lambda = \frac{h}{P}$ • จากความคิดของไอน์สไตน์และเดอบรอยล์ ทำให้ สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และ อนุภาคแสดงสมบัติ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ของคลื่นได้ สมบัติดังกล่าว เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค		
๒๐	ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค	ข้อ๖	• กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุ กัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ออกมามี ๓ ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา • การแผ่รังสีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ การสลายให้แอลฟา $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}y + {}^{4}_{2}He$ การสลายให้บีตาลบ $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z+1}y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}_e$ การสลายให้บีตาบวก $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-1}y + {}^{0}_{+1}e + \nu_e$ การสลายให้แกมมา $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X^{*} + \gamma$	๓๐	๓๕
		ข้อ๗	• ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสีอัตราการแผ่รังสี ออกมาในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพ ปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลงของจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี คำนวณได้จาก สมการ $A = \lambda N$ • ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง ของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยจำนวน นิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิตคำนวณได้จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ และ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ตามลำดับ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๘	• ภายในนิวเคลียสมีแรงนิวเคลียร์ที่ใช้อธิบาย เสถียรภาพของนิวเคลียส • การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกัน ต้องใช้พลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว ซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$ • นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูง จะมีเสถียรภาพดีกว่านิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อ นิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนคำนวณได้จากสมการ $\frac{E}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}$		
		ข้อ๙	• ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ • ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อย รวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น • พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$		
		ข้อ๑๐	• พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุ กัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๑๑	• การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงพบว่าโปรตอน และนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มีขนาดเล็กกว่าเรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ ด้วยแรงเข้ม • นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้ม ซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อน ซึ่งได้แก่ W - โบซอน และ Z – โบซอน • อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้ รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็นอนุภาค มูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน • แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายพฤติกรรม และอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน • การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การ พัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาคในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีระนาบด้วยการปล่อยโพซิตรอนในการ วินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการรักษาความปลอดภัย มีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการตรวจวัตถุอันตรายในสนามบิน		
รวมทั้งสิ้น				๘๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๑ วิชาเคมี๑

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี	ข้อ๑	• การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัย และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควร ศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี เช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลองการกำจัดสารเคมี	๑๕	๓๐
		ข้อ๒	• อุปกรณ์และเครื่องมือชั่ง ตวง วัดแต่ละชนิดมีวิธีการ ใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการ วัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงและ ความแม่นในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมี การเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการ อย่างเหมาะสม		
		ข้อ๓	•การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจระบุ อยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐาน เดียวกัน จึงมีการกำหนดหน่วยในระบบเอสไอ ให้เป็นหน่วยสากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วย เพื่อให้เป็นหน่วยสากล สามารถทำได้ด้วยการใช้ แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย		
		ข้อ๔	•การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผนการทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุปและวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูลและการ เขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง โดยการทำ ปฏิบัติการณ์ทางเคมีต้องคำนึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๒	อะตอมและสมบัติของตารางธาตุ	ข้อ๕	• นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอม และ เสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการ ศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และ ผลการทดลอง • แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจาก ดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็น อนุภาคขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมา ทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาค ที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาค ประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวก ที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลาง อะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โบร์เสนอว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียส โดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการ เคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถ ระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอแบบจำลอง อะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบ อิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส	๒๐	๓๕
		ข้อ๖	สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ประกอบด้วย สัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอมซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวน โปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป		
		ข้อ๗	• การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊ส ทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และ แต่ละระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับ พลังงาน		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ย่อยซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอน จะจัดเรียงในออร์บิทัล ให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุด สำหรับอะตอมในสถานะพื้น		
		ข้อ๘	• ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอม และสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบโดยอาจแบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้อาจแบ่งเป็น กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน		
		ข้อ๙	• ธาตุเรพรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันมี เวเลนซ์อิเล็กตรอน ในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ธาตุเรพรีเซนเททีฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกัน ตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไป ตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออนพลังงานไอออไนเซชันอิเล็กโทรเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน		
		ข้อ๑๐	• ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ ๒ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรพรีเซนเททีฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบ ส่วนใหญ่จะมีสี		
		ข้อ๑๑	• ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุ มีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียส ไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถ แผ่รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี เป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัว จนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่ เฉพาะของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี		
		ข้อ๑๒	• สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิดทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีซึ่งต้องมี การจัดการอย่างเหมาะสม		
๓	พันธะเคมี	ข้อ๑๓	• สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วย สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส โดยการเกิดพันธะเคมี ส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต • พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่าง ประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบ ส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอน และไอออนลบเกิดจากอโลหะรับอิเล็กตรอนสารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิก ไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็นโครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบจัดเรียงตัวต่อเนื่อง กันไปทั้งสามมิติ	๒๕	๓๕
		ข้อ ๑๔	สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้ สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตาม ด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็น องค์ประกอบ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดย เรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบ สำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มี เลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลข ออกซิเดชันของโลหะด้วย		
		ข้อ ๑๕	• ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุ เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้ง ที่เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานและคายพลังงาน ซึ่งแสดงได้ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบ ไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน		
		ข้อ ๑๖	• สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น ผลึกของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลาย ในน้ำจะนำไฟฟ้า • สารละลายของสารประกอบไอออนิกแสดงสมบัติ ความเป็นกรด–เบส ต่างกัน สารละลายของ สารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และ สารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส		
		ข้อ ๑๘	• พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายใน โมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ของธาตุซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไป จะเป็น ไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วย พันธะโคเวเลนต์ เรียกว่า สารโคเวเลนต์ พันธะโคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และ พันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ด้วย โครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ของแต่ละอะตอมด้วยจุด		
		ข้อ๑๙	• สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์โดยทั่วไป เขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับ ตามค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี จากน้อยไปมาก โดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุ ที่มีมากกว่า ๑ อะตอมในโมเลกุล • การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ทำได้โดยเรียกชื่อ ธาตุที่อยู่หน้าก่อนแล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยมีคำนำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๒๐	• ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะ และชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงาน พันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้ โมเลกุลโคเวเลนต์ บางชนิดมีค่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะ แตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิส ที่เหมาะสมได้มากกว่า ๑ โครงสร้าง ที่เรียกว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ • พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงาน ของปฏิกิริยา ซึ่งได้จากผลต่างของพลังงาน พันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๒๑	• รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ อาจพิจารณาโดยใช้ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง โมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นผลรวม ปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้วของแต่ละพันธะตาม รูปร่างโมเลกุล		
		ข้อ๒๒	• แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็น แรงแผ่กระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้ สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำกว่าสารประกอบไอออนิกเนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก		
		ข้อ๒๓	• สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดต่ำ และไม่ละลายในน้ำ สำหรับสาร โคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตกตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสารที่ไม่แตกตัว เป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้จากสารที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายของ สารประกอบคลอไรด์และออกไซด์จะมีสมบัติ เป็นกรด		
		ข้อ๒๔	• พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของ ทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่ว ทั้งโลหะ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอน ในนิวเคลียสทุกทิศทาง • โลหะ ส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถ ตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ นำความร้อนและนำ ไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง		
		ข้อ๒๕	• สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ มีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม		
รวมทั้งสิ้น				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๒ วิชาเคมี๒

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	โมลและสูตรเคมี	ข้อ๑	• มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ ๑ อะตอมซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมมีมวลน้อยมาก เมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้น มวลอะตอม จึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน • มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่า มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุชนิดนั้น ตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ • มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ของสารนั้น	๒๐	๓๕
		ข้อ๒	•โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ เลขอาโวกาโดร คือ ๖.๐๒ × ๑๐^{๒๓} อนภุาค มวลของสาร ๑ โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสาร ที่มีสถานะแก๊ส ๑ โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ ๒๒.๔ ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP		
		ข้อ๓	•สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุ องค์ประกอบคงที่เสมอตามกฎสัดส่วนคงที่		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๔	• สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัลหรือ สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่าย คำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอม ของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุล ของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้		
๒	สารละลาย	ข้อ๕	•สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูป ของสารละลาย การบอกปริมาณของสาร ในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น ในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล	๒๐	๓๕
		ข้อ๖	• การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและ ปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดย การละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ใน ตัวทำละลายหรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้น มาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ		
		ข้อ๗	• สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไป จากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของ ตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย		
๓	ปริมาณสัมพันธ์	ข้อ๘	• ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่ เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมี เขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิด	๒๐	๓๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์ แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี		
		ข้อ๙ ข้อ๑๐ ข้อ๑๑	• การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสาร ในปฏิกิริยาสามารถนำมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้		
		ข้อ๑๒	• ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนพิจารณาได้จาก เลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม		
		ข้อ๑๓	• ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนเรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่น ที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา		
		ข้อ๑๔	• ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎี เป็น ร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ		
รวมทั้งหมด				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๓ วิชาเคมี๓

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	แก๊สและสมบัติของแก๊ส	ข้อ๑ ข้อ๒	• พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบาย ได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์–ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมา ใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้	๒๐	๓๕
		ข้อ๓	• ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วย กฎของอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมล ของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถ นำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการ เปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊ส ที่ภาวะต่าง ๆ ได้		
		ข้อ๔	• ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสมในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากันความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วน โมลของแก๊สที่มีอยู่ในแก๊ส ผสมตามกฎ ความดันย่อยของ ดอลตัน		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๕	• แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊สอธิบาย ได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุล ของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วน ผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส สัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม		
		ข้อ๖	• สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้ อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิต ประจำวันและในอุตสาหกรรม		
๒	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ข้อ๗ ข้อ๘	• ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลง ของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจาก สารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์	๑๕	๓๐
		ข้อ๙	• ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของ สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมี พลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศการชน และพลังงานที่เกิดจากการชน		
		ข้อ๑๐ ข้อ๑๑	• อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่งๆ ขึ้นอยู่ กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและ ตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำ ปฏิกิริยาด้วย		
		ข้อ๑๒	• ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๓	สมดุลเคมี	ข้อ๑๓ ข้อ๑๔	• ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและ ย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อ ปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้น และอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิด ปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิด ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิด ปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุล ที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ เรียกว่า สมดุลพลวัต	๒๕	๓๕
		ข้อ๑๕ ข้อ๑๖	• ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้นแสดงได้ด้วย ค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง		
		ข้อ๑๗	• ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จาก ผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำ สมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อย ให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และ หากมีการกลับข้างสมการให้กลับค่าคงที่สมดุล เป็นตัวหาร		
		ข้อ๑๘	เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวนโดยการ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรือ อุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเอ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง		
		ข้อ๑๙	•ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบาย กระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม		
รวมทั้งหมด				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ วิชาเคมี๔

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	กรด-เบส	ข้อ๑	• สารในชีวิตประจำวันหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรด หรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของอาร์เรเนียส เบรินสเตด–ลาวรี หรือลิวอิส	๓๐	๕๐
		ข้อ๒	ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด–ลาวรี เมื่อ กรดหรือเบสละลายน้ำหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น จะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสารตั้งต้น ที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสของสารตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมี โปรตอนต่างกัน ๑ โปรตอน		
		ข้อ๓	•กรดและเบสแต่ละชนิดสามารถแตกตัวในน้ำได้ แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบสแก่สามารถแตกตัว เป็นไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อน หรือเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย โดยความสามารถในการแตกตัวหรือความแรง ของกรดหรือเบสอาจพิจารณาได้จากค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบส หรือปริมาณการแตกตัวเป็นร้อยละของกรดหรือเบส		
		ข้อ๔	• น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียสแตกตัว ให้ไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ ๑.๐×๑๐^{-๗} โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่การแตกตัวของน้ำเท่ากับ ๑.๐×๑๐^{-๑๔}		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			•เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวในน้ำ ค่าความเป็นกรดเบสของสารละลายแสดงได้ด้วยค่า pH ซึ่ง สัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน โดยสารละลายกรดมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนมากกว่า๑.๐ x ๑๐$^{-๗}$ โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH น้อยกว่า ๗ ส่วนสารละลายเบสมี ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนน้อยกว่า๑.๐ x ๑๐$^{-๗}$ โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า ๗		
		ข้อ๕ ข้อ๖	•ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นกลางปฏิกิริยาสะเทิน ระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลาย ที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อน และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส •เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้จาก การสะเทินของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลาย ในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้สารละลาย ที่มีสมบัติเป็นเบส		
		ข้อ๗	• การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณ หรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกันเรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติ จุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถ สังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับ หรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จดุสมมลู		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๘	• ปริมาณกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันจาก การไทเทรตกรด-เบส สามารถนำไปคำนวณ ความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่ต้องการทราบ ความเข้มข้นได้		
		ข้อ๙	• สารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายของกรดอ่อน กับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือเบสอ่อนกับเกลือ ของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติมกรด เบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่าสารละลายทั่วไป สมบัติเฉพาะของสารละลาย บัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อการควบคุม pH ของระบบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		
		ข้อ๑๐	• ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์ และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์		
๒	เคมีไฟฟ้า	ข้อ๑๑	• เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ระหว่างพลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดง ประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุ เรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่าปฏิกิริยารีดอกซ์	๓๐	๕๐
		ข้อ๑๒	• ปฏิกิริยารีดอกซ์ มีทั้งครึ่งปฏิกิริยา ที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน โดยสารที่ให้อิเล็กตรอน จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชัน ลดลงเรียกว่า ตัวออกซิไดส์		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๑๓	• การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผล การทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์		
		ข้อ๑๔	• ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา		
		ข้อ๑๕	• เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วย สะพานเกลือโดยที่แอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอน เคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้า สามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์		
		ข้อ๑๖	• ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จาก ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า เซลล์กัลป์วานิก แต่ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยา รีดอกซ์ไม่สามารถเกิดได้เอง ต้องมีการให้กระแส ไฟฟ้าจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก		
		ข้อ๑๗	• เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ภายในเซลล์ปฐมภูมิ ไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยา ย้อนกลับได้ โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายใน		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			เซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ได้โดยการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้อีก		
		ข้อ๑๘	• เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม หลายประเภท เช่นการชุบโลหะ การแยกสารเคมี ด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ		
		ข้อ๑๙	• ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้านำไปสู่นวัตกรรม ด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		
รวมทั้งสิ้น				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๕ วิชาเคมี๕

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	เคมีอินทรีย์	ข้อ๑	• สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของ คาร์บอนส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้าง หลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจาก ธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุ คาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม นอกจากนี้ยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่นๆ ได้อีกด้วยและมีการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย	๓๖	๕๕
		ข้อ๒	• โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แสดงได้ด้วย สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ		
		ข้อ๓	• สารประกอบอินทรีย์มีหลายประเภท การพิจารณา ประเภทของสารประกอบอินทรีย์อาจใช้หมู่ฟังก์ชัน เป็นเกณฑ์ได้ เป็นแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอไมด์		
		ข้อ๔	•การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภท แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอมีน แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ และเอไมด์ จะเรียกตามระบบ IUPAC หรือ อาจเรียกโดยใช้ชื่อสามัญ		
		ข้อ๕	• ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มี สมบัติแตกต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอริซึม และ เรียกสารแต่ละชนิดว่า		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ไอโซเมอร์ ไอโซเมอร์ที่มี สูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์โครงสร้าง		
		ข้อ๖	• สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างของสารต่างกันจะมีจุดเดือดและ การละลายในน้ำต่างกัน สำหรับการละลายของสาร พิจารณาได้จากความมีขั้วของตัวละลายและ ตัวทำละลาย โดยสารสามารถละลายได้ใน ตัวทำละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกัน		
		ข้อ๗	• สารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน เป็น สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยา การเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีนและปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จะให้ผลของ ปฏิกิริยาต่างกัน จึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ ในการจำแนกประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้		
		ข้อ๘ ข้อ๙	• กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้ เป็นเอสเทอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเอมีนเกิดเป็น เอไมด์ เอสเทอร์และเอไมด์สามารถเกิดปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอสเทอร์ ในเบสแอลคาไล เรียกว่า ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน		
		ข้อ๑๐	• สารประกอบอินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ได้มากมายในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำไปใช้เป็น สารตั้งต้นและตัวทำละลายในอุตสาหกรรม ด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			พลังงานอุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมเกษตร		
๒	พอลิเมอร์	ข้อ๑๑	• พอลิเมอร์ เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า มอนอเมอร์ เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยมีทั้ง พอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ อาจเป็นปฏิกิริยาแบบ ควบแน่นหรือปฏิกิริยาแบบเติม ขึ้นอยู่กับ หมู่ฟังก์ชันและโครงสร้างของมอนอเมอร์	๒๔	๔๕
		ข้อ๑๒	• พอลิเมอร์มีโครงสร้างต่างกันอาจเป็นโครงสร้าง แบบเส้น แบบกิ่ง หรือแบบร่างแห ขึ้นอยู่กับชนิด ของมอนอเมอร์ และภาวะของปฏิกิริยาการเกิด พอลิเมอร์ ซึ่งโครงสร้างของพอลิเมอร์ส่งผลต่อจุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว ความยืดหยุ่น จึงสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย		
		ข้อ๑๓	• พอลิเมอร์ที่ให้ความร้อนแล้ว สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเส้นและแบบกิ่ง ส่วนพอลิเมอร์ ที่ให้ความร้อนแล้วไม่อ่อนตัว จึงไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ เรียกว่า พอลิเมอร์เทอร์มอเซต มีโครงสร้างแบบร่างแห พลาสติกมีทั้งที่เป็น พอลิเมอร์เทอร์มอพลาสติก และพอลิเมอร์เทอร์มอเซตผลิตภัณฑ์ยางเป็นพอลิเมอร์เทอร์มอเซต ซึ่งทำให้มีสมบัติและ การนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน		
		ข้อ๑๔	• การปรับเปลี่ยนโครงสร้าง หรือการสังเคราะห์ พอลิเมอร์ เช่น วัลคาไนเซชัน การสังเคราะห์ โคพอลิเมอร์		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			การสังเคราะห์พอลิเมอร์นำไฟฟ้าเป็นการปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์เพื่อให้ได้ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น		
		ข้อ๑๕	• การใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ อาจส่ง ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควร ตระหนักถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไข		
รวมทั้งสิ้น				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๖ วิชาเคมี๖

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	เคมีกับการแก้ปัญหา	ข้อ๑	•สถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม สามารถ นำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้	๖๐	๑๐๐
		ข้อ๒	•การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือ ประเด็นที่สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้ง คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์		
		ข้อ๓	•การนำเสนองานหรือแสดงผลงาน เป็นการเปิด โอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ผลงาน รวมทั้งเพิ่มโอกาสในการพัฒนางาน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ ประกอบการนำเสนอ ซึ่งจะทำให้การสื่อสาร มีประสิทธิภาพมากขึ้น		
		ข้อ๔	• การสัมมนา การประชุมวิชาการ หรือการร่วมแสดง ผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยน ความคิด แสดง ทัศนคติต่อกรณีศึกษา สถานการณ์ หรือประเด็นสำคัญทางเคมี ซึ่งช่วยส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยี เพื่อการค้นคว้าและการสื่อสาร ซึ่งสามารถทำได้หลายระดับโดยอาจเป็นระดับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียน ชุมชน ระดับชาติหรือนานาชาติ		
รวมทั้งสิ้น				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑ วิชาชีววิทยา๑

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	การศึกษาชีววิทยา	ข้อ๑	• สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงาน มีการเจริญเติบโตมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้ามีการรักษาดุลยภาพของร่างกาย มีการสืบพันธุ์ มีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ และมีการทำงาน ร่วมกันขององค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ สิ่งเหล่านี้จัดเป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต • การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบ อวัยวะ และสิ่งมีชีวิตตามลำดับ	๑๕	๒๕
		ข้อ๒	• วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยว กับสิ่งมีชีวิต เริ่มจากการตั้งปัญหาหรือคำถาม ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวม ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล •การศึกษาสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความรู้จากแขนงวิชา ต่าง ๆ ของชีววิทยาและสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง และควรคำนึงถึงชีวจริยธรรมและจรรยาบรรณ การใช้สัตว์ทดลอง		
๒	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	ข้อ๓	• สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน มี สมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดี เก็บความร้อนได้ดี และมี	๒๐	๓๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ความจุความร้อนสูง ซึ่งช่วยรักษาดุลยภาพของเซลล์ได้ • ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออนในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของ ระบบต่าง ๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุ เป็นองค์ประกอบด้วย		
		ข้อ๔	•คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งตามขนาดโมเลกุล ออกได้เป็น ๓ กลุ่ม คือมอโนแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์		
		ข้อ๕	•โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอนไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน บางชนิดอาจมีธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบ		
		ข้อ๖	•ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดี ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญ ที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์		
		ข้อ๗	•กรดนิวคลิอิกประกอบด้วย หน่วยย่อยเรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบ ด้วยหมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน ๕ อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ • กรดนิวคลิอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรม ทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม มี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA		
		ข้อ๘ ข้อ๙	• เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายใน เซลล์ของสิ่งมีชีวิต		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วย ปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา • เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยา เคมีในเซลล์สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่าบริเวณเร่ง ถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้ สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ •อุณหภูมิ สภาพความเป็นกรด-เบส และตัวยับยั้งเอนไซม์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงาน ของเอนไซม์		
๓	เซลล์และการทำงานของเซลล์	ข้อ๑๐	• กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิต ขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล • กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ และ กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโออาศัยเลนส์ ในการทำให้เกิดภาพขยาย • กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยาย โดยอาศัยเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำอิเล็กตรอน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด คือ ชนิดส่องผ่าน และ ชนิดส่องกราด • ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้แสงต้องมีวิธีการเตรียมที่ถูกต้องและเหมาะสม กับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการศึกษา • กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดซับซ้อน และราคาค่อนข้าง	๓๐	๓๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			สูงจึงควรใช้อย่าง ถูกวิธี มีการเก็บและดูแลรักษาที่ถูกต้อง เพื่อให้ สามารถใช้งานได้นาน		
		ข้อ๑๑ ข้อ๑๒ ข้อ๑๓	• เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วย ส่วนที่ ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส • ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือ เยื่อหุ้มเซลล์ แต่ ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืชจะ มีผนังเซลล์เป็นส่วนหัวหุ้มเซลล์เพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง • โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุล ของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด • ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วย ไซโทซอลและออร์แกเนลล์ • นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของ เซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายใน มี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด		
		ข้อ๑๔ ข้อ๑๕	• สารต่าง ๆ มีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์ อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟ ทรานสปอร์ตกระบวนการเอกโซไซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส • แก๊สต่าง ๆ เข้าหรือออกจากเซลล์โดยการแพร่ ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยออสโมซิส • ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่าน เยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			จำเป็นต้องอาศัย โปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต • แอกทีฟ ทรานสปอร์ต เป็นการลำเลียงสารจาก บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง •สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ หรือลำเลียงผ่านโปรตีน ที่เป็นตัวพาได้ จะถูกลำเลียงออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิส •สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบ ได้แก่ พิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสาร เข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ		
		ข้อ๑๖	• การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็น วัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ ประกอบด้วย อินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและ การแบ่งไซโทพลาซึม • การแบ่งนิวเคลียสมี ๒ แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียส แบบไมโทซิสและการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วย ระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วย ระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส I เทโลเฟส I ระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II อนาเฟส II และเทโลเฟส II • การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้เซลล์ร่างกาย เพิ่มจำนวนเพื่อการ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			เจริญเติบโต และซ่อมแซม ส่วนที่สึกหรอ หรือถูกทำลายไปได้ ส่วนการแบ่ง นิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ • การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้าง แผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้า เข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์		
		ข้อ๑๗	• การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหาร ที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ และกระบวนการ ถ่ายทอดอิเล็กตรอน • การหายใจระดับเซลล์ พลังงานส่วนใหญ่ได้จาก ขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP • ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจ ของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะไกลโคลิซิส ผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้ กรดแลกติกในจุลินทรีย์และพืชอาจได้กรดแลกติกหรือเอทิลแอลกอฮอล์		
รวมทั้งสิ้น				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒ วิชาชีววิทยา๒

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	ข้อ๑ ข้อ๒	• DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ แต่ละ นิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และ G • โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ ๒ สาย เรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวา โดยการ เข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของ เบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G • ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโน ของโปรตีน ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเอนไซม์ และอื่น ๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏ ลักษณะต่าง ๆ ได้ • DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบ และสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะมีโครงสร้าง และลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม • DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA ๓ ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวน การสังเคราะห์โปรตีน • RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยวแต่ละนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G	๑๖	

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๓	• มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือ จำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของ โปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยัง รุ่นต่อ ๆ ไปได้ และทำให้เกิดความแปรผันทาง พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุ มาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น รังสี และสารเคมี • การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเตชันระดับยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์เป็นผลมาจาก การแทนที่คู่เบส • การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไปหรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลง จำนวนโครโมโซม เช่น การลดลงหรือเพิ่มขึ้น ของโครโมโซมบางแท่งหรือทั้งชุด เป็นสาเหตุ ของการเกิดมิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่มอาการคริดูชาต์และกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการเทอร์เนอร์และกลุ่มอาการไคลน์เฟลเตอร์		
๒	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	ข้อ๔ ข้อ๕	• เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาจนสรุปเป็นกฎแห่ง การแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ • กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่เป็นคู่ จะแยกออกจากกันในระหว่างการสร้างเซลล์ สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะมีเพียง แอลลีลใดแอลลีลหนึ่ง • กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ มีใจความว่าหลัง จากคู่ของแอลลีล แยก	๑๘	

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ออกจากกันแต่ละ แอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระกับแอลลีลอื่น ๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกันในการเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์		
		ข้อ๖ ข้อ๗	• การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะ ให้อัตราส่วนที่แตกต่างจากผลการศึกษาของเมนเดล เรียกลักษณะเหล่านี้ว่า ลักษณะ ทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์ เมนเดล เช่น การข่มไม่สมบูรณ์ การข่มร่วมกัน มัลติเปิลแอลลีล ยีนบนโครโมโซมเพศ และพอลิยีน • ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกัน ชัดเจน เช่น การมีติ่งหู หรือไม่มีติ่งหู ซึ่งเป็น ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง • ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยและลดหลั่นกันไป เช่น ความสูงและสีผิวของมนุษย์ ถูกควบคุมโดยยีน หลายคู่ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการ แปรผันต่อเนื่องและสิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการ แสดงลักษณะนั้น		
		ข้อ๙	• โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซม และโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมบางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศ ซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X • เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซม เดียว กันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิสอาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยก จากกันได้ ส่งผลให้		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้ แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์		
๓	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ข้อ๑๐ ข้อ๑๑	การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์ สามารถนำไปใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการ มาตัดต่อใส่ในสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติ ตามต้องการ • เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยการ ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม	๑๕	
๔	วิวัฒนาการ	ข้อ๑๒	• หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์ กายวิภาคเปรียบเทียบวิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ การศึกษาทางชีวภูมิศาสตร์ และด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล • มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ค้นพบ และจากการเปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์ กับไพรเมตอื่นๆ	๑๓	
		ข้อ๑๓	• ฌอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อม โดยอาศัยกฎการใช้และไม่ใช้ และกฎแห่งการ ถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			•ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มี ลักษณะแตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวนหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถมีชีวิตรอดและถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้		
		ข้อ๑๔	• เมื่อประชากรอยู่ในสภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก โดยประชากรมีขนาดใหญ่ ไม่มีการถ่ายเทยีน ระหว่างประชากร ไม่เกิดมิวเตชัน สมาชิกทุกตัวมีโอกาสผสมพันธุ์ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือก โดยธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของแอลลีล ของ ลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่รุ่นก็ตามเป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ • การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีลในประชากร เกิดจากปัจจัยหลายประการนำไปสู่ การเกิดวิวัฒนาการ		
		ข้อ๑๕	• สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีก ประชากรหนึ่งในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้ประชากร ทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน และวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ • ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ ๒ แนว ทางคือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทาง ภูมิศาสตร์และการเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน		
รวมทั้งสิ้น				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ วิชาชีววิทยา ๓

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	การสืบพันธุ์ของพืชดอก	ข้อ ๑	- พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์ เรียกระยะสปอโรไฟต์ (๒n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียกระยะแกมีโทไฟต์ (n) - ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้ และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่างๆ	๓	๒
		ข้อ ๒	- พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน - การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ ๒ เซลล์คือทิวบ์เซลล์ และเจเนอเรทิฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมียทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจเนอเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ๒ เซลล์ - การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวุลในรังไข่โดยเซลล์ที่เรียกว่าเมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งไมโอซิสได้เมกะสปอร์ซึ่งในพืชส่วนใหญ่จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง ๑ เซลล์ที่เหลืออีก ๓ เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส ๓ ครั้ง ได้ ๘ นิวเคลียสที่ประกอบด้วย ๗ เซลล์โดยมี ๑ เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เรียกเซลล์ไข่ ส่วนอีก๑เซลล์มี๒นิวเคลียสเรียกโพลาร์นิวคลีไอ	๔	๓
			- การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่โดยคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่งกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอได้เป็นเอน		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			โดสเปิร์มนิวเคลียส ซึ่งจะเจริญและพัฒนา ต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม		
		ข้อ ๓	- ภายหลังการปฏิสนธิออวุลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล - โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วยเปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วยผนังผล และเมล็ดซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเอง และต่อสิ่งมีชีวิตอื่น	๕ (๑๒)	๓ (๘)
๒	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	ข้อ ๔	- เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่คือ เนื้อเยื่อเจริญ และเนื้อเยื่อถาวร - เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง - เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญเนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบคือ ระบบเนื้อเยื่อผิวระบบเนื้อเยื่อพื้นและระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียงซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน	๓	๓
		ข้อ ๕	- รากคือส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืชเจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่างๆ ของพืช	๕	๓
			- โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่างๆ คือบริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ และเจริญเติบโตเต็มที่ - โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิเมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น ๓ ชั้นเรียงจากด้านนอกเข้าไป คือชั้นเอพิเดอร์มิสชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			- โครงสร้างภายในของราก ระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดิร์ม ซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์ อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นหรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้นส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไปเนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น		
			- ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดิร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น		
		ข้อ ๗	- ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงแลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำใบของพืชดอกประกอบด้วยก้านใบแผ่นใบเส้นกลางใบ และเส้นใบพืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ - โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวางประกอบด้วยเนื้อเยื่อ ๓ กลุ่ม ได้แก่เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง	๕ (๑๘)	๓ (๑๒)
๓	การลำเลียงของพืช	ข้อ ๘	- พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทางรูปากใบ เรียกว่าการคายน้ำ - ความชื้นในอากาศลมอุณหภูมิ สภาพน้ำในดินความเข้มของแสงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช	๒	๒
		ข้อ ๙	- พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่างๆ จากดินโดยเซลล์ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นการดูดน้ำจากดินสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบและลำเลียง ไปยังส่วนต่างๆ ของพืชในแนวดิ่ง	๓	๓
		ข้อ ๑๐	- ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำร่วมกับ	๓	๓

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			แรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน		
			- ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากจนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติน้ำที่เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่าแรงดันรากทำให้เกิดปรากฏการณ์กัตเตชัน - พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหารเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ		
		ข้อ ๑๑	- อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้างจะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไกการลำเลียงอาหาร ในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำไปยังแหล่งรับ	๒ (๑๐)	๒ (๑๐)
๔	การสังเคราะห์ด้วยแสง	ข้อ ๑๒	- การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่าคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่ได้คือน้ำตาล ออกซิเจน	๒	๒
		ข้อ ๑๓	- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี ๒ ขั้นตอน คือปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ - ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดซ์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็นATPและ $NADPH^{+}$ H^{+} ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์	๒	๒
			- การตรึงคาร์บ์อนไดออกไซด์เกิดในสโตรมาโดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโกได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน ๓ อะตอมคือ PGA โดยใช้ ATPและ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไป		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			รีดิวซ์สารประกอบคาร์บอน ๓ อะตอมได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน ๓ อะตอมคือ PGALซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C_3 จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว		
		ข้อ ๑๔	- พืช C_4 ตรึงคาร์บอนอินทรีย์ ๒ ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์โดย PEP และเอนไซม์เพบคาร์บอกซิเลสได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน ๔ อะตอม คือกรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีท และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป - พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ คล้ายพืช C_4 แต่มีการตรึงคาร์บอนอินทรีย์ทั้ง ๒ ครั้งในเซลล์เดียวกันโดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอนอินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืน และปล่อยออกมาในเวลากลางวัน เพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป	๒	๓
		ข้อ ๑๕	- ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ	๒ (๘)	๓ (๑๐)
๕	การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช	ข้อ ๑๖	- เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีการงอกโดยมีปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิดสามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถงอกได้ทันที เพราะอยู่ในสภาพพักตัว - เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัว เนื่องจากมีปัจจัยบางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด ซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัยที่ยับยั้ง	๕	๔

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ ๑๗	- พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่างๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก	๓	๓
		ข้อ ๑๘	- แสงสว่างแรงโน้มถ่วงของโลก สารเคมี และน้ำเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช - ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายใน และสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชสามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มผลผลิตและยืดอายุผลผลิตได้	๔ (๑๒)	๓ (๑๐)
รวมจำนวนชั่วโมง / คะแนนประเมิน				๖๐	๕๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ วิชาชีววิทยา ๔

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	ระบบย่อยอาหาร	ข้อ ๑	- รามีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบา และพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในฟูดแวคิวโอล โดยเอนไซม์ในไลโซโซม - ฟองน้ำไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์โดยเอนไซม์ในไลโซโซม	๒	๓
		ข้อ ๒	- ไฮดรา และพลานาเรีย มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์จะกินอาหารและขับกากอาหารออกทางเดียวกัน - ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์	๒	๒
		ข้อ ๓	- การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วยการย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และการย่อยทางเคมีโดยอาศัยเอนไซม์ในทางเดินอาหารทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กจนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ - การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก - สารอาหารที่ย่อยแล้ววิตามินบางชนิด และธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอยแล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหารประเภทลิพิด และวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย	๔ (๘)	๓ (๘)
			- อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วนดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ ที่เหลือเป็นกากอาหาร จะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก		
๒	ระบบหายใจ	ข้อ ๔	- ไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น	๒	๓

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			- แมลงมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลม ซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอย - ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลายอยู่ในน้ำผ่านเหงือก - สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ปอดและผิวหนังในการแลกเปลี่ยนแก๊ส		
		ข้อ ๕	- สัตว์เลื้อยคลานสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอาศัยปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส	๒	๒
		ข้อ ๖	- ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วยช่องจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลม และถุงลมในปอด - ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอยและบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่างๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยการแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยเช่นกัน	๓	๓
		ข้อ ๗	- การหายใจเข้าและการหายใจออก เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศภายในปอดโดยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง และควบคุมโดยสมองส่วนพอนส์ และเมดัลลา ออบลองกาตา	๓ (๑๐)	๒ (๑๐)
๓	ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง	ข้อ ๘	- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกาย ไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่างๆ โดยการแพร่ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม	๑	๑
		ข้อ ๙	- สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อน จะมีการลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วยหัวใจหลอดเลือด และเลือด - ระบบหมุนเวียนเลือดมี ๒ แบบ คือระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด - ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวก หอย แมลงกุ้งส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดินและสัตว์มีกระดูกสันหลัง	๒	๒
		ข้อ ๑๐	- ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่ง	๒	๒

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			เลือดไหลเวียนอยู่เฉพาะในหลอดเลือด		
		ข้อ ๑๑	- หัวใจมีเอเตรียม ทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และเวนตริเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ โดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนตริเคิลและระหว่างเวนตริเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ - เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออตาร์ อาร์เตอรี อาร์เตอริโอล หลอดเลือดฝอย เวนูล เวน และเวนาคาวาแล้วเข้าสู่หัวใจ - ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันเลือด และชีพจร สภาพการทำงานของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือด และชีพจร	๓	๓
		ข้อ ๑๒	- เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ เพลตเลต และพลาสมา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน	๒	๒
		ข้อ ๑๓	- หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็นเลือดหมู่ AB A B และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง และจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็นเลือดหมู่ Rh^+ และ Rh^- การให้และรับเลือดมีหลักว่าแอนติเจนของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และการให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุดคือผู้ให้และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน	๒ (๑๒)	๒ (๑๒)
๔	ระบบภูมิคุ้มกัน	ข้อ ๑๔	- ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมาอยู่ระหว่างเซลล์เรียกว่าน้ำเหลือง ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงเซลล์ และสามารถแพร่เข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่งต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอยจะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นและเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวนใกล้หัวใจ - ระบบน้ำเหลือง ประกอบด้วยน้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่นำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด ต่อมน้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่	๔	๓

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ลำเลียงมากับน้ำเหลือง		
		ข้อ ๑๕	- กลไกที่ร่างกายต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม มีอยู่ ๒ แบบคือ แบบจำเพาะและแบบไม่จำเพาะ - ต่อมไขมันต่อมเหงื่อที่ผิวหนังช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และเมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกายเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล และโมโนไซต์ จะมีการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอม โดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส ส่วนอีโอซิโนฟิลเกี่ยวข้องกับการทำลายปรสิต เบโซฟิลเกี่ยวข้อง	๔	๒
			กับปฏิกิริยาการแพ้ซึ่งเป็นการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ - การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของลิมโฟไซต์ชนิดเซลล์บีและเซลล์ที - อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและตอบสนองของลิมโฟไซต์ประกอบด้วย ต่อมน้ำเหลือง ทอนซิล ม้าม ไทมัส และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ผนังลำไส้เล็ก		
		ข้อ ๑๖	- การสร้างภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของร่างกายมี ๒ แบบคือภูมิคุ้มกันก่อเอง และภูมิคุ้มกันรับมา - การได้รับวัคซีนหรือทอกซอยด์เป็นตัวอย่างของภูมิคุ้มกันก่อเอง โดยการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้น ด้วยวิธีการให้สารที่เป็นแอนติเจนเข้าสู่ร่างกายส่วนภูมิคุ้มกันรับมาเป็นการรับแอนติบอดีโดยตรง เช่น การได้รับซีรัม การได้รับน้ำนมแม่	๓	๒
		ข้อ ๑๗	- เอดส์ ภูมิแพ้ และการสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเองเป็นตัวอย่างของอาการที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำงานผิดปกติ	๔ (๑๕)	๓ (๑๐)
๕	ระบบขับถ่าย	ข้อ ๑๘	- อะมีบา และพารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีคอนแทรกไทล์แวคิวโอลทำหน้าที่ในการกำจัด และรักษาดุลยภาพของน้ำและแร่ธาตุในเซลล์	๓	๒

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			- ฟองน้ำ และไฮดรามีเซลล์ส่วนใหญ่สัมผัสกันน้ำโดยตรงของเสียจึงถูกกำจัดออกโดยการแพร่สู่สภาพแวดล้อม - พลานาเรียใช้เฟลมเซลล์ซึ่งกระจายอยู่ ๒ ข้างตลอดความยาวของลำตัวทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย		
			- ไส้เดือนดินใช้เนฟริเดียม แมลงใช้มัลพิเกียนทิวบูล และสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้ไตในการขับถ่ายของเสีย		
		ข้อ ๑๙	-ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่ายและรักษาดุลยภาพของน้ำ และแร่ธาตุในร่างกาย - ไตประกอบด้วยบริเวณส่วนนอกที่เรียกว่าคอร์เท็กซ์ และบริเวณส่วนในที่เรียกว่าเมดัลลา และบริเวณส่วนปลายของเมดัลลาจะยื่นเข้าไปจรดกับส่วนที่เป็นโพรงเรียกว่ากรวยไต โดยกรวยไตจะต่อกับท่อไต ซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะไปเก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะ เพื่อขับถ่ายออกนอกร่างกาย - ไตแต่ละข้างของมนุษย์ประกอบด้วยหน่วยไตลักษณะเป็นท่อปลายข้างหนึ่งเป็นรูปถ้วยเรียกว่าโบว์แมนส์แคปซูลล้อมรอบกลุ่มหลอดเลือดฝอยที่เรียกว่าโกลเมอรูลัส	๔	๓
		ข้อ ๒๐	- กลไกในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายประกอบด้วยการกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสารที่เกินความต้องการออกจากร่างกาย	๔	๓
		ข้อ ๒๑	- โรคนิ่วและโรคไตวาย เป็นตัวอย่างของโรคที่เกิดจากความผิดปกติของไต ซึ่งผลผลกระทบต่อการรักษาดุลยภาพของสารในร่างกาย - นอกจากไตที่ทำหน้ารักษาดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ และกรด-เบส ผิวหนัง และระบบหายใจยังมีส่วนช่วยในการรักษาดุลยภาพเหล่านี้ด้วย	๔ (๑๕)	๒ (๑๐)
รวมจำนวนชั่วโมง / คะแนนประเมิน				๖๐	๕๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๖ วิชาชีววิทยา ๖

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	ความหลากหลายทางชีวภาพ	ข้อ ๑	- ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วย ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ - การแปรผันทางพันธุกรรม ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสิ่งมีชีวิตใดที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากย่อมทำให้มีโอกาสอยู่รอดเพิ่มขึ้น และสืบทอดลูกหลานต่อไปได้ - สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ หรือโดยมนุษย์มาเป็นระยะเวลายาวนานหลายชั่วรุ่นซึ่งอาจเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ ส่งผลให้เกิดความหลากหลายของสปีชีส์ - แหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละแหล่งที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้นจะมีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่แตกต่างกัน ทำให้เกิด ความหลากหลายของระบบนิเวศ	๒	๓
		ข้อ ๒	- จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการของเซลล์ เกิดจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ โดยเซลล์รูปแบบแรกที่เกิดขึ้นคือเซลล์โพรคาริโอต และมีวิวัฒนาการขึ้นมาเป็นเซลล์ยูคาริโอต และจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างแบบง่ายๆ จนกลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ	๒	๒
		ข้อ ๓	- แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต ผนังเซลล์มีเพปทิโดไกลแคนเป็นองค์ประกอบสำคัญแบคทีเรียทั่วไปสร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์ หรือแบบปรสิต แต่	๔	๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			แบคทีเรียบางกลุ่ม เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย อาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - โพรทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่ออาจมีหรือไม่มีผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบของเซลล์ - พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ พวกยูคาริโอตมีผนังเซลล์ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับและมีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พืชสร้างอาหารเองได้จากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต มีทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และหลายเซลล์เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ผนังเซลล์มีไคทินเป็นองค์ประกอบสำคัญ ฟังไจสร้างอาหารเองไม่ได้ และดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต - สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์พวกยูคาริโอต ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ต้องได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น ส่วนใหญ่มีระบบย่อยอาหารบางชนิดอาจเป็นปรสิตสัตว์ มีระยะเอ็มบริโอในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ - สัตว์อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยโดยพิจารณาลักษณะ ต่างๆ คือเนื้อเยื่อ สมมาตร การเปลี่ยนแปลงของบลาสโทพอร์ การเจริญในระยะตัวอ่อนทำให้อาจแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มย่อย เช่น กลุ่มฟองน้ำ		
			กลุ่มไฮดรา กลุ่มหนอนตัวแบน กลุ่มหอย และหมึกกลุ่มไส้เดือนดิน กลุ่มหนอนตัวกลม กลุ่มสัตว์ที่มีขาเป็นปล้อง กลุ่มดาวทะเล และปลิงทะเล และกลุ่มสัตว์ที่มีโนโทคอร์ด		
		ข้อ ๔	- การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับขั้นต่างๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็นหมวดหมู่ย่อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัม	๒	๓

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			คลาส ออเดอร์ แฟมิลี จีนัส และสปีชีส์ - ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นสปีชีส์ที่ตั้งขึ้นตามระบบทวินาม เพื่อใช้ในการระบุถึงสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกันประกอบด้วย ๒ ส่วน โดยส่วนแรกเป็น ชื่อสกุลส่วนหลังเป็นคำที่ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นหรือเป็นคำที่มีความหมายเฉพาะโดยทั้ง ๒ ส่วนนี้ต้องเป็นภาษาละติน		
		ข้อ ๕	- ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้ เพื่อระบุหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตลำดับขั้นต่างๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการนำลักษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิตมาพิจารณาเป็นคู่ - วิทเทเกอร์ เสนอแนวความคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต และจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๕ คิงดอมประกอบด้วย มอเนอรา โพรทิสตา พืช ฟังไจและสัตว์ - โวสซ์ และคณะจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น ๓ โดเมนประกอบด้วย แบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคารีอาโดยแนวความคิดการจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละโดเมนเป็นกลุ่มย่อยจะใช้หลักที่ว่าสิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกันมีสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน	๒ (๑๒)	๒
๒	ระบบนิเวศและประชากร	ข้อ ๖	- ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมีระบวนการต่างๆ เกิดขึ้น กระบวนการที่สำคัญได้แก่การถ่ายทอด พลังงานและการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ สามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพที่เรียกว่าโซ่อาหาร สายใยอาหารและพีระมิดทางนิเวศวิทยา - พลังงานที่ถ่ายทอดไปในแต่ละลำดับขั้นการกินอาหารมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน พลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียไปในรูปความร้อนระหว่างการถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง	๒	๑
		ข้อ ๗	- การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ	๒	๒

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			บางครั้งอาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วยเรียกว่าการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน ซึ่งอาจมีระดับความเข้มข้นของสารพิษมากขึ้นตามลำดับขั้นของการกินจนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต		
		ข้อ ๘	- สารต่างๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นผ่านทั้งในสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิตกลับคืนสู่ระบบอย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจนวัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส	๓	๒
		ข้อ ๙	- ไบโอม คือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา ไบโอมทะเลทราย โดยแต่ละไบโอมจะมีลักษณะเฉพาะของปัจจัยทางกายภาพชนิดของพืชและชนิดของสัตว์	๒	๒
		ข้อ ๑๐	- ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ระบบนิเวศสามารถปรับสมดุลได้ แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอาจส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น	๒	๒
			- การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยามีทั้งการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ		
		ข้อ ๑๑	- ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะหลายประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของประชากร ความหนาแน่นของประชากร การกระจายตัวของสมาชิกในประชากร โครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่างเพศ อัตราการเกิด และอัตราการตาย การอพยพเข้า การอพยพออกของประชากร และการรอดชีวิตของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน	๒	๒

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			- ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ		
		ข้อ ๑๒	- การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล เป็นการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ - การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติก เป็นการเพิ่ม จำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง	๓	๒
		ข้อ ๑๓	- การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ซึ่ง แบ่งได้เป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร และปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร - ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว แบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมเป็นต้นมา	๒ (๑๘)	๒ (๑๕)
๓	มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม	ข้อ ๑๔	- ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ และยังไม่ได้รับการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ - การตรวจสอบคุณภาพน้ำ นิยมใช้การหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ - การจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรมีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างถูกต้อง	๘	๔
		ข้อ ๑๕	- มลพิษทางดิน และปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ - การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการป้องกัน และการแก้ปัญหาการเกิดมลพิษและความเสื่อมโทรมของดินรวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้ดิน	๖	๔

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			อย่างถูกต้อง		
		ข้อ ๑๖	- การปนเปื้อนของสารเคมี ฝุ่นละอองและจุลินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติ และจากการกระทำของมนุษย์ - การเกิดมลพิษทางอากาศ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุ การเกิดไฟป่า และการเกิดแก๊สพิษ จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์	๖	๔
			- การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่างๆ - การจัดการทรัพยากรอากาศ ควรประกอบด้วยการกำหนดนโยบาย และวางแผนงาน เพื่อป้องกัน และแก้ไขรวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแล รักษาคุณภาพอากาศ		
		ข้อ ๑๗	- พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลง อาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดิน การเผาป่า การทำเหมืองแร่ - พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้งเกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ทำให้สัตว์ป่า และพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลง หรือสูญพันธุ์ได้ - การจัดการทรัพยากรป่าไม้ ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืน หรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่งเสริมการปลูกป่า ป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพรวมถึงการปลูกจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์ป่าไม้	๖	๔
		ข้อ ๑๘	- การลดจำนวนลงของสัตว์ป่า เป็นผล	๔ (๓๐)	๔ (๒๐)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			เนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่คือ การทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยลดลง และการล่าสัตว์ป่า		
			- การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการให้มีพื้นที่ป่าไม้ เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอรวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่าลดจำนวนลง รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกันอนุรักษ์		
รวมจำนวนชั่วโมง / คะแนนประเมิน				๖๐	๕๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๑ วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ๑
รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑	โครงสร้างโลก	ข้อ๑	• การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่นองค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลก จึงสามารถแบ่งชั้น โครงสร้างโลกได้ ๒ แบบ คือ โครงสร้างโลก ตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น ๓ ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก และโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น๕ ชั้นได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาคแก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน นอกจากนี้ ยังมีการค้นพบรอยต่อระหว่างชั้นโครงสร้างโลก เช่น แนวแบ่งเขตโมโฮโรวซิกิ แนวแบ่งเขตกูเทนเบริก์ แนวแบ่งเขตเลห์แมน	๓	๑๐
๒	การแปรสัณฐานของแผ่นธรณี	ข้อ๒	•แผ่นธรณีต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบของธรณีภาคซึ่งเป็นชั้นนอกสุดของโครงสร้างโลก โดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีดังกล่าว อธิบายได้ตามทฤษฎีธรณีแปรสัณฐานซึ่งมี รากฐานมาจากทฤษฎีทวีปเลื่อนและทฤษฎีการ แผ่ขยายพื้นสมุทร โดยมีหลักฐานที่สนับสนุน ได้แก่ รูปร่างของขอบทวีปที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหินและแนวเทือกเขาซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอย การเคลื่อนที่ของ ตะกอนธารน้ำแข็ง ภาวะแม่เหล็กโลกบรรพกาล อายุหินของพื้นมหาสมุทร รวมทั้ง การค้นพบสันเขากลางสมุทร และร่องลึกก้นสมุทร	๖	๓๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
		ข้อ๓	• การพาความร้อนของแมกมาภายในโลก ทำให้ เกิดการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณี แปรสัณฐาน ซึ่ง นักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจพบหลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างที่บริเวณแนวรอยต่อของ แผ่นธรณี เช่น ร่องลึกก้นสมุทร หมู่เกาะภูเขาไฟ รูปโค้ง แนวภูเขาไฟ แนวเทือกเขา หุบเขาทรุด และสันเขากลางสมุทร รอยเลื่อน นอกจากนี้ ยังพบการเกิดธรณีพิบัติภัยที่บริเวณแนวรอยต่อ ของแผ่นธรณี เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ซึ่งหลักฐานดังกล่าวสัมพันธ์กับรูปแบบ การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี นักวิทยาศาสตร์ จึงสรุป ได้ว่า แนวรอยต่อของแผ่นธรณี มี ๓ รูปแบบ ได้แก่แนวแผ่นธรณีแยกตัวแนวแผ่นธรณี เคลื่อนที่เข้าหากัน แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่ผ่านกัน ในแนวราบ		
๓	ธรณีพิบัติภัย	ข้อ๕	• ภูเขาไฟระเบิด เกิดจากการแทรกดันของแมกมา ขึ้นมาตามส่วนเปราะบางหรือรอยแตก บนเปลือกโลกมักพบหนาแน่นบริเวณรอยต่อ ระหว่างแผ่นธรณีทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยความรุนแรงของการปะทุและรูปร่าง ของภูเขาไฟที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ของแมกมา ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟมีทั้ง ประโยชน์และโทษ จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	๖	๓๐
		ข้อ๖	• แผ่นดินไหว เกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสม ไว้ของเปลือกโลกในรูปของคลื่นไหวสะเทือนแผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกันและทำลายทรัพย์สิน ศูนย์เกิดแผ่นดินไหวมักอยู่บริเวณรอยต่อของแผ่นธรณีและพื้นที่ภายใต้ อิทธิพลของการเคลื่อนของแผ่น		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ธรณีที่ระดับ ความลึกต่างกัน ให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ซึ่งส่งผลให้สิ่งก่อสร้างเสียหายเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย		
		ข้อ๗	• สึนามิ คือคลื่นน้ำที่เกิดจากการแทนที่มวลน้ำในปริมาณมหาศาล ส่วนมากจะเกิดในทะเล หรือมหาสมุทร โดยคลื่นมีลักษณะเฉพาะ คือ ความยาวคลื่นมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่ออยู่กลางมหาสมุทรจะมีความสูงคลื่นน้อย และอาจเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำตื้นทำให้พื้นที่บริเวณ ชายฝั่งบางบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายหาดนั้น จึงต้องศึกษาแนวทางในการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย		
๔	การลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา	ข้อ๔	• การลำดับชั้นหิน เป็นการศึกษาการวางตัวการแผ่กระจายลำดับอายุ ความสัมพันธ์ของชั้นหิน รอยชั้นไม่ต่อเนื่อง และหลักฐานทางธรณีวิทยาอื่น ๆ ที่ปรากฏ ทำให้ทราบลำดับเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นบนโลกตั้งแต่ กำเนิดโลกจนถึงปัจจุบัน • หลักฐานทางธรณีวิทยา ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และลักษณะโครงสร้างทางธรณี ซึ่งนำมาหาอายุได้ ๒ แบบ ได้แก่อายุเปรียบเทียบคือ อายุของ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือ เหตุการณ์ทางธรณีวิทยา เมื่อเทียบกับ ซากดึกดำบรรพ์ หิน และ/หรือเหตุการณ์ทาง ธรณีวิทยาอื่น ๆ	๕	๓๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			และอายุสัมบูรณ์คือ อายุที่ระบุ เป็นตัวเลขของหินและ/หรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาซึ่งคำนวณได้จากไอโซโทปของธาตุ • ข้อมูลจากอายุเปรียบเทียบและอายุสัมบูรณ์ สามารถนำมาจัดทำมาตราธรณีกาล คือ การลำดับ ช่วงเวลาของโลกตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบันแบ่งออกเป็น บรมยุค มหายุค ยุคและสมัย ซึ่งแต่ละช่วงเวลา มีสิ่งมีชีวิต สภาพแวดล้อมและเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน		
รวมทั้งสิ้น				๒๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๒ วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ๒
รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๕	ทรัพยากรธรณีวิทยา	ข้อ๑	• แร่คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่มีสถานะ เป็นของแข็ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีโครงสสร้าง ภายในที่เป็นระเบียบและมีสูตรเคมีและสมบัติ อื่น ๆ ที่แน่นอน หรืออาจปลี่ยนแปลงได้ภายใต้วงจำกัด ทำให้แร่มีสมบัติทางกายภาพที่แน่นอน สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบชนิดของแร่ ทางกายภาพ และการทำปฏิกิริยาเคมีกับกรด • ทรัพยากรแร่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในอตุสาห กรรมได้หลายประเภท เช่น อาหารและยา เครื่องมือแพทย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อัญมณี	๑๓	๗๐
		ข้อ๒	• หินเป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ ตั้งแต่ ๑ ชนิดขึ้นไป หรือประกอบด้วยแก้วธรรมชาติ หรือสสารจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเอง • หินสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและเนื้อหิน ได้เป็น ๓ ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การระบุชื่อของหิน แต่ละประเภท จะใช้ลักษณะและองค์ประกอบ ทางแร่ของหินเป็นเกณฑ์หินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น วัสดุก่อสร้าง เครื่องประดับ วัตถุดิบในอุตสาหกรรม		
		ข้อ๓	• ทรัพยากรปิโตรเลียมและถ่านหินเป็นทรัพยากร สิ้นเปลืองที่มีอยู่อย่างจำกัด ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถ เกิดขึ้นทดแทนได้ในเวลาอันรวดเร็ว ทรัพยากรปิโตรเลียม		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			และถ่านหินถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ เช่น การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงใน อุตสาหกรรมต่าง ๆ		
		ข้อ๔	• การศึกษากระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหินต้องใช้ความรู้พื้นฐานธรณีวิทยาหลายด้านเช่น ตะกอนวิทยา การลำดับชั้นหิน ธรณีโครงสร้างรวมทั้งวิธีการ และเทคนิค ต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำ ทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน		
๖	แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา	ข้อ๕	• แผนที่ภูมิประเทศ เป็นแผนที่ที่สร้างเพื่อจำลอง ลักษณะของผิวโลกหรือบางส่วนของพื้นที่บนผิวโลก โดยมีทิศทางที่ชัดเจน และมาตราส่วนขนาดต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับการใช้งาน แผนที่ ภูมิประเทศมักแสดงเส้นชั้นความสูง และคำอธิบาย สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่ • แผนที่ธรณีวิทยา เป็นแผนที่แสดงกากระจายตัว ของหินกลุ่ม ต่าง ๆ ที่โผล่ให้เห็นบนพื้นผิว ทำให้ ทราบถึงขอบเขตของหินในพื้นที่ นอกจากนี้ยัง แสดงลักษณะการวางตัวของชั้นหินซากดึกดำบรรพ์และธรณีโครงสร้าง • ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา สามารถนำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์และ ประเมินศักยภาพของพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม เช่น ประเมินศักยภาพแหล่งทรัพยากรธรณีต่าง ๆ การวางผังเมือง การสร้างเขื่อน	๗	๓๐
รวมทั้งสิ้น				๒๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๓ วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ๓
รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๗	สมดุลพลังงานของโลก	ข้อ๑	• บริเวณต่าง ๆ ของโลกได้รับพลังงาจากดวงอาทิตย์ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากโลกมีสัณฐาน คล้ายทรงกลมและแกนหมุนโลกเอียงทำมุมกับ แนวตั้งฉากกับระนาบการโคจรของโลก รอบดวงอาทิตย์ ส่งผลต่อการตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งส่วนที่ผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศ จนถึงพื้นผิวโลก จะเกิดกระบวนการสะท้อน ดูดกลืน และถ่ายโอนพลังงาน แล้วปลดปล่อย กลับสู่อวกาศแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น ลักษณะของพื้นผิว ชนิดและปริมาณ ของแก๊สเรือนกระจก ละอองลอยและเมฆ ทำให้พื้นผิวโลก แต่ละบริเวณมีอุณหภูมิอากาศแตกต่างกัน	๖	
		ข้อ๒	• พลังงานจากดวงอาทิตย์โดยเฉลี่ยที่โลกได้รับ เท่ากับพลังงานเฉลี่ยที่โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ส่งผลให้ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกในแต่ละปีค่อนข้าง คงที่		
๘	การหมุนเวียนของอากาศบนโลก	ข้อ๓	• การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นจากความกดอากาศที่แตกต่างกันระหว่างสองบริเวณ โดยอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูง ไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำซึ่งจะเห็นได้ ชัดเจนในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ และเมื่อพิจารณาในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวดิ่ง จะพบว่าอากาศเหนือบริเวณความกดอากาศต่ำ จะมีการยกตัวขึ้น ขณะที่อากาศเหนือบริเวณ ความกดอากาศสูงจะ	๗	

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			จมตัวลง โดยการเคลื่อนที่ ของอากาศทั้งในแนวราบและแนวดิ่งนี้ ทำให้เกิด เป็นการหมุนเวียนของอากาศ • การหมุนรอบตัวเองของโลกจะทำให้เกิด แรงคอริออลิส ซึ่งมีผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่ ของอากาศเบนไป โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในบริเวณ ซีกโลกเหนือจะเบนไปทางขวาจากทิศทางเดิม ส่วนบริเวณซีกโลกใต้จะเบนไปทางซ้ายจาก ทิศทางเดิม เช่น ลมค้า และมรสุม • แรงสู่ศูนย์กลางซึ่งทำให้เกิดการหมุนของลม เช่น พายุหมุนเขตร้อน ทอร์นาโด พายุงวงช้าง และ แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือแรงเสียดทาน ส่งผลต่ออัตราเร็วลม เช่น พายุไต้ฝุ่น เมื่อเคลื่อนตัวเข้าสู่ชายฝั่งจะลดระดับความรุนแรงลงเป็นพายุ โซนร้อนหรือดีเพรสชั่น		
		ข้อ๔	• แต่ละบริเวณของโลกีความกดอากาศแตกต่างกัน ประกอบกับอิทธิพลจากการหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้อากาศในแต่ละซีกโลกเกิดการ หมนุเวียนของอากาศตามเขตละติจูด แบ่งออกเป็น ๓ แถบ โดยแต่ละแถบมีภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่ การหมุนเวียนแถบขั้วโลกมีภูมิอากาศแบบหนาวเย็น การหมุนเวียนแถบละติจูดกลาง มีภูมิอากาศแบบอบอุ่น และการหมุนเวียน แถบเขตร้อนมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น • บริเวณรอยต่อของการหมุนเวียนอากาศแต่ละ แถบละตจิดู จะมลีกัษณะลมฟ้าอากาศ ที่แตกต่างกัน เช่น บริเวณใกล้ศูนย์สูตรมีปริมาณหยาดน้ำฟ้า เฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่น บริเวณละติจูด ๓๐องศา มีอากาศแห้งแล้ง ส่วนบริเวณละติจูด ๖๐ องศาอากาศมีความแปรปรวนสูง		
๙		ข้อ๕	• น้ำในมหาสมุทรมีอุณหภูมิและความเค็ม	๗	

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
	การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร		ของน้ำแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ และแต่ละระดับ ความลึก ซึ่งหาก พิจารณามวลน้ำในแนวดิ่ง และใช้อุณหภูมิ เป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่งชั้นน้ำ ได้เป็น ๓ ชั้น คือ น้ำชั้นบน น้ำชั้นเทอร์โมไคลน์ และน้ำชั้นล่าง		
		ข้อ๖	• การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร ได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของอากาศในแต่ละแถบละติจูดเป็นปัจจัยหลัก ประกอบกับ แรงคอริออลิส ทำให้บริเวณซีกโลกเหนือมีการไหลเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ซึ่งกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรมีทั้งกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น ส่วนการหมุนเวียนกระแส น้ำลึกเป็นการหมุนเวียนของน้ำชั้นล่าง เกิดจาก ความแตกต่างของอุณหภูมิและความเค็มของน้ำ โดยกระแสน้ำผิวหน้าและกระแสน้ำลึกจะหมุนเวียนต่อเนื่องกัน		
		ข้อ๗	• การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทร ส่งผลต่อ ลักษณะอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม แตกตต่างกันไป เช่น การเกิดน้ำผุดน้ำจม จะส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่ง เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม ที่ทำให้บางประเทศในทวีปยุโรปไม่หนาวเย็นจนเกิน ไปนัก และเมื่อการหมุนเวียน อากาศและน้ำในมหาสมุทรแปรปรวน ทำให้เกิด ผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศเช่น ปรากฏการณ์ เอลนีโญและลานีญา ซึ่งเกิดจากความแปรปรวน ของลมค้าและส่งผลต่อสภาพลมฟ้าอากาศของ ประเทศที่อยู่บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก รวมถึง บริเวณอื่น ๆ บนโลก		
รวมทั้งสิ้น				๒๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๔ วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ๔
รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑๐	การเกิดเมฆ	ข้อ๑	• เสถียรภาพอากาศ หมายถึง สภาวะของบรรยากาศ ที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศเคลื่อนที่ ขึ้นลงในแนวดิ่ง ในกรณีที่ก้อนอากาศมีอุณหภูมิ ต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่โดยรอบ ก้อนอากาศนั้นจะไม่สามารถยกตัวขึ้นได้สูงมากนัก และจมัวกลับสู่ที่เดิม เรียกว่า อากาศมีเสถียรภาพ จะพบสภาวะอากาศแจ่มใส เมฆน้อยหรือปราศจากเมฆ ส่วนสภาวะอากาศไม่มีเสถียรภาพนั้น อุณหภูมิก้อนอากาศจะสูงกว่าอุณหภูมิของ อากาศโดยรอบทำให้ก้อนอากาศยกตัวขึ้น อย่างงรวดเร็ว เกิดเมฆในแนวตั้ง เช่น เมฆคิวมโลนิมบัส	๗	๓๕
		ข้อ๒	• แนวปะทะอากาศเกิดจากการเคลื่อนที่ปะทะกัน ของก้อนอากาศที่สมบัติต่างกันตั้งแต่สองก้อน ขึ้นไป แนวปะทะอากาศแบ่งออกได้ ๔ รูปแบบ คือ แนวปะทะอากาศอุ่น ซึ่งมักพบเมฆแผ่น เช่น เมฆซีร์รัส อัลโตสเตรตัส เกิดฝนกระจายเป็น บริเวณกว้าง แนวปะทะอากาศเย็น เกิดเมฆก้อน เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัสทำให้อากาศแปรปรวนเกิด ฝนฟ้าคะนอง แนวปะทะอากาศรวม เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัสที่ส่งผลต่อการเกิดพายุฝน แนวปะทะอากาศคงที่ จะมีลักษณะอากาศแจ่มใส จนถึงมีเมฆบางส่วน และอาจส่งผลให้เกิด แนวปะทะอากาศแบบอื่นต่อไปได้		
๑๑	การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	ข้อ๓	• โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยปริมาณ พลังงานเฉลี่ยที่โลกได้รับเท่ากับ	๗	๓๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			พลังงานเฉลี่ยที่ โลกปลดปล่อยกลับสู่อวกาศ ทำให้เกิดสมดุล พลังงานของโลกส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในแต่ละปีค่อนข้างคงที่และมีลักษณะภูมิอากาศ ที่ไม่เปลี่ยน แปลง หากสมดุลพลังงานของโลกเกิด การเปลี่ยน แปลงไป จะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของ พื้นผิวโลกและภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีปัจจัยหลายประการ ทั้งปัจจัยที่เกิดขึ้นตาม ธรรมชาติและปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงความรีของวงโคจรโลกรอบ ดวงอาทิตย์ การเปลี่ยน แปลงมุมเอียงของแกน หมุนโลกและการหมุนควงของแกนหมุนโลก รวมทั้งชนิดและปริมาณของละอองลอย เมฆ และแก๊สเรือนกระจก ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ที่ได้จากการวิเคราะห์หลักฐานต่าง ๆ เช่น แกนน้ำแข็ง		
		ข้อ๔	• การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอาจส่งผลกระทบ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยโลก การหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลกการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงของ ระบบนิเวศทั้งทางบกและทางทะเล • มนุษย์ อาจมีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกได้โดยการลดปัจจัยที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงานที่เกิดจากกระทำ ของมนุษย์		
๑๒	ข้อมูลสารสนเทศทางอุตุนิยมวิทยากับการใช้ประโยชน์	ข้อ๕	• แบบแสดงข้อมูลของสถานีตรวจอากาศผิวพื้น เป็นการแสดงข้อมูลตรวจอากาศที่แสดงในรูป สัญลักษณ์หรือตัวเลขที่ปรากฏบนแผนที่อากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ความเร็ว	๖	๓๐

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			และทิศทางลม ปริมาณและชนิดของเมฆ ทำให้ ทราบลักษณะอากาศ ณ สถานีนั้น ๆ ในเวลาที่มี การตรวจวัด เมื่อนำข้อมูลของสถานีตรวจอากาศ ผิวพื้นมาแสดงในแผนที่อากาศ ทำให้สามารถ วิเคราะห์ลักษณะอากาศในบริเวณกว้างได้ เช่น บริเวณความกดอากาศสูงหย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่องความกดอากาศต่ำ		
		ข้อ๖	• การแปลความหมายสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผนที่ อากาศ ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และ ค่าทางสถิติ สามารถนำมาวิเคราะห์รูปแบบคาดการณ์การเกิดและการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้วางแผนการดำเนินชีวิตให้ สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การเลือก ช่วงเวลาในการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาล การเตรียมพร้อมรับมือสภาพอากาศแปรปรวน		
รวมทั้งสิ้น				๔๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๕ วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ๕
รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑๓	เอกภพและกาแล็กซี	ข้อ๑	• ทฤษฎีกำเนิดเอกภพที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ทฤษฎี บิกแบง ระบุว่าเอกภพเริ่มต้นจากบิกแบง ที่เอกภพมีขนาดเล็กมาก และมีอุณหภูมิสูงมาก ซึ่งเป็นจุดเริ่ม ต้น ของเวลาและวิวัฒนาการของเอกภพ โดยหลังเกิดบิกแบง เอกภพเกิดการ ขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิลดลง มีสสาร คงอยู่ในรูปอนุภาคและปฏิยานุภาคหลายชนิด และมีวิวัฒนาการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีเนบิวลากาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ เป็นสมาชิกบางส่วนของเอกภพ	๕	๒๕
		ข้อ๒	• หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง คือ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งอธิบายด้วยกฎฮับเบิล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแนวรัศมี และะยะทางของกาแล็กซีที่เคลื่อนที่ห่าง ออกจากโลก และหลักฐานอีกประการ คือ การค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกทิศทางและสอดคล้องกับอุณหภูมิ เฉลี่ยของอวกาศ มีค่าประมาณ ๒.๗๓ เคลวิน		
		ข้อ๓	• กาแล็กซี ประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวนหลายแสนล้านดวง ซึ่งอยู่กันเป็นระบบของ ดาวฤกษ์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเทห์ฟ้าอื่น เช่น เนบิวลา และสสารระหว่างดาวโดย องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในของกาแล็กซี อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วง		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• กาแล็กซี่มีรูปร่างแตกต่างกัน โดยระบบสุริยะอยู่ใน กาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นกาแล็กซีกังหันแบบ มีคานมีโครงสร้าง คือ นิวเคลียสจาน และฮาโล ดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ในบริเวณนิวเคลียสและ จานโดยมีระบบสุริยะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง ของกาแล็กซีทางช้างเผือกประมาณ ๓๐,๐๐๐ ปีแสง ซึ่งทางช้างเผือกที่สังเกตเห็นในท้องฟ้าเป็น บริเวณหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกในมุมมอง ของคนบนโลก แถบฝ้าสีขาวจาง ๆ ของทางช้าง เผือกคือดาวฤกษ์ ที่อยู่อย่างหนาแน่นในกาแล็กซี ทางช้างเผือก		
๑๔	ดาวฤกษ์	ข้อ๔	• ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นระบบดาวฤกษ์คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกัน ตั้งแต่ ๒ ดวงขึ้นไป ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ เกิดจาก การยุบตัวของกลุ่มสสารในเนบิวลาภายใต้ แรงโน้มถ่วง ทำให้บางส่วนของเนบิวลามีขนาด เล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิดเป็น ดาวฤกษ์ก่อนเกิด เมื่ออุณหภูมิที่แก่นสูงขึ้น จนเกิดปฏิกิริยาเทอร์มอนิวเคลียร์ ดาวฤกษ์ก่อนเกิดจะกลายเป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์อยู่ใน สภาพสมดุลระหว่างแรงดันกับแรงโน้มถ่วง ซึ่งเรียกว่าสมดุลอุทกสถิต จึงทำให้ดาวฤกษ์ มีขนาดคงที่เป็นเวลานานตลอดช่วงชีวิต ของดาวฤกษ์	๗	๓๕
		ข้อ๕	•ปฏิกิริยาเทอร์มอนิวเคลียร์ เป็นปฏิกิริยาหลักของ กระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ทำให้ เกิดการหลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็น นิวเคลียสฮีเลียมที่แก่นของดาวฤกษ์ ซึ่งมี ๒ กระบวนการ คือ ปฏิกิริยาลูกโซ่โปรตอนโปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน		
		ข้อ๖	• ความส่องสว่างของดาวฤกษ์เป็นพลังงานจาก ดาวฤกษ์ที่ปลดปล่อย		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ออกมาในเวลา ๑ วินาที ต่อ หน่วยพื้นที่ ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต แต่เนื่องจาก ตาของมนุษย์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ความส่องสว่างที่มีค่าน้อย ๆ จึงกำหนดค่า การเปรียบเทียบความส่องสว่างของดาวฤกษ์ ด้วยค่าโชติมาตร ซึ่งเป็นการแสดงระดับความส่องสว่างของดาวฤกษ์ (หรือเทห์ฟ้าอื่น) ณ ตำแหน่งของผู้สังเกต		
		ข้อ๗	• สีของดาวฤกษ์สัมพันธ์กับอุณหภูมิผิว ซึ่งนักดาราศาสตร์ใช้ดัชนีสีในการแบ่งชนิดของสเปกตรัมของดาวฤกษ์ และใช้สเปกตรัมในการจำแนกชนิด ของดาวฤกษ์		
		ข้อ๘	• การหาระยะทางของดาวฤกษ์ที่มีระยะทาง ห่างจากโลกไม่เกิน ๑๐๐ พาร์เซก มีวิธีการ ที่สำคัญ คือวิธีแพรัลแลกซ์ โดยวัดมุมแพรัลแลกซ์ของดาวฤกษ์ เมื่อโลกเปลี่ยนตำแหน่งไปในวงโคจรทำให้ตำแหน่งปรากฏของดาวฤกษ์ เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับดาวฤกษ์อ้างอิง		
		ข้อ๙	• มวลของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ ก่อนเกิดดาวฤกษ์ที่มีมวลมากจะผลิตและใช้ พลังงานมาก จึงมีอายุสั้นกว่าดาวฤกษ์ที่มีมวลน้อย • ดาวฤกษ์มีการวิวัฒนาการที่แตกต่างกันการวัฒนาการและจุดจบของดาวฤกษ์ขึ้นอยู่กับ มวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่เทียบกับ จำนวนเท่าของมวลดวงอาทิตย์ • ดาวฤกษ์จะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ตามวิวัฒนาการ โดยนักวิทยาศาสตร์ได้แสดงการ เปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยแผนภาพเฮิร์ซปรุง-รัสเซลล์ ซึ่งเป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โชติมาตรสัมบูรณ์และดัชนีสีของ		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			ดาวฤกษ์โดยดาวฤกษ์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในแถบลำดับหลัก ซึ่งเป็นแถบ ที่แสดงว่าดาวฤกษ์จะมีช่วงชีวิตส่วนใหญ่อยู่ใน สภาวะสมดุล		
๑๕	ระบบสุริยะ	ข้อ๑๐	• ระบบสุริยะเกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มฝุ่น และแก๊สที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ โดยฝุ่นและแก๊ส ประมาณร้อยละ ๙๙.๘ ของมวล ได้รวมตัวเป็น ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นก้อนแก๊สร้อน หรือ พลาสมา สสารส่วนที่เหลือรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และ บริวารอื่น ๆ ของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ตามลักษณะการเกิดและองค์ประกอบ ได้แก่ ดาวเคราะห์ชั้นใน ดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก และดงดาวหาง • โลกเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่มีสิ่งมีชีวิตเพราะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในระยะทางที่เหมาะสมจึงเป็นเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ทำให้โลกมีอุณหภูมิเหมาะสมและสามารถเกิดน้ำที่ยังคงสถานะเป็นของเหลวได้ และปัจจุบันมีการค้นพบ ดาวเคราะห์ที่อยู่นอกระบบสุริยะจำนวนมาก โดยมีดาวเคราะห์บางดวงที่มีลักษณะคล้ายโลก และอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต	๕	๒๕
		ข้อ๑๑	• บริวารของดวงอาทิตย์อยู่รวมกันเป็นระบบภายใต้ แรงโน้มถ่วงระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ ตามกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ส่วนการโคจร ของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์เป็นไปตามกฎเคพเลอร์		
		ข้อ๑๒	• ดวงอาทิตย์มีโครงสร้างภายในแบ่งเป็นแก่น เขตการแผ่รังสี และเขตการพาความร้อน และมีชั้นบรรยากาศอยู่เหนือเขตพาความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น ๓ ชั้น คือ ชั้นโฟโตสเฟียร์ ชั้นโคร		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			โมสเฟียร์ และคอโรนา ในชั้นบรรยากาศ ของดวงอาทิตย์ มีปรากฏการณ์สำคัญ เช่น จุดมืด ดวงอาทิตย์ การลุกจ้า ที่ทำให้เกิดลมสุริยะ และ พายุสุริยะ ซึ่งส่งผลต่อโลก • ลมสุริยะ เกิดจากการแพร่กระจายของอนุภาค จากชั้นคอโรนาออกสู่อวกาศตลอดเวลา อนุภาค ที่หลุดออกสู่อวกาศเป็นอนุภาคที่มีประจุ ลมสุริยะส่งผลทำให้เกิดหางของดาวหางที่เรืองแสงและชี้ไปทางทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์และเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือ แสงใต้ •พายุสุริยะ เกิดจากการปลดปล่อยอนุภาคมีประจุ พลังงานสูงจำนวนมหาศาล มักเกิดบ่อยครั้งในช่วงที่มีการลุกจ้า และในช่วงที่มีจุดมืดดวงอาทิตย์ จำนวนมาก และในบางครั้งมีการพ่นก้อนมวล คอโรนาพายุสุริยะ อาจส่งผลต่อสนามแม่เล็กโลก จึงอาจรบกวนระบบการส่งกระแสไฟฟ้า และ การสื่อสาร รวมทั้งอาจส่งผลต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ของดาวเทียม นอกจากนั้นมักทำให้เกิด ปรากฏการณ์แสงเหนือแสงใต้ที่สังเกตได้ชัดเจน		
๑๖	เทคโนโลยีอวกาศและการประยุกต์ใช้	ข้อ๑๓	• มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษา เพื่อ ขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียว กัน มนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์ อาหาร การแพทย์ • นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ เพื่อ ศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศ ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลตและรังสีเอ็กซ์	๓	๑๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			• ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรือ อุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศ เพื่อ สำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานี อวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการณ์ลอยฟ้าที่โคจรรอบโลก ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขา ต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก • ดาวเทียม คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุ ท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่นการสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียมมีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน		
รวมทั้งสิ้น				๒๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๖ วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ๖
รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑๗	ทรงกลมท้องฟ้า	ข้อ๑	• ทรงกลมฟ้า เป็นทรงกลมสมมติขนาดใหญ่ที่มี รัศมีอนันต์ มีจุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดศูนย์กลาง ของทรงกลมฟ้า มีดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ ปรากฏอยู่บนผิวของทรงกลมฟ้านี้ การระบุพิกัด ของดวงดาวและเทห์ฟ้าต่าง ๆ บนทรงกลมฟ้าตามระบบที่สำคัญ ได้แก่ -ระบบขอบฟ้า เป็นระบบที่อ้างอิงจากตำแหน่ง ผู้สังเกตบนโลกโดยระบุพิกัดเป็นมุมทิศและ มุมเงย อ้างอิงกับทิศเหนือและเส้นขอบฟ้าของ ผู้สังเกต - ระบบศูนย์สูตร เป็นระบบที่อ้างอิงกับเส้นศูนย์สูตร ฟ้าและจุดวิษุวัต ระบุพิกัดเป็นไรต์แอสเซนชัน และเดคลิเนชัน	๑๑	๕๕
		ข้อ๒	• โลกหมุนรอบตัวเองจากทางทิศตะวันตกไปทาง ทิศตะวันออก ทำให้เกิดปรากฏการณ์การขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดวงดาวในรอบวัน ซึ่งเส้นทางปรากฏของการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนแปลงตามวันเวลาและตำแหน่งละติจูด ของผู้สังเกต ส่วนเส้นทางปรากฏของการขึ้น การตกของดาวฤกษ์จะเปลี่ยนแปลงตามละติจูด ของผู้สังเกต		
		ข้อ๓	• การกำหนดเวลาสุริยคติจะเทียบกับดวงอาทิตย์ โดยเวลาสุริยคติ มีทั้งเวลาสุริยคติปรากฏ และ เวลา สุริยคติปานกลาง • เวลาสุริยคติปรากฏ เป็นเวลาที่ได้จาก		

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			การสังเกต ดวงอาทิตย์จริงที่เคลื่อนที่อยู่บนท้องฟ้าของผู้สังเกต ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลาง ของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนครั้งแรกถึงครั้งถัดไป เรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปรากฏ		
		ข้อ๔	• เวลาสรุยิคติปานกลางกำหนดโดยให้มีดวงอาทิตย์ สมมติเคลื่อนที่บนเส้นศูนย์สูตรฟ้าด้วยอัตราเร็ว สม่ำเสมอ ช่วงเวลาระหว่างการเห็นจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนครั้งแรกถึงครั้งถัดไป เรียกว่า ๑ วัน สุริยคติปานกลาง ซึ่งยาว ๒๔ ชั่วโมง ๐ นาที ๐ วินาที เวลาสุริยคติปานกลางกรีนิช เป็นเวลาสุริยคติปานกลางที่ใช้เมริเดียนของ หอดูดาวกรีนิชในประเทศอังกฤษเป็นตัวกำหนด ซึ่งนำมาใช้ในการกำหนดเขตเวลามาตรฐานสากลของตำแหน่งอื่น ๆ บนโลก		
๑๘	ตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์	ข้อ๕	• โลกและดาวเคราะห์ทุกดวงหมุนรอบตัวเองและ โคจรรอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก หรือในทิศทวนเข็มนาฬิกาจาก มุมมองด้านบน คนบนโลกจะสงังเกตเหน็ดาวเคราะห์ มีตำแหน่งปรากฏแตกต่างกันในช่วงวันเวลาต่าง ๆ เพราะดาวเคราะห์มีมุมห่างที่แตกต่างกัน • มุมห่างของดาวเคราะห์ คือ มุมระหว่างเส้นตรง ที่เชื่อมระหว่างโลกกับดาวเคราะห์กับเส้นตรงที่ เชื่อมระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เมื่อวัดบน เส้นสุริยวิถี โดยดาวเคราะห์อาจอยู่ห่างจาก ดวงอาทิตย์ไปทางทิศตะวันออกหรือทางทิศตะวันตก ซึ่งมีการเรียกชื่อตามตำแหน่งของ ดาวเคราะห์ในวงโคจร ขนาดของมุมห่าง และทิศทางของมุมห่าง • ดาวเคราะห์ที่มีมุมห่างต่างกันจะมีตำแหน่งปรากฏ บนท้องฟ้าแตกต่างกัน	๙	๔๕

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
			โดยตำแหน่งปรากฏของ ดาวเคราะห์วงในจะอยู่ใกล้ขอบฟ้าในช่วงเวลา ใกล้รุ่งหรือเวลาหัวค่ำ ส่วนตำแหน่งปรากฏ ของดาวเคราะห์วงนอกจะสามารถเห็นได้ในช่วงเวลาอื่น ๆ นอกจากนี้ มุมห่างยังสามารถ นำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ เช่น ดาวเคียงเดือน ดาวเคราะห์ชุมนุม ดาวเคราะห์ ผ่านหน้าดวงอาทิตย์		
		ข้อ๖	• มนุษย์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการศึกษาเพื่อ ขยายขอบเขตความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียว กัน มนุษย์ได้นำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุศาสตร์ อาหาร การแพทย์ • นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ เพื่อ ศึกษาแหล่งกำเนิดของรังสีหรืออนุภาคในอวกาศ ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสง อัลตราไวโอเลตและรังสีเอ็กซ์ • ยานอวกาศ คือ ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรือ อุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขึ้นไปสู่อวกาศเพื่อ สำรวจหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ส่วนสถานี อวกาศ คือ ห้องปฏิบัติการณ์ลอยฟ้าที่โคจรรอบโลก ใช้ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ในสภาพไร้น้ำหนัก • ดาวเทียม คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัตถุ ท้องฟ้าและนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การระบุตำแหน่งบนโลก การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียมมีหลายประเภทสามารถแบ่งได้ตามเกณฑ์วงโคจรและการใช้งาน		
รวมทั้งสิ้น				๒๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒ วิชาการสร้างภาพเคลื่อนไหว

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑.	โปรแกรม Flash เบื้องต้น	ข้อ ๑	๑.ส่วนประกอบของโปรแกรม flash	๒	๕
๒.	การสร้างภาพเคลื่อนไหวและการสร้างลูกเล่น	๒,๓,๔,๕,๖,๗	๑.การใช้ฟังก์ชั่นกำหนดการเคลื่อนไหว	๘	๑๐
๓.	การนำเข้าเสียง	๘	๑.การอิมพอร์ตเสียง ๒.การปรับแต่งเสียง	๘	๒๐
๔.	การสร้างผลงานนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	๙	๑.การพับลิชเอกสาร Flash ๒.เอ็กซ์พอร์ตไฟล์สำหรับนำไปใช้งานสื่ออื่นๆ	๘	๑๕
๕			สอบกลางภาค	๒	๒๐
๖			สอบปลายภาค	๒	๒๐
รวมทั้งสิ้น				๔๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๒ วิชาคอมพิวเตอร์กราฟิก

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑.	เริ่มต้นโปรแกรม Photoshop	ข้อ ๑	๑.บอกความหมายคอมพิวเตอร์กราฟิกได้ ๒.ใช้งานโปรแกรม Photoshop ได้	๔	๕
๒.	หลักการสร้างงานกราฟิกและใช้เครื่องพื้นฐาน		๑.อธิบายหลักการสร้างงานกราฟิกได้ ๒.ย่อขยายภาพให้เหมาะกับการตกแต่งได้	๘	๕
๓.	การแต่งและตัดภาพ การสร้างข้อความตกแต่งภาพ		๑.เลือกพื้นที่ภาพต่างๆได้ ๒.เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมได้	๘	๑๐
๔.	การวาดภาพและรูปทรง		๑.วาดภาพด้วยรูปทรงสำเร็จรูปได้ ๒.วาดรูปทรงอิสระได้	๘	๒๐
๕	การปรับแต่งภาพต่างๆ		๑.ปรับแต่งความคมชัด ปรับโทนสีได้ ๒.ทำสำเนาภาพ	๘	๒๐
๖			สอบกลางภาค	๒	๒๐
๗			สอบปลายภาค	๒	๒๐
รวมทั้งสิ้น				๖๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๓ วิชาการสร้างเว็ปไซต์

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑.	ความหมายของเว็บไซต์	ข้อ ๑ ,๒	๑.ความหมายของเว็บไซต์ ๒.ความหมายของเว็บเพจ	๖	๑๐
๒.	ส่วนประกอบของเว็บไซต์	๓,๔	๑.ส่วนหัวของเว็บไซต์ ๒.ส่วนเนื้อหาของเว็บไซต์ ๓.ส่วนท้ายของเว็บไซต์	๖	๑๐
๓.	การใช้โปรแกรมสร้างและตกแต่งเว็บเพจ	๕,๖	๑.การใช้โปรแกรมสร้างและตกแต่งเว็บเพจ - การกำหนดคุณสมบัติของเว็บไซต์ - การจัดการเกี่ยวกับ ตัวอักษร ข้อความ รูปภาพ - การใช้สีตกแต่งเว็บเพจ - การเชื่องโยง (link) - การแทรกภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว - เทคนิคต่างๆ ในการสร้างเว็บเพจ	๑๐	๑๐
๔.	สร้างชิ้นงาน	๕,๖	๑.สร้างชิ้นงาน ที่ประกอบด้วยเว็บเพจ ที่ใช้ส่วนประกอบและวิธีการที่ศึกษามา	๑๔	๓๐
๕			สอบกลางภาค	๒	๒๐
๖			สอบปลายภาค	๒	๒๐
รวมทั้งสิ้น				๔๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๔ วิชาการสร้างงานมัลติมิเดีย
รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑.	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการตัดต่อวิดีโอ	ข้อ ๑	๑.ความหมายของภาพยนตร์ ๒.ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวีดิทัศน์	๔	๕
๒.	สื่อวีดีทัศน์และวิธีการตัดต่อ	๒	๑.ขั้นตอนในการผลิตสื่อภาพยนตร์	๖	๕
๓.	Storyboard	๓	๑.การวางแผนงานสำหรับการผลิตสื่อภาพยนตร์	๖	๕
๔.	การตัดต่อวีดิทัศน์หรือภาพยนตร์	๔,๕	๑.ใช้โปรแกรมตัดต่อวีดีโอ	๒๐	๔๕
๕			สอบกลางภาค	๒	๒๐
๖			สอบปลายภาค	๒	๒๐
รวมทั้งสิ้น				๔๐	๑๐๐

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๕ วิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น

รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
๑.	ภาษาไพทอนเบื้องต้น	ข้อ ๑	๑.หลักการของการเขียนโปรแกรม ๒.การลงโปรแกรมไพทอน ๓.การใช้งานโปรแกรม	๖	๑๐
๒.	ข้อมูลและตัวดำเนินการ	๒	๑.รู้ข้อมูลชนิดต่างๆ	๖	๑๐
๓.	การแสดงผลและการรับค่า	๓	๑.รู้การแสดงผลแบบต่างๆ ๒.เขียนโปรแกรมรับค่าแบบต่างๆและแสดง	๖	๑๐
๔.	ฟังก์ชันคณิตศาสตร์และข้อความ	๔	๑.รู้ชนิดฟังก์ทางคณิตศาสตร์ ๒.เขียนโปรแกรมการคำนวณ	๖	๑๐
๕.	คำสั่งเลือกทำ	๕	๑.เขียนโปรแกรมโครงสร้างเลือกทำ	๖	๑๐
๖.	คำสั่งวนซ้ำ	๕	๑.เขียนโปรแกรมโครงสร้างวนซ้ำ	๖	๑๐
๗			สอบกลางภาค	๒	๒๐
๘			สอบปลายภาค	๒	๒๐
รวมทั้งสิ้น				๔๐	๑๐๐

ส่วนที่ ๓

คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาพื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

ว๓๐๑๐๑	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๕	วิทยาการคำนวณ๑	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๖	ออกแบบเทคโนโลยี๑	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

ว๓๐๑๐๒	วิทยาศาสตร์กายภาพ ๑	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๓	วิทยาศาสตร์กายภาพ ๒	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๗	วิทยาการคำนวณ๒	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๘	ออกแบบเทคโนโลยี๒	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ว๓๐๑๐๔	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕ หน่วยกิต
ว๓๐๑๐๙	วิทยาการคำนวณ๓	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๑.๐ หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๑ วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (ชีววิทยา) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ ความหมายและประเภทของไบโอมบนโลก การเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงแทนที่การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติกับมนุษย์ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแล รักษา การป้องกันและแก้ไขปัญหา วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวัง อนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ การจัดระบบในสิ่งมีชีวิต หน่วยของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ ต่างๆ ในเซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์และหน้าที่ การรักษาสมดุลของร่างกาย การรักษาดุลยภาพของน้ำ กรด-เบส และอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์และสัตว์ ระบบภูมิคุ้มกันและการดูแลสุขภาพ โรคที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกัน การสร้างอาหารของพืช การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืช ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สารที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สร้างขึ้น การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การเพิ่มผลผลิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม มิวเทชัน การดัดแปรพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าในสิ่งมีชีวิต และความหลากหลายทางชีวภาพ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การคัดเลือกโดยธรรมชาติ

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

จำนวน ๑๕ ตัวชี้วัดปลายทาง

๑.ว ๑.๑ ม.๔/๑ สืบค้นข้อมูลและ อธิบายความสัมพันธ์ของสภาพ ทางภูมิศาสตร์บนโลกกับ ความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ

๒.ว ๑.๑ ม.๔/๒ สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของ ระบบนิเวศ

๓.ว ๑.๑ ม.๔/๓ สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

๔.ว ๑.๒ ม.๔/๑ อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสารและเปรียบเทียบการลำเลียงสาร ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ

๕.ว ๑.๒ ม.๔/๒ อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือด โดยการทำงานของไต

๖.ว ๑.๒ ม.๔/๓ อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือด โดยการทำงานของไตและปอด

๗.ว ๑.๒ ม.๔/๔ อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย โดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง

๘.ว ๑.๒ ม.๔/๕ อธิบายและเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของ ร่างกายแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย

๙.ว ๑.๒ ม.๔/๙ สืบค้นข้อมูลอภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากสารต่างๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น

๑๐.ว ๑.๒ ม.๔/๑๑ สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการ เจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์ สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่าง การนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช

๑๑.ว ๑.๒ ม.๔/๑๒ สังเกต และอธิบาย การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต

๑๒.ว ๑.๓ ม.๔/๒ อธิบายหลักการ ถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วย ยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล

๑๓.ว ๑.๓ ม.๔/๔ สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ ประโยชน์

๑๔.ว ๑.๓ ม.๔/๕ สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดี เอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

๑๕.ว ๑.๓ ม.๔/๖ สืบค้นข้อมูลอธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

จำนวน ๗ ตัวชี้วัดระหว่างทาง

๑.ว ๑.๑ ม.๔/๔ สืบค้นข้อมูลและอภิปราย เกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบ ที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทาง ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

๒.ว ๑.๒ ม.๔/๖ สืบค้นข้อมูล อธิบาย และอธิบายตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

๓.ว ๑.๒ ม.๔/๗ อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV

๔.ว ๑.๒ ม.๔/๘ ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้

๕.ว ๑.๒ ม.๔/๑๐ ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

๖.ว ๑.๓ ม.๔/๑ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม

๗.ว ๑.๓ ม.๔/๓ อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๑๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ๑ (เคมี) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียน๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับประเภทของสารจากสูตรทางเคมี ศึกษาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ศึกษาเกี่ยวกับสัญลักษณ์นิวเคลียร์และแปลความหมายจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ศึกษาอนุภาคมูลฐานของอะตอมและของไอออน ไอโซโทป ศึกษาตารางธาตุ ระบุหมู่และคาบของธาตุและระบุความเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน การนำไฟฟ้า การให้และการรับอิเล็กตรอน ประโยชน์และอันตรายของธาตุเรพรีเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน แรงยึดเหนี่ยว การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล สภาพขั้วของโมเลกุล การเกิดพันธะไฮโดรเจน การเกิดพันธะไอออนิกการเขียนสูตรเคมีของไอออน และสารประกอบไอออนิก การละลายน้ำของสาร สารอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ สารประกอบอินทรีย์ สมบัติของสารประกอบอินทรีย์ ประเภทของสารไฮโดรคาร์บอน ศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ โครงสร้างและสมบัติของพลาสติก และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ ผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมและแนวทางแก้ไข การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาเกี่ยวกับสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี ทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยารีดอกซ์ ธาตุกัมมันตรังสี สมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

รวมทั้งหมด ๒๕ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดปลายทาง ๕ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๒๐ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดปลายทาง

ว ๒.๑ ม.๕/๗ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชัน

ว ๒.๑ ม.๕/๑๑ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของ สารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่าง โมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิด พันธะไฮโดรเจน

ว ๒.๑ ม.๕/๑๓ ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลาย อิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์

ว ๒.๑ ม.๕/๑๙ สืบค้นข้อมูลและ นำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

และสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทาง ป้องกันหรือแก้ไข

ว ๒.๑ ม.๕/๒๒ สืบค้นข้อมูลและ อธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม

ตัวชี้วัดระหว่างทาง

ว ๒.๑ ม.๕/๑ ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี

ว ๒.๑ ม.๕/๒ เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลอง อะตอมแบบกลุ่มหมอก

ว ๒.๑ ม.๕/๓ ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว

ว ๒.๑ ม.๕/๔ เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป

ว ๒.๑ ม.๕/๕ ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ

ว ๒.๑ ม.๕/๖ เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ

ว ๒.๑ ม.๕/๘ ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอน ระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง

ว ๒.๑ ม.๕/๙ ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วยอะตอม

ว ๒.๑ ม.๕/๑๐ ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง

ว ๒.๑ ม.๕/๑๒ เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก

ว ๒.๑ ม.๕/๑๔ ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง

ว ๒.๑ ม.๕/๑๕ สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของ พอลิเมอร์ชนิดนั้น

ว ๒.๑ ม.๕/๑๖ ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบส จากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

ว ๒.๑ ม.๕/๑๗ อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสารสารละลายที่ได้เป็นสารละลาย อิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์

ว ๒.๑ ม.๕/๑๘ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซต ของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์

ว ๒.๑ ม.๕/๒๐ ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของ ปฏิกิริยาเคมี

ว ๒.๑ ม.๕/๒๑ ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ว ๒.๑ ม.๕/๒๓ อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์

ว ๒.๑ ม.๕/๒๔ อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี

ว ๒.๑ ม.๕/๒๕ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตราย ที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๓ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ๒ (ฟิสิกส์) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง อธิบาย อภิปราย แปลความหมาย คำนวณ และเปรียบเทียบ เกี่ยวกับความเร็วกับเวลา แรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ความเร่งที่มีต่อ การเคลื่อนที่แนวตรง โพรเจกไทล์ วงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น แรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ หลักการทำงานของมอเตอร์ การเกิดอีเอ็มเอฟ แรงเข้มและแรงอ่อน พลังงานนิวเคลียร์ฟิชชัน ฟิวชัน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การรวมคลื่น ความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้องและผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง การเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง การนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี การทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสีและการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทางานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

รวมทั้งหมด ๒๒ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดปลายทาง ๗ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๑๕ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดปลายทาง

1. ว ๒.๒ ม.๕/๕ สังเกตและอธิบาย ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่ แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบ วงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น
2. ว ๒.๒ ม.๕/๘ สังเกตและอธิบาย แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาค ที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็ก ที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของ มอเตอร์
3. ว ๒.๒ ม.๕/๙ สังเกตและอธิบาย การเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้ง ยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. ว ๒.๓ ม.๕/๒ สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย
5. ว ๒.๓ ม.๕/๘ สืบค้นข้อมูล และ ยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับ เสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
6. ว ๒.๓ ม.๕/๑๐ สังเกต และอธิบาย การทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสีและ

การนำไปใช้ประโยชน์ ในชีวิตประจำวัน

7. ว ๒.๓ ม.๕/๑๑ สืบค้นข้อมูลและ อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ตัวชี้วัดระหว่างทาง

1. ว ๒.๒ ม.๕/๑ วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ
2. ว ๒.๒ ม.๕/๒ สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อ วัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์
3. ว ๒.๒ ม.๕/๓ สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อ วัตถุและมวลของวัตถุ
4. ว ๒.๒ ม.๕/๔ สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ
5. ว ๒.๒ ม.๕/๖ สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยว กับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก
6. ว ๒.๒ ม.๕/๗ สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า
7. ว ๒.๒ ม.๕/๑๐ สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน
8. ว ๒.๓ ม.๕/๑ สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวล กับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน
9. ว ๒.๓ ม.๕/๓ สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น
10. ว ๒.๓ ม.๕/๔ สังเกต และอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง เสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและ ผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง
11. ว ๒.๓ ม.๕/๕ สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียงกลุ่มที่ ตัวชี้วัดระหว่างทาง ตัวชี้วัดปลายทาง
12. ว ๒.๓ ม.๕/๖ สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและของความถี่ กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง
13. ว ๒.๓ ม.๕/๗ สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง
14. ว ๒.๓ ม.๕/๙ สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี
15. ว ๒.๓ ม.๕/๑๒ สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๔ วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบง หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่าง ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตร ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต โครงสร้างของดวงทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ การสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ การแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก หลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี รูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณี สาเหตุกระบวนการเกิด พื้นที่เสียงภัยภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว และสึนามิ แนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากธรณีพิบัติภัย ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ การหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่างๆ มาวางแผนในการดำเนินชีวิต

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

รวม ๒๔ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดปลายทาง ๑๐ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๑๔ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดปลายทาง

1. ว ๓.๑ ม.๖/๑ อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ
2. ว ๓.๑ ม.๖/๗ อธิบายลำดับ วิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง สมบัติบางประการของดาวฤกษ์
3. ว ๓.๑ ม.๖/๙ อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์นำเสนอปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผล ของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มี ต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย
4. ว ๓.๑ ม.๖/๑๐ สืบค้นข้อมูล อธิบาย การสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้อง โทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิด การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยี อวกาศมาประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันหรือในอนาคต
5. ว ๓.๒ ม.๖/๔ อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
6. ว ๓.๒ ม.๖/๕ อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดและ ความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหวรวมทั้ง

สืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย

7. ว ๓.๒ ม.๖/๖ อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทาง การเฝ้าระวังและการปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย

8. ว ๓.๒ ม.๖/๑๒ อธิบายผลของการ หมุนเวียนของอากาศ และน้ำ ผิวหน้าในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

9. ว ๓.๒ ม.๖/๑๓ อธิบายปัจจัยที่มี ผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก

10.ว ๓.๒ ม.๖/๑๔ แปลความหมาย สัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญ จากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการ ดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพ ลมฟ้าอากาศ

ตัวชี้วัดระหว่างทาง

1. ว ๓.๑ ม.๖/๒ อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซีรวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ

2. ว ๓.๑ ม.๖/๓ อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก

3. ว ๓.๑ ม.๖/๔ อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์

4. ว ๓.๑ ม.๖/๕ ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์

5. ว ๓.๑ ม.๖/๖ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์

6. ว ๓.๑ ม.๖/๘ อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ และการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต

7. ว ๓.๒ ม.๖/๑ อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน

8. ว ๓.๒ ม.๖/๒ อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี

9. ว ๓.๒ ม.๖/๓ ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ

10. ว ๓.๒ ม.๖/๗ อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก

11. ว ๓.๒ ม.๖/๘ อธิบายการหมุนเวียนของอากาศที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ

๑๒.. ว ๓.๒ ม.๖/๙ อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก

๑๓. ว ๓.๒ ม.๖/๑๐ อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ

๑๔. ว ๓.๒ ม.๖/๑๑ อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๑๕ วิชา การออกแบบและเทคโนโลยี๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาแนวคิดหลักของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้น และความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ออกแบบ สร้าง หรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการบริการโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งใช้ความรู้ ทักษะ และเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัยคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

รวมทั้งหมด ๕ ตัวชี้วัด ตัวชีวัดปลายทาง ๑ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๔ ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดปลายทาง

ว ๔.๑ ม.๔/๕ ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

ตัวชี้วัดระหว่างทาง

ว ๔.๑ ม.๔/๑ วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

ว ๔.๑ ม.๔/๒ ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา

ว ๔.๑ ม.๔/๓ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา

ว ๔.๑ ม.๔/๔ ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์ และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๑๖ วิชา วิทยาการคำนวณ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาหลักการของแนวคิดเชิงคำนวณ การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม ตัวอย่างและประโยชน์ของแนวคิดเชิงคำนวณเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจ าวัน ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับแก้ปัญหา การแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และเงื่อนไขของปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี การทำซ้ำ การจัดเรียงและค้นหา ข้อมูล ตัวอย่างการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การศึกษาตัวอย่างโครงงาน ทางเทคโนโลยีสารสนเทศ การกำหนดปัญหา ศึกษา วางแผน ดำเนินงาน สรุปผลและเผยแพร่ในการพัฒนา โครงงานที่มีการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

รวมทั้งหมด ๑ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดปลายทาง ๑ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๐ ตัวชี้วัด

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดปลายทาง

ว ๔.๒ ม.๔/๑ ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงงาน ที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดระหว่างทาง

-

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐ วิชา การออกแบบและเทคโนโลยี๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์หรือความต้องการที่คำนึงถึงผู้ใช้ด้วยการคิดเชิงออกแบบ และความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง และรอบด้าน เพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงความต้องการ พัฒนาโครงงานเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ตนเองสนใจโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ศึกษาการพัฒนาผลงาน การสร้างประโยชน์จากผลงาน และการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาเพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาหรือสร้างประโยชน์จากผลงานของตนเอง และเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลงานของตนเองให้เป็นที่รู้จักและก่อให้เกิดประโยชน์ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

รวมทั้งหมด ๑ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดปลายทาง ๑ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๐ ตัวชี้วัด

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดปลายทาง

ว ๔.๑ ม.๕/๑ ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงงานเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดระหว่างทาง

-

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๑๐๘ วิชา วิทยาการคำนวณ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาหลักการของวิทยาการข้อมูลและหลักการคิดเชิงออกแบบเพื่อเพิ่มมูลค่าให้บริการหรือผลิตภัณฑ์ วิธีการเก็บข้อมูลและเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การประมวลผลข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยี สารสนเทศที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การแปลงข้อมูลให้เป็นภาพ การเลือกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ การใช้ประโยชน์จากข้อมูลและตัวอย่างกรณีศึกษา บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดปลายทาง ๑ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดระหว่างทาง – ตัวชี้วัด

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดปลายทาง

ว ๔.๒ ม.๕/๑ รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริง อย่างสร้างสรรค์

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดระหว่างทาง

-

รวมทั้งหมด ๑ ตัวชี้วัด

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๑๐๐๙ วิชา วิทยาการคำนวณ ๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาการใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัยและมีจริยธรรม การสร้างชิ้นงาน และ เผยแพร่ผ่านสื่อต่าง ๆ ที่คำนึงถึงจริยธรรม ลิขสิทธิ์ทรัพย์สินทางปัญญา และกฎหมาย หลักการของ ปัญญาประดิษฐ์ และเทคโนโลยีในอนาคต กรณีศึกษาเกี่ยวกับนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน อาชีพที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ตัวอย่างผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศบูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

รวมทั้งหมด ๑ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดปลายทาง ๑ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดระหว่างทาง ๐ ตัวชี้วัด

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดปลายทาง

ว ๔.๒ ม.๖/๑ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และวิเคราะห์ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม

รหัสมาตรฐาน/ตัวชี้วัดระหว่างทาง

-

คำอธิบายรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

ว๓๐๒๐๑	ฟิสิกส์ ๑	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๒	ฟิสิกส์ ๒	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๑	เคมี ๑	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๑	เคมี ๒	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๑	ชีววิทยา ๑	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๒	ชีววิทยา ๒	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๑	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๑	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๒	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๒	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๑	การสร้างภาพเคลื่อนไหว	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๒	คอมพิวเตอร์กราฟฟิก	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

ว๓๐๒๐๓	ฟิสิกส์ ๓	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๔	ฟิสิกส์ ๔	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๓	เคมี ๓	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๔	เคมี ๔	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๓	ชีววิทยา ๓	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๔	ชีววิทยา ๔	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๓	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๓	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๔	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๔	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๓	วิธีการสร้างเว็บไซต์	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๔	การเขียนโปรแกรม	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ว๓๐๒๐๕	ฟิสิกส์ ๕	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๐๖	ฟิสิกส์ ๖	จำนวน	๘๐	ชั่วโมง	๒.๐	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๕	เคมี ๕	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๒๖	เคมี ๖	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๕	ชีววิทยา ๕	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๔๖	ชีววิทยา ๖	จำนวน	๖๐	ชั่วโมง	๑.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๕	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๕	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๖๖	โลกดาราศาสตร์ อวกาศ ๖	จำนวน	๒๐	ชั่วโมง	๐.๕	หน่วยกิต
ว๓๐๒๙๕	การสร้างงานมัลติมีเดีย	จำนวน	๔๐	ชั่วโมง	๑.๐	หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๑ วิชา ฟิสิกส์๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษา ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ การวัดและการบันทึกผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ การทดลองในทางฟิสิกส์ การบอกตำแหน่งของวัตถุ การกระจัดและระยะทาง อัตราเร็วและความเร็ว ความเร่ง กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง สมการสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง การตกแบบเสรี แรง การหาแรงลัพธ์ มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน แรงดึงดูดระหว่างมวล การประยุกต์การใช้กฎการเคลื่อนที่

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. สืบค้น และอธิบายการค้นหาความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้ง แสดงผลการทดลองในรูปของกราฟวิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง
๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่ง คงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสอง แรงที่ทำมุมต่อกัน
๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการ เคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหา สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียด ทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

รวมทั้งสิ้น ๗ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๒ วิชา ฟิสิกส์๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษาหลักการของกลศาสตร์ในเรื่องสมดุลกลและเงื่อนไขที่ทำให้วัตถุหรือระบบอยู่ในสมดุลกล ศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ งาน พลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงและความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะยืดออก แรงอนุรักษ์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน กำลัง เครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โมเมนตัม การชนกันของอนุภาคในหนึ่งมิติ การดล แรงดลและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ๒ รหัสวิชา ว๓๐๒๐๒

๑. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผล ของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียน แผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุ อยู่ในสมดุลกลและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุล ของแรงสามแรง
๒. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุและผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ
๓. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรง คงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ กำลังเฉลี่ย
๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์
๕. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้ง วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
๖. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้ เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้ง คำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล
๗. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และ การดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับ โมเมนตัม
๘. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบ ยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกัน ในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

๙. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงสู่ศูนย์กลางรัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุมและมวล ของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบ ระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่ แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

รวมทั้งสิ้น ๑๐ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓ วิชา ฟิสิกส์๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษาการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แรงกับการสั่นของมวลติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง ธรรมชาติของคลื่น อัตราเร็วของคลื่น หลักการที่เกี่ยวกับคลื่น พฤติกรรมของคลื่นแนวคิดเกี่ยวกับแสงเชิงคลื่น การแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่ การเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว การเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง การสะท้อนและการหักเหของแสง การมองเห็นและการเกิดภาพ ภาพจากเลนส์และกระจกเงาทรงกลม แสงสีและการมองเห็นแสงสี ปรากฏการณะรรมชาติและการใช้ประโยชน์เกี่ยวกับแสง

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์๓ รหัสวิชา ว๓๐๒๐๓

๑. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้ม อย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๒. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและการเกิด การสั่นพ้อง
๓. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่น ด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกัน ของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณ อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น
๔. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๕. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอด ของแสง ผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๖. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุ ตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและ คำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุเมื่อแสง ตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อน ของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงา ทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
๗. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเห รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการ สะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๘. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพ ที่เกิดจากเลนส์บางหาตำแหน่ง ขนาด ชนิด ของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำ ความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บาง ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

๙. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็น ท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน

๑๐. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของ วัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสีรวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี

รวมทั้งหมด ๑๐ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๔ วิชา ฟิสิกส์๔ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพของเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความจุและพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุ กระสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน การต่อตัวต้านทาน อีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า การต่อแบตเตอรี่ การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า และเทคโนดลยีด้านพลังงาน

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์๔ รหัสวิชา ว๓๐๒๐๔

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทดลอง และอธิบายการทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
5. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์
6. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้า ที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้ารวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากระบบ จุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์
7. อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ
8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความ

จุของตัวเก็บประจุ และอธิบาย พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

9. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงาน ของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน
10. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน อิสระและ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อน ของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของ อิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่ หน้าตัด ของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
11. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของ ตัวนำโลหะ ที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณ ความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทาน มาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน
12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า
13. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการ ต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน
14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปราย เกี่ยวกับเทคโนโลยี ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน ไฟฟ้าโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

รวมทั้งสิ้น ๑๔ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๕ ชื่อวิชา ฟิสิกส์๕ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษา สนามแม่เหล็ก โมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำกับขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเมื่ออยู่ในสนามแมเหล็ก กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ ไฟฟ้ากระแสสลับ ความร้อน แก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของแข็ง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ความตึงผิว ความหนืดของของเหลว ความดันในของไหลแรงพยุง ของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลี

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชา ฟิสิกส์๕ รหัสวิชา ว๓๐๒๐๕

1. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบาย และคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่ เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์
2. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของ การเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับ สนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรง ระหว่าง เส้นลวด ตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน
3. อธิบายหลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้ เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงาน ของเครื่องใช้ไฟฟ้า
5. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอส และกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส
6. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
7. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสาร เปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอน ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
8. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
9. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

10. อธิบายและคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิด โดยความดันคงตัวและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิต ประจำวัน
11. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและ คำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่อง สภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน
12. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดัน สัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้ง อธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัด ไฮดรอลิก
13. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุง จากของไหล
14. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของ ของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืด ของของเหลว
15. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการ ความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ เกี่ยวกับสมการความความต่อเนื่องและสมการแบรน์ลูลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

รวมทั้งหมด ๑๕ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๐๖ วิชา ฟิสิกส์๖ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๘๐ ชั่วโมง จำนวน ๒.๐ หน่วยกิต

ศึกษาการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โพลาไรเซวันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบว์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค เสถียรภาพของนิวเคลียส กัมมันตภาพรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์๖ รหัสวิชา ว๓๐๒๐๖

๑. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไม่โพลาไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลารอยด์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
๒. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล
๓. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอม ของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของ อะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๔. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและ คำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของ โฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ
๕. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้ง อธิบาย และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์
๖. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา
๗. อธิบาย และคำนวณ กัมมันตภาพ ของ นิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสี ที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต
๘. อธิบายแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียสและพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๙. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์
๑๐. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และ รังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสี ในด้านต่าง ๆ
๑๑. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐานและการใช้ประโยชน์ จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในด้านต่าง ๆ

รวมทั้งหมด ๑๑ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิตศึกษา

เกี่ยวกับสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีในระบบ GHS และ NFPA ข้อควรปฏิบัติในการทำปฏิบัติการเคมี ทั้งก่อนทำปฏิบัติการ ขณะทำปฏิบัติการและหลังทำปฏิบัติการ การกำจัดสารเคมีและการปฐมพยาบาลเมื่อได้รับอุบัติเหตุจากสารเคมี ศึกษาการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากการวัดจากความเที่ยงและความแม่นอุปกรณ์วัดปริมาตรและวัดมวล เลขนัยสำคัญ หน่วยวัดในระบบเอสไอ แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

ศึกษา แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอก เขียนและแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ เลขอะตอม เลขมวล ไอโซโทป เขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ศึกษาความหมายของระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ออร์บิทัล เวเลนซ์อิเล็กตรอน วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุและตารางธาตุในปัจจุบัน แนวโน้มสมบัติบางประการของธาตุในตารางธาตุตามหมู่และตามคาบเกี่ยวกับขนาดอะตอม ขนาดไอออน พลังงานไอออไนเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน ศึกษาสมบัติของธาตุแทรนซิชัน ธาตุกัมมันตรังสี การเกิดกัมมันตภาพรังสี การสลายตัวและอันตรายจากไอโซโทปกัมมันตรังสี คำนวณครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี ศึกษาปฏิกิริยานิวเคลียร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสี การนำธาตุไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ศึกษาพันธะเคมี สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิสและกฎออกเตต การเกิดพันธะ ไอออนิก สูตรเคมีและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก สมบัติของสารประกอบไอออนิก สมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ การเกิดพันธะโคเวเลนต์ โครงสร้างลิวอิส สูตรโมเลกุลและชื่อของสารโคเวเลนต์ ความยาวและพลังงานพันธะ เรโซแนนซ์ การคำนวณพลังงานพันธะและพลังงานของปฏิกิริยา รูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ สารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่าย การเกิดพันธะโลหะและการนำสารประกอบชนิดต่างๆไปใช้ประโยชน์

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี๑ รหัสวิชา ว๓๐๒๒๑

๑. บอกและอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้นและปฏิบัติตน ที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและ สิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ
๒. เลือกและใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
๓. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และ เปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอ ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
๔. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียน รายงานการทดลอง
๕. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
๖. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุ จำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของ อะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอก ความหมายของไอโซโทป
๗. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ
๘. ระบุหมู่ คาบความเป็นโลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะของธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ
๙. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุ เรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ
๑๐. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และ เปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรพรีเซนเททีฟ
๑๑. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทป กัมมันตรังสี
๑๒. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุ มาใช้ประโยชน์รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
๑๓. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะ ไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์ แบบจุดของลิวอิส
๑๔. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบ ไอออนิก
๑๕. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา การเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักร บอร์น-ฮาเบอร์
๑๖. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก
๑๗. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ ของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก
๑๘. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามด้วยโครงสร้างลิวอิส เขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์
๑๙. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะ และพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้ง คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ
๒๐. คาดคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์
๒๑. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์
๒๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของ สารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายชนิดต่างๆ
๒๓. อธิบายการเกิดพันธะโลหะ และสมบัติของโลหะ
๒๔. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิกสารโคเวเลนต์ และโลหะ

๒๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิกสารโคเวเลนต์และโลหะได้อย่างเหมาะสม

รวมทั้งหมด ๒๕ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๒ ชื่อวิชา เคมี๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับความหมายและคำนวณมวลอะตอม มวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ โมล มวลโมเลกุล และมวลสูตร ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ศึกษาเกี่ยวกับกฎสัดส่วนคงที่ คำนวณอัตราส่วนโดยมวล อัตราส่วนโดยโมล ร้อยละโดยมวล สูตรโมเลกุลและสูตรเอมพิริคัล

ศึกษาหน่วยความเข้มข้นและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล ศึกษาการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์และจากการเจือจางสารละลายเข้มข้น เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

ศึกษา การเขียนและการดุลสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยาเคมี แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีตามกฎทรงมวล ศึกษากฎการรวมปริมาตรแก๊สของเกย์-ลูสแซกและสมมติฐานของอาโวกาโดร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ความเข้มข้น และปริมาตรแก๊ส คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ปริมาณสารเมื่อมีสารกำหนดปริมาณและผลได้ร้อยละ

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้เคมี๒ รหัสวิชา ว๓๐๒๒๒

๑. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และ คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
๒. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจาก ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
๓. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ ของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
๔. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
๕. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย ต่าง ๆ
๖. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตร สารละลายตามที่กำหนด

๗. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของ สารละลายกับสารบริสุทธิ์รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย
๘. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
๙. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
๑๐. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
๑๑. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
๑๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
๑๓. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณ ปริมาณ สารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
๑๔. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

รวมทั้งหมด ๑๔ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๓ ชื่อวิชา เคมี๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาความสัมพันธ์ และคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส โดยใช้กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์- ลูสแซก กฎรวมแก๊ส กฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ คำนวณความดันย่อย หรือจำนวนโมเลกุลของแก๊ส ในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน ศึกษาทฤษฎีจลน์ของแก๊ส การแพร่ และคำนวณอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาปรากฏการณ์หรือการแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม โดยใช้สมบัติและกฎต่างๆของแก๊ส

ศึกษาเกี่ยวกับการแพร่ของแก๊ส และคำนวณกฎการแพร่ของเกรแฮม การนำกฎต่างๆเกี่ยวกับแก๊สมาประยุกต์ใช้หรืออธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

ศึกษา ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้ และสภาวะสมดุล คำนวณหาค่าคงที่สมดุล ความเข้มของสารที่ภาวะสมดุล ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล การเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลเมื่อถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตและอุตสาหกรรม

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี๓ รหัสวิชา ว๓๐๒๒๓

๑. ธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของ เกย์–ลูสแซก
๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส
๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดรและกฎแก๊สอุดมคติ
๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวน โมลของแก๊ส ในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน
๕. อธิบายการแพร่ของแก๊ส โดยใช้ทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของ เกรแฮม
๖. สืบค้นข้อมูลนำเสนอตัวอย่างและอธิบายการ ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยว กับสมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
๗. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
๘. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟ การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัด ในปฏิกิริยา

๙. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทาง การชนกัน ของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี

๑๐. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว ของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มี ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

๑๑. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา

๑๒. ยกตัวอย่างและอธิบาย ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

๑๓. ทดสอบ และอธิบายความหมายของ ปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล

๑๔. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยา จนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล

๑๕. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา

๑๖. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล

๑๗. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของ ปฏิกิริยาหลายขั้นตอน

๑๘. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและ ค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของ เลอชาเตอลิเอ

๑๙. ยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของ กระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งที่มีชีวิตปรากฏการณ์ ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔ ชื่อวิชา เคมี๔ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาทฤษฎีกรด-เบสของอาเรเนียสเบรินสเตด-ลาวรี คำนวณความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส ค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส ศึกษาปฏิกิริยาการสะเทินและปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ การไทเทรตและการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต ศึกษาสมบัติและองค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์ รวมทั้งนำความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส ไปใช้ประโยชน์

ศึกษา เลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ ตัวออกซิไดส์ ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ การเขียนและดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยา ศึกษาเซลล์ไฟฟ้าเคมีและการเขียนแผนภาพเซลล์ คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ ศึกษาหลักการทำงานของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ หลักการทางเคมีที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะรวมทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี๔ รหัสวิชา ว๓๐๒๒๔

๑. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบส โดยใช้ทฤษฎีกรด–เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด–ลาวรี และลิวอิส
๒. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-ลาวรี
๓. คำนวณ และเปรียบเทียบความ สามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส
๔. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส
๕. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และ ระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน
๖. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุ ความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ
๗. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ การไทเทรตกรด-เบส
๘. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของ สารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต

๙. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ ของสารละลายบัฟเฟอร์
๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ กรด–เบส
๑๑. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยา ที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
๑๒. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้ง เขียนครึ่งปฏิกิริยา ออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยา รีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์
๑๓. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการ เป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์
๑๔. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา
๑๕. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมี ไฟฟ้า และ เขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและ แคโทด ปฏิกิริยารวมและแผนภาพเซลล์
๑๖. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
๑๗. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดง ปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ
๑๘. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแส ไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแส ไฟฟ้าการทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกัน การกัดกร่อนของโลหะ
๑๙. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้า ทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๕ ชื่อวิชา เคมี๕ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาสารประกอบอินทรีย์ การเกิดพันธะโควาเลนต์ ของสารประกอบอินทรีย์ การแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ ด้วยสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้น การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ ตามระบบ IUPAC ไอโซเมอริซึม สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือดและ การละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปริญญากับ โบรมีน และปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต คลองสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ปฏิกิริยาเอสเธอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปริญญาให้โดรลิซิสของเอสเทอร์แลเอไมด์ ปากจักรยาสปอนนิฟิเคชั่น รวมทั้งการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์

ศึกษาพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ ของ พอลิเมอร์และมอนอเมอร์ ที่เป็นสารตั้งต้น ศึกษาพอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างของพอลิเมอร์ กับสมบัติของพอลิเมอร์ และการนำไปใช้ประโยชน์ พอลิเมอร์ เทอร์มอพลาสติก และพอลิเมอร์เทอร์มอเซต การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ โดยการเติมสาร เติมแต่ง การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของ พอลิเมอร์ การสังเคราะห์พอลิเมอร์ชนิดใหม่ ผลกระทบของการใช้ และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการป้องกันและการแก้ไข

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี๕ รหัสวิชา ว๓๐๒๒๕

๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบ อินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน
๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อและสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบ อินทรีย์หรือสูตรโครงสร้างแบบเส้น
๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภท ของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC
๕. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ
๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและ การละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มี หมู่ฟังก์ชันขนาดโมเลกุลหรือโครงสร้างต่างกัน
๗. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

๘. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยา เอสเทอริฟิเคชันปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยา สะปอนนิฟิเคชัน

๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน

๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำ สารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิต ประจำวันและอุตสาหกรรม

๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์

๑๒. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์

๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติก และผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์

๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และ การสังเคราะห์ พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์

๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบ จากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข

รวมทั้งหมด ๑๕ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๒๖ ชื่อวิชา เคมี๖ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาปัญหาที่สนใจและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรือ อุตสาหกรรม การบูรณาการความรู้ทางเคมี ร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมโดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา ในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี๖ รหัสวิชา ว๓๐๒๒๖

๑. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรือ อุตสาหกรรม
๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมี ร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมโดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การ แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ
๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา ในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้า ร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ

รวมทั้งหมด ๔ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๑ ชื่อวิชา ชีววิทยา๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต แขนงวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยา และการใช้ความรู้ทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ชีววิทยากับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ความตระหนักในเรื่องของชีวจริยธรรม การศึกษาชีววิทยาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการศึกษาวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และการนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ศึกษาเคมีที่เป็นพื้นฐาน ของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของสารต่างๆที่เป็นองค์ประกอบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ศึกษาส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง หลักการทำงาน วิธีการใช้รวมทั้งการดูแลและเก็บรักษา ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาสซึม และนิวเคลียส การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การหายใจระดับเซลล์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เซลล์สร้างพลังงานจากการสลายสารอาหาร สำหรับนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆของเซลล์และการแบ่งเซลล์

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชา ชีววิทยา๑ (ว๓๐๒๔๑)

๑. อธิบายและสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุ ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้ง ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ ต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต
๔. สืบข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตรวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลิอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลิอิกและความสำคัญของกรดนิวคลิอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

๘. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต

๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

๑๐.บอกวิธีการและเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงวัดขนาดโดยประมาณและวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องบอกวิธีการใช้และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง

๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้ม เซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

๑๒. สืบค้นข้อมูลอธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์

๑๓. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส

๑๔. อธิบายและเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต

๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียง สารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส

๑๖.สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส

๑๗.อธิบาย เปรียบเทียบและสรุปขั้นตอน การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

รวมทั้งหมด ๑๗ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒ ชื่อวิชา ชีววิทยา๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและสารพันธุกรรม โครงสร้างของ DNA การจำลอง DNA การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA มิวเทชันและการเกิดมิวเทชัน ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ศึกษาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พันธุวิศกรรมและการโคลนยีน การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีน และกำเนิดสปีชีส์

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา๒ รหัสวิชา ว๓๐๒๔๒

๑. สืบค้นข้อมูลอธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบ ทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA
๒. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวน การ สังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์ โปรตีน
๓. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิด มิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการ ที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลอง ของเมนเดล
๕. สรปุความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลลีโปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
๖. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยก และ กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของ เมนเดลนี้ ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการ เกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F๑และ F๒
๗. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและสรปุเกี่ยวกับ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
๘. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง

๙. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และ ยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ

๑๐. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำ เทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมนิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึง ถึงด้านชีวจริยธรรม

๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิด วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ของชาลส์ ดาร์วิน

๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะ สมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของ แอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

รวมทั้งหมด ๑๕ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓ วิชา ชีววิทยา ๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เพศเมีย และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดและโครงสร้างของเมล็ดและผล ศึกษาชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช โครงสร้างภายในของราก ลำต้น และใบของพืช ศึกษาการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช กลไกการลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารในพืช ศึกษาการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และพืช CAM ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช รวมทั้งศึกษาสภาพพักตัวของเมล็ด และปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สิ่งเร้าภายในและภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

โดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดคุณลักษณะด้านความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว๓๐๒๔๓

๑. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

๒. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก

๓. อธิบายการเกิดเมล็ด และการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆ ของเมล็ดและผล

๔. อธิบายเกี่ยวกับชนิด และลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช

๕. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง

๖. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง

๗. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง

๘. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊ส และการคายน้ำของพืช

๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำ และธาตุอาหารของพืช

๑๐. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และ ยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

๑๑. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช

๑๒. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

๑๓. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

๑๔. เปรียบเทียบกลไกการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C_3 พืช C_4 และพืช CAM

๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

๑๖. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด

๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาท และหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

๑๘. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

รวมทั้งสิ้น ๑๘ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ วิชา ชีววิทยา ๔ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ และมนุษย์ โครงสร้างและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ และมนุษย์ การทำงานของปอด และการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ ศึกษาระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดในสัตว์ โครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ เซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ หมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh ส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง โครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลือง ศึกษากลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ การสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน รวมทั้งศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสัตว์ โครงสร้างและหน้าที่ของไต กลไกการทำงานของหน่วยไต และโครงสร้างที่ใช้ในการลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกายของมนุษย์ และความผิดปกติของไตจากโรคต่างๆ

โดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดคุณลักษณะด้านความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตของตนเองมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา ๔ รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์

๒. สังเกต อธิบายการกินอาหารของไฮดรา พลานาเรีย

๓. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบระบบย่อยอาหารของมนุษย์

๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก

๕. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์

๗. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์

๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด

๙. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือด และการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในหางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด

๑๐. อธิบายโครงสร้าง และการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดในมนุษย์

๑๑. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์

๑๒. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา

๑๓. อธิบายหมู่เลือด และหลักการให้ และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh

๑๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบ และหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้าง และหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง

๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะ

๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเอง และภูมิคุ้มกันรับมา

๑๗. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง

๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

๑๙. อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ในการลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย

๒๐. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไตในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต

๒๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่างๆ

รวมทั้งสิ้น ๒๑ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๔ วิชา ชีววิทยา ๔ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ประสาท การเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทรอบนอก ส่วนต่างๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนท้าย และไขสันหลัง การทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนวัติ อวัยวะรับสัมผัสในร่างกายมนุษย์ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวหนัง รวมทั้งแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก โครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของกระดูก ข้อต่อชนิดต่างๆ และกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว และการเคลื่อนที่ของมนุษย์ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์ ระบบสืบพันธุ์เพศชาย ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง กระบวนการสร้างสเปิร์ม การสร้างไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์ การเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอ และหลังระยะเอ็มบริโอของ กบ ไก่ มนุษย์ หน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ และเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด และพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรม กับวิวัฒนาการของระบบประสาท และการสื่อสารระหว่างสัตว์ ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชา ชีววิทยา๕ รหัสวิชา ว๓๐๒๔๕

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
๒. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ประสาท
๓. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท
๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทรอบนอก
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของส่วนต่างๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ

๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่างๆที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา

๘. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอด โฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง

๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก

๑๐. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของกระดูก และกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว และการเคลื่อนที่ของมนุษย์

11. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่างๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว และการเคลื่อนที่ของมนุษย์

12. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์

13. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชาย และระบบสืบพันธุ์เพศหญิง

14. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์

15. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอ และระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่ และมนุษย์

16. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ และเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน

17. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด และพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์

18. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท

19. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสารระหว่างสัตว์ ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม

รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๔๖ ชื่อวิชา ชีววิทยา๖ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ ความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ กำเนิด และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย กลุ่มโพรทิสต์ กลุ่มพืช กลุ่มฟังไจ และกลุ่มสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ การสร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุชนิด และการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน การเกิดวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส ลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ที่ต่างกัน การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ ประชากรของสิ่งมีชีวิต การการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก ปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร ปัญหาที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน การทำลายทรัพยากรป่าไม้ การลดจำนวนของทรัพยากรสัตว์ป่า รวมทั้งเสนอแนวทางในการจัดการแก้ไขปัญหา การอนุรักษ์ทรัพยากรประเภทต่างๆ

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชา ชีววิทยา๖ รหัสวิชา ว๓๐๒๔๖

๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
๓. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่ม พืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์
๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิต หรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่
๖. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
๗. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน
๘. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพเพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักร

ฟอสฟอรัส

๙. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลก

๑๐. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ

๑๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก

๑๓. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร

๑๔. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา

๑๕. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

๑๖. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา

๑๗. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้ และการอนุรักษ์ป่าไม้

๑๘. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

รวมทั้งหมด ๑๙ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๑ วิชา โลกดาราศาสตร์และอวกาศ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาการแบ่งชั้น และสมบัติของโครงสร้างโลก รอยต่อระหว่างชั้นโครงสร้างพร้อมหลักฐานสนับสนุน ศึกษาการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ตามทฤษฎีธรณี แปรสัณฐาน พร้อมหลักฐานการสนับสนุน ศึกษาสาเหตุและรูปแบบ แนวรอยต่อของแผ่นธรณี ที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี และหลักฐานที่เป็นผล จากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี ศึกษา สาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากการเกิดภูเขาไฟ ระเบิด แผ่นดินไหว และสึนามิ พร้อมแนวทางการเฝ้าระวัง และปฏิบัติตนให้ปลอดภัย รวมทั้งอธิบายลำดับเหตุการณ์ ทางธรณีวิทยา ในอดีต จากการใช้หลักฐานที่พบในปัจจุบัน

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ๑ รหัสวิชา ว๓๐๒๖๑

1. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน
2. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีโดยใช้แบบจำลอง
3. ระบุสาเหตุ และอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณี ที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ
4. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบัน และอธิบายลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต
5. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด และปัจจัยที่ทำให้ความรุนแรงของการปะทุ และรูปร่างของภูเขาไฟแตกต่างกัน รวมทั้งสืบค้นข้อมูล พื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
6. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูล พื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
7. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

รวมทั้งหมด ๗ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๒ โลกดาราศาสตร์และอวกาศ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาชนิดแร่หิน สมบัติของแร่และหิน การจำแนกเร่ตามสมบัติของแร่ การจำแนกหิน ตามลักษณะการเกิดและเนื้อหิน และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ และหิน ที่เหมาะสม ศึกษากระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียม และถ่านหิน โดยใช้ความรู้พื้นฐานธรณีวิทยาด้านต่างๆ รวมทั้งวิธีการ และเทคนิคที่เหมาะสม เพื่อนำทรัพยากรมาใช้ได้อย่างคุ้มค่า และยั่งยืน ศึกษาองค์ประกอบ และการแปลความหมายของแผนที่ ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา พร้อมทั้งนำเสนอการนำข้อมูล จากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ๒ รหัสวิชา ว๓๐๒๖๒

1. ตรวจสอบและระบุชนิดแร่ รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติ และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม
2. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อหิน รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติ และนำเสนอการใช้ประโยชน์ ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม
3. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา
4. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากปิโตรเลียม และถ่านหิน พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม
5. อ่านและแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา ของพื้นที่ที่กำหนด พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์

รวมทั้งหมด ๕ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๓ วิชา โลกดาราศาสตร์และอวกาศ๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษากระบวนการ ที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรังสีดวงอาทิตย์ ของพื้นผิวโลก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ และการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศ ตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ๓ รหัสวิชา ว๓๐๒๖๓

1. อธิบายปัจจัยสำคัญ ที่มีผลต่อการรับและคายพลังงาน จากดวงอาทิตย์ แตกต่างกัน และผลที่มีต่ออุณหภูมิ อากาศ ในแต่ละบริเวณของลูก
2. อธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก
3. อธิบายผลของแรงเนื่องจากความแตกต่าง ของความกดอากาศ แรงคอริออลิส แรงสู่ ศูนย์ กลาง และแรงเสียดทาน ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ
4. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศ ตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ
5. อธิบายปัจจัย ที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร
6. อธิบายปัจจัย ที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร
7. อธิบายผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ที่มีต่อลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

รวมทั้งหมด ๗ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๔ วิชา โลกดาราศาสตร์และอวกาศ๔ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเสถียรภาพ อากาศและการเกิดเมฆ กลไกการยกตัวของอากาศ กับการเกิดเมตร การเกิดแนวปะทะอากาศ แบบต่างๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศของโลก และข้อมูลสนับสนุน ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และแนวปฏิบัติของมนุษย์ ที่มีส่วนช่วยในการชะลอ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก การแปลความหมาย สัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ บนแผนที่อากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลเรดาร์ ตรวจอากาศ การคาดการณ์ ลักษณะลมฟ้าอากาศ เบื้องต้น จากข้อมูลสารสนเทศทางอุตุนิยมวิทยา เพื่อวางแผนในการประกอบอาชีพ และการดำเนินชีวิต ให้สอดคล้อง กับสภาพลมฟ้าอากาศ

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ๔ รหัสวิชา ว๓๐๒๖๔

1. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างเสถียรภาพอากาศ และการเกิดเมฆ
2. อธิบายการเกิดแนวปะทะ อากาศ แบบต่างๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง
3. อธิบายปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลสนับสนุน
4. วิเคราะห์ และอภิปรายเหตุการณ์ ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และนำเสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ ที่มีส่วนช่วยในการชะลอ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
5. แปลความหมาย สัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศบนแผนที่อากาศ
6. วิเคราะห์ และคาดการณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้น จากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ เพื่อวางแผนในการประกอบอาชีพ และการดำเนินชีวิต ให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

รวมทั้งหมด ๖ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๕ วิชา โลกดาราศาสตร์และอวกาศ๕ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในเอกภพ โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับกำเนิด วิวัฒนาการของเอกภพ และหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง โครงสร้าง องค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก ตำแหน่งของระบบสุริยะ และการสังเกตทางช้างเผือก กระบวนการเกิด วิวัฒนาการ การสร้างพลังงาน และสมบัติของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต และการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะและพายุสุริยะ และเทคโนโลยีอวกาศกับการพัฒนาคุณภาพชีวิต

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ๕ รหัสวิชา ว๓๐๒๖๕

1. อธิบายการกำเนิดและเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ
2. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ
3. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะพร้อมอธิบาย เชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก
4. อธิบายกระบวนการเกิด ดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ก่อนเกิด จนเป็นดาวฤกษ์
5. อธิบายกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ และผลที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์ ปฏิกิริยาลูกโซ่โปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน
6. ระบุปัจจัย ที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตร ของดาวฤกษ์
7. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์
8. อธิบายวิธีการหาระยะทาง ของดาวฤกษ์ด้วยหลักการแพรัลแลกซ์ พร้อมคำนวณหาระยะทาง ของดาวฤกษ์
9. อธิบายลำดับวิวัฒนาการ ที่สัมพันธ์กับมวล ตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง สมบัติบางประการของดาวฤกษ์ ในลำดับวิวัฒนาการ จากแผนภาพเฮิร์ซปรุง-รัสเซลล์

10. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต
11. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์ รอบดวงอาทิตย์ ด้วยกฎเคพเลอร์ และกดความโน้มถ่วงของนิวตัน พร้อมคำนวณคาบการโคจร ของเราเคราะห์
12. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และวิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะ ที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย
13. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิด การนำความรู้ ทางด้านเทคโนโลยี อวกาศ มาประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน หรือในอนาคต

รวมทั้งหมด ๑๓ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๖๖ วิชา โลกดาราศาสตร์และอวกาศ๖ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๐.๕ หน่วยกิต

ศึกษา ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์ กับมนุษย์ โดยทำความเข้าใจ เกี่ยวกับองค์ประกอบ ของทรงกลมท้องฟ้า ระบุพิกัดของดาว ในระบบขอบฟ้า และระบบ ศูนย์ ศูนย์ เส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ การกำหนดเวลาสุริยะคติ และตำแหน่งปรากฏ ของดาวเคราะห์ ซึ่งสังเกตได้จากโลก

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ๖ รหัสวิชา ว๓๐๒๖๖

1. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกต และเชื่อมโยง จุดและเส้นสำคัญ ของแบบจำลองทรงกลมฟ้า กับท้องฟ้าจริง และอธิบาย การระบุพิกัดของดาว ในระบบขอบฟ้า และระบบ ศูนย์สูตร
2. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทาง การขึ้นตกของดวงอาทิตย์ และดาวฤกษ์
3. อธิบายเวลาสุริยะคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูล และเปรียบเทียบเวลา ขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่าน เมริเดียน ของผู้สังเกตในแต่ละวัน
4. อธิบายเวลา สุริยะคติปานกลาง และการเปรียบเทียบเวลา ของแต่ละเขตเวลาบนโลก
5. อธิบายมุมห่าง ที่สัมพันธ์กับตำแหน่ง ในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยง กับตำแหน่งปรากฏ ของดาวเคราะห์ ที่สังเกตได้จากโลก
6. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและนำเสนอ กิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/ กล้องโทรทรรศน์

รวมทั้งหมด ๖ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

วิชาการสร้างภาพเคลื่อนไหว รหัสวิชา ว๓๐๒๙๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาโปรแกรม Flash เบื้องต้น การสร้างภาพเคลื่อนไหว การโต้ตอบกับผู้ใช้ และการแปลงไฟล์ไปใช้งาน รวมทั้งความรู้การใช้เทคนิคในการสร้างลูกเล่นแบบต่าง ๆ การนำเข้าเสียง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้และรู้จักวิธีการนำไปใช้กับสื่อชนิดอื่น เช่น รูปแบบการนำเสนอ Flash บนเว็บเพจ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้

ปฏิบัติการฝึกทักษะพื้นฐานการใช้งานโปรแกรม เพื่อนำไปสร้างภาพเคลื่อนไหวเบื้องต้น และเข้าใจแนวคิดอันเป็นพื้นฐานในการใช้โปรแกรมประยุกต์ชั้นสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับงานศิลปะและการออกแบบ โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีสารสนเทศและภูมิปัญญาท้องถิ่น กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการฝึกปฏิบัติ กระบวนการออกแบบ กระบวนการจัดการ กระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนคิดวิเคราะห์

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะการใช้โปรแกรม Flash เบื้องต้น วิเคราะห์ข้อมูลในการสร้างเสริมจินตนาการและใช้คอมพิวเตอร์ในทางสร้างสรรค์ สามารถนำทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในด้านใฝ่เรียนรู้ รับผิดชอบ ตรงเวลา มีวินัยในการทำงาน รักการทำงาน รักการค้นคว้า ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข มีสมาธิในการทำงาน และมีเจตคติที่ดีต่องานและอาชีพที่สุจริต

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง วิชาการสร้างภาพเคลื่อนไหว รหัสวิชา ว๓๐๒๙๑

๑. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรม Flash เบื้องต้น
๒. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างภาพเคลื่อนไหว
๓. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างลูกเล่นแบบต่าง ๆ
๔. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำเข้าเสียง
๕. มีทักษะในการสร้างผลงานที่เกิดจากการจินตนาการ
๖. มีทักษะในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
๗. มีคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รวมทั้งหมด ๗ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

วิชาคอมพิวเตอร์กราฟิก รหัสวิชา ว๓๐๒๙๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๑ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาความเป็นมาและความหมาย คุณสมบัติ บทบาทและความสำคัญของงานกราฟิก การออกแบบ การสร้างภาพหรือรูปกราฟิกพื้นฐาน การใช้เทคนิคต่าง ๆ สำหรับการแต่งภาพ และการใช้ซอฟต์แวร์ในการสร้างงาน
ปฏิบัติการสร้างภาพด้วยโปรแกรมกราฟิก ออกแบบ ตกแต่งผลงานเพื่อนำไปใช้กับงานนำเสนอ งานออกแบบและเว็บไซต์ และงานด้านศิลปะอื่น ๆ

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะเกี่ยวกับการสร้างงานกราฟิกสามารถนำไปประยุกต์ใช้อย่างมีจิตสำนึกและรับผิดชอบ

ผลการเรียนรู้รายวิชาคอมพิวเตอร์กราฟิก รหัสวิชา ว๓๐๒๙๒

1. รู้และเข้าใจบทบาทและประโยชน์ของงานคอมพิวเตอร์กราฟิก
2. รู้และเข้าใจหลักการออกแบบกราฟิกและปกหนังสือ
3. นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือพื้นฐานของโปรแกรม Photoshopได้
4. นักเรียนสามารถสร้างงานกราฟิกได้
5. นักเรียนสามารถปรับแต่งภาพได้ด้วยตนเอง
6. นักเรียนสามารถใช้โปรแกรม Photoshop ออกแบบปกหนังสือได้
7. นักเรียนสามารถสร้างกราฟิกสำหรับเว็บไซต์ได้
8. นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานสู่สาธารณะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รวมทั้งหมด ๘ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

วิชาการสร้างเว็ปไซต์ รหัสวิชา ว๓๐๒๙๓ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับหลักการสร้างเว็บเพจการประยุกต์การสร้างเว็บไซต์ การจัดและการตกแต่งข้อความ การแทรกรูปภาพลงในเว็บเพจการสร้างตาราง การสร้างจุดเชื่อมโยงในแต่ละหน้าเว็บเพจ เว็บไซต์การแบ่งหน้าเว็บเพจเป็นส่วนๆ การสร้างฟอร์มเพื่อรองรับข้อมูลจากผู้ใช้การประยุกต์สร้างเลเยอร์ในการตกแต่งเอกสารเว็บเพจ การแทรกมัลติมีเดียสื่อต่าง ๆ ลงในเว็บเพจ การจัดการเว็บไซต์ เช่น การขอพื้นที่เพื่อรองรับเว็บไซต์ของเราการขอขอใช้บริการเสริมต่าง ๆ การนำเว็บไซต์ขึ้นสู่อินเตอร์เน็ตเพื่อการตกแต่งเว็บเพจให้สวยงาม

ผลการเรียนรู้รายวิชาการสร้างเว็ปไซต์ รหัสวิชา ว๓๐๒๙๓

๑. รู้และอธิบายเกี่ยวกับอินเตอร์เน็ตเบื้องต้นได้
๒. รู้และเข้าใจกระบวนการและโครงสร้างการทำงานของเว็บเพจเบื้องต้น
๓. เข้าใจโครงสร้างและไวยากรณ์ของโปรแกรม และภาษาหรือกระบวนการการใช้ เครื่องมือการสร้างเว็บเพจ
๔. สามารถออกแบบและกำหนดส่วนประกอบที่จำเป็นของเว็บเพจได้ถูกต้องและเหมาะสม
๕. รู้และสามารถตกแต่งภาพเพื่อนำมาประกอบในเว็บเพจได้
๖. มีทักษะในการใช้โปรแกรมภาษาหรือโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างเว็บเพจ
๗. มีกิจนิสัยและส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่ดี ในการใช้คอมพิวเตอร์

รวม ๗ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว๓๐๒๙๔ วิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลา ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาหลักการโปรแกรม ลำดับการทำงาน กระบวนการ ผังงานโครงสร้าง คำสั่งในการประมวลผล คำสั่งในการคำนวณ ตัวแปร ชนิดของตัวแปร ข้อมูลแบบต่าง ๆ คำสั่งควบคุมโปรแกรม คำสั่งรับข้อมูลและแสดงผล ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม โครงสร้างข้อมูลภาษาคอมพิวเตอร์

การเขียนโปรแกรมงานต่าง ๆ โดยใช้คำสั่งและฟังก์ชั่นเบื้องต้นภาษาใดภาษาหนึ่งกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ปฏิบัติการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ออกแบบโปรแกรมและเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง

ผลการเรียนรู้รายวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น รหัสวิชา ว๓๐๒๙๔

๑. บอกหลักการของการเขียนโปรแกรมได้
๒. บอกชนิดของตัวแปรและข้อมูล
๓. บอกลำดับการทำงาน การแสดงผลและการรับค่าได้
๔. ฟังก์ชันคณิตศาสตร์และข้อความ
๕. บอกวิธีการเขียนผังงานโครงสร้างและเขียนผังงานโครงสร้าง

รวมทั้งหมด ๕ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

วิชาการสร้างงานมัลติมิเดีย รหัสวิชา ว๓๐๒๙๕ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๒ เวลาเรียน ๔๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๐ หน่วยกิต

ศึกษาความรู้พื้นฐาน การทำงาน นำภาพ VDO เข้ามาใช้ ตลอดจนการใช้ Transition , Effect และ Plug-in ต่าง ๆ ในการทำเทคนิคพิเศษเช่น การทำ Title ทำตัวอักษรให้เคลื่อนไหว รวมทั้งการนำเสนองาน หรือ Upload เข้า Website โดยเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชีวิตประจำวัน การใช้ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดริเริ่ม ที่ต้องไม่ละเมิดความคิดผู้อื่น ด้วยวิธีสอนสาธิต ปฏิบัติ ส่งงานผ่านระบบออนไลน์

เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ด้านการตัดต่อภาพยนตร์ และการใช้ทักษะชีวิต การอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล และสามารถใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารได้อย่างสร้างสรรค์ และมีจิตสำนึก ความรับผิดชอบ

ผลการเรียนรู้รายวิชาการสร้างงานมัลติมิเดีย รหัสวิชา ว๓๐๒๙๕

๑. ให้มีความเข้าใจและทราบถึงหลักของการสื่อความหมายของภาพยนตร์
๒. ให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการขั้นตอนในการผลิตสื่อภาพยนตร์
๔. ให้มีความเข้าใจ และมีทักษะในการวางแผนงานสำหรับการผลิตสื่อภาพยนตร์
๕. ให้มีทักษะในการใช้โปรแกรมตัดต่อวีดีโอ
๖. ให้สามารถสร้างสรรค์ภาพยนตร์ และเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างสร้างสรรค์

รวมทั้งหมด ๖ ผลการเรียนรู้

ส่วนที่ ๔

การจัดการเรียนรู้
การวัดและประเมินผล

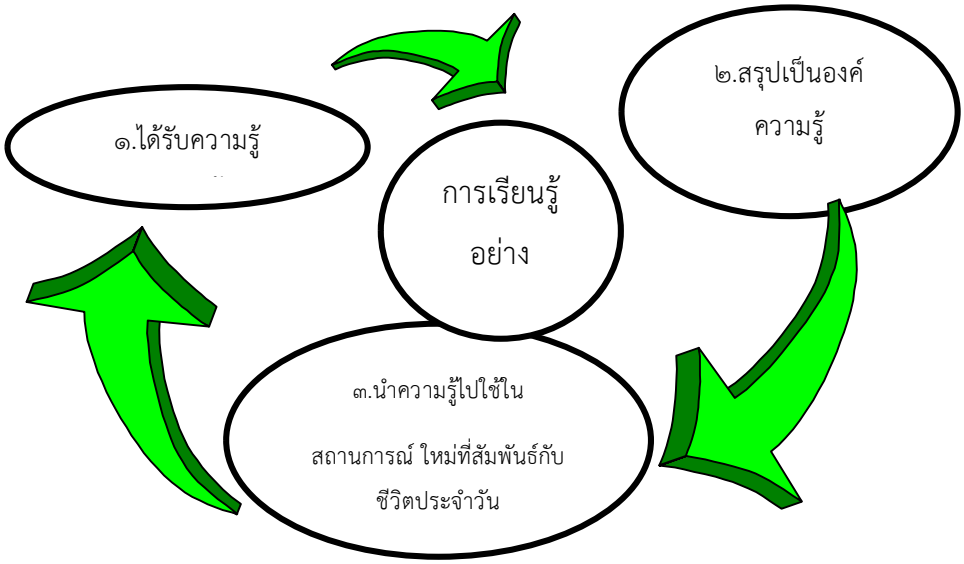
การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่สำคัญ ในการนำหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สู่การปฏิบัติ ทั้งนี้ การที่ผู้เรียนจะมีคุณภาพ และบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด หรือไม่ ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้ ครูผู้สอนต้องมีความรู้ ความเข้าใจ สิ่งที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งเป็นเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ โดยมีหลักการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับ พัฒนาการทางสมอง และการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นคุณธรรมจริยธรรม

ในการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุตามเป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็น สำหรับผู้เรียน ในการเตรียมเข้าสู่โลกอนาคต เช่นการเรียนแบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์ และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ ของตนเอง และกระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย เป็นต้น อีกทั้งให้ความสำคัญกับการใช้สื่อ การพัฒนาสื่อ การใช้แหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการวัด และประเมินผลอย่างหลากหลาย ควบคู่กัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนอย่างแท้จริง

การออกแบบการจัดการเรียนรู้อิงมาตรฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.๒๕๕๑ การจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเข้าใจ

Grant Wiggins และ Jay McThighe ได้เสนอวงจรการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเข้าใจในแต่ละเรื่องไว้ ดังนี้



ในการจัดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ถ้าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเข้าใจแล้ว ครูต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้รับความรู้โดยการให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้จากกิจกรรมที่ครูจัดให้ ไม่ใช่ครูบอกความรู้ หรือครูบอกความเข้าใจของครูให้กับผู้เรียน จากนั้น ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้รับเป็นองค์ความรู้(อย่างเข้าใจ) เป็นภาษาของตนเอง เพื่อให้เป็นองค์ความรู้ที่ฝังอยู่ในตัวของผู้เรียน และสุดท้ายต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำ

องค์ความรู้นี้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่เป็นสถานการณ์ที่เป็นสภาพจริง สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน หรือสอดคล้องกับการดำรงชีวิต เป็นการนำความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้รับไปใช้ในการดำรงชีวิต จึงจะครบกระบวนการจัดการเรียนรู้สำหรับเรื่องหนึ่ง ๆ ที่เป็นการจัด การเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องที่เรียนอย่างเข้าใจ ได้องค์ความรู้ หรือเป็นความเข้าใจที่ฝังอยู่ในตัวของผู้เรียน ที่เรียกว่า “ความเข้าใจที่คงทน(Enduring understanding)”

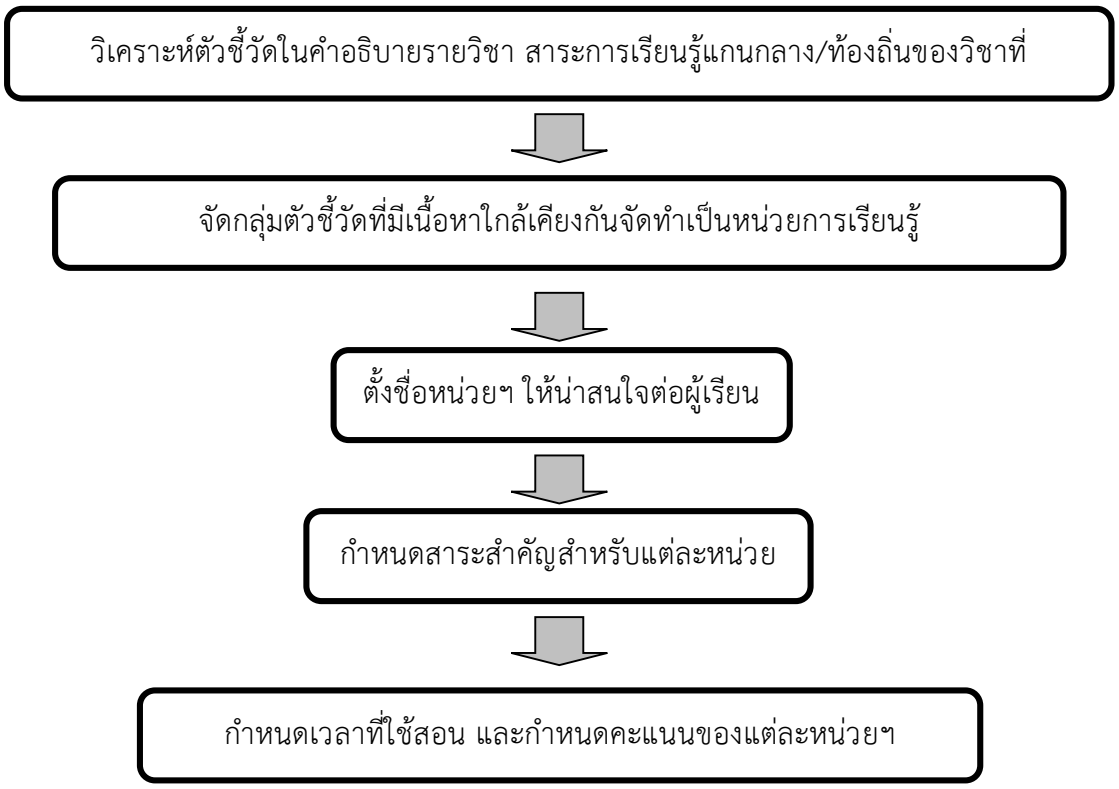
การออกแบบการจัดการเรียนรู้อิงมาตรฐาน

การออกแบบการจัดการเรียนรู้อิงมาตรฐาน เป็นการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ การจัดทำหน่วยการเรียนรู้อิงมาตรฐาน เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด เป็นเป้าหมายการเรียนรู้ของหน่วยฯ ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้อิงมาตรฐาน ครูผู้สอนต้องจัดทำโครงสร้างรายวิชาก่อน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. จัดทำโครงสร้างรายวิชา
2. กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้
3. กำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด(ออกแบบการประเมินผลการเรียนรู้ และกำหนดชิ้นงาน/ภาระงาน)
4. ออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามเป้าหมายที่กำหนด(โดยตรวจสอบผลการจัดการเรียนรู้จาก “หลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้”

การจัดทำโครงสร้างรายวิชา

เมื่อได้รายวิชาลงโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนจัดทำโครงสร้างรายวิชาโดยดำเนินการ ดังนี้



1. กำหนดชื่อหน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณาคำ/ข้อความสำคัญ(Key words) หรือเนื้อหาในตัวชี้วัดของรายวิชามาจัดกลุ่ม โดยนำตัวชี้วัดที่มีเนื้อหาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือเป็นเรื่องเดียวกันมารวมกันจัดเป็น ๑ หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งใน ๑ รายวิชาจะมีหลายหน่วยฯ และแต่ละหน่วยฯ จะมีตัวชี้วัดซ้ำหรือไม่ซ้ำกันก็ได้ อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน แต่เวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้รวมทั้งหมด ต้อง ไม่เกินจำนวนชั่วโมงที่กำหนดในโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา แล้วตั้งชื่อหน่วยให้น่าสนใจสำหรับผู้เรียน

๒. ระบุมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดที่นำมาจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยเขียนรหัสมาตรฐาน ระดับชั้นและตัวชี้วัดที่นำมาจัดทำหน่วยฯ ทั้งหมด โดยเขียนเป็นรหัส ดังนี้

ว ๑.๑ ป. ๑/๒

- ป.๑/๒ หมายถึง ตัวชี้วัดชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ข้อที่ ๒
- ๑.๑ หมายถึง สาระที่ ๑ มาตรฐานข้อที่ ๑
- ว หมายถึง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ว ๑.๑ ม. ๑/๒

- ม.๑/๒ หมายถึง ตัวชี้วัดชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ข้อที่ ๒
- ๑.๑ หมายถึง สาระที่ ๑ มาตรฐานข้อที่ ๑
- ว หมายถึง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ว ๑.๑ ม. ๔-๖/๑

- ม.๔-๖/๑ หมายถึง ตัวชี้วัดชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ข้อที่ ๑
- ๑.๑ หมายถึง สาระที่ ๑ มาตรฐานข้อที่ ๑
- ว หมายถึง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. กำหนดสาระสำคัญ สำหรับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เป็นข้อความที่ระบุว่าผู้เรียนรู้อะไร มีทักษะอะไร (อาจจะมีคุณลักษณะอย่างไรด้วย) และหน่วยนี้มีคุณค่าต่อผู้เรียนอย่างไรในระยะสั้นและ ระยะยาวโดยร้อยเรียงข้อมูลของทุกตัวชี้วัด และเขียนเป็นองค์ความรู้ ของหน่วยฯ โดยเขียนเป็นลักษณะหลักการทั่วไป หรือหลักวิชาของหน่วยฯ นั้น ๆ ที่ต้องการให้เป็นองค์ความรู้ เป็นความเข้าใจที่ฝังติดตัวผู้เรียนไปเป็นเวลานาน และสามารถนำมาใช้ได้เมื่อต้องการ เช่น “พืชตอบสนองต่อแสง เสียง และการสัมผัส ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมภายนอก เพื่อการอยู่รอด” “การบวก คือการนำจำนวนตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปมารวมกัน จำนวนที่ได้จากการรวมจำนวนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เรียกว่า ผลรวม หรือ ผลบวก และใช้เครื่องหมาย + เป็นสัญลักษณ์แสดงการบวก” “พืชและสัตว์ต้องการอาหาร น้ำและอากาศ เพื่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโต” “การดำรงชีวิตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงโดยประยุกต์ใช้แนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงทำให้ชีวิตมีความสุข”

๔. กำหนดระยะเวลา (จำนวนชั่วโมง)สำหรับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมทุกหน่วยฯ แล้ว มีจำนวนชั่วโมงเท่ากับจำนวนชั่วโมงของรายวิชา

๕. กำหนดคะแนน ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ตามความสำคัญของแต่ละหน่วยฯ เพื่อการประเมินผลการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยฯ ให้เหมาะสมตามความสำคัญของแต่ละหน่วยฯ

การจัดทำโครงสร้างรายวิชา อาจจะใช้แบบฟอร์มในการบันทึก ดังต่อไปนี้

การจัดทำโครงสร้างรายวิชา

โครงสร้างรายวิชา..... กลุ่มสาระการเรียนรู้.....
ชั้น..... เวลา.....ชั่วโมง จำนวน.....หน่วยกิต ภาคเรียนที่.....

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มฐ. ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
รวมตลอดปี/ภาค					

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้อิงมาตรฐาน เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดเป็นเป้าหมายของหน่วยฯ ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดของการใช้หลักสูตรสถานศึกษา เป็นการนำมาตรฐานการเรียนรู้สู่การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ สพฐ.แนะนำ คือ ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Backward Design ซึ่งมี ๓ ขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้แก่

1) กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้
2) กำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด
3) ออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด

ขั้นที่ ๑ กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ จากที่เป็นหน่วยการเรียนรู้อิงมาตรฐาน เป้าหมายการเรียนรู้ของหน่วยฯ ได้แก่

ชื่อหน่วย.....

เป้าหมายการเรียนรู้

สาระสำคัญ .....(นำมาจากโครงสร้างรายวิชา).....

ตัวชี้วัด.....(นำมาจากโครงสร้างรายวิชาเขียนรหัสและรายละเอียดของแต่ละตัวชี้วัด).....

คุณลักษณะ...(นำมาจากตารางการวิเคราะห์ตัวชี้วัดเพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา หรืออาจจะเลือกคุณลักษณะที่สำคัญและเด่น กำหนดเป็นคุณลักษณะของหน่วยฯ).....

สมรรถนะสำคัญ.....(ให้พิจารณาว่าหน่วยนี้ควรเน้นสมรรถนะสำคัญตามหลักสูตร สมรรถนะใด)..

คุณลักษณะอันพึงประสงค์.....(๘ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของหลักสูตรฯ.....

ขั้นที่ ๒ กำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการนำเป้าหมายทุกเป้าหมาย (สาระสำคัญ ตัวชี้วัดทุกตัวชี้วัด คุณลักษณะ(ของหน่วยฯ) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์) มากำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียน อาจจะใช้ตาราง ดังนี้

เป้าหมาย	หลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้
สาระสำคัญ	(ชิ้นงาน/ภาระงานรวบยอด) .....
ตัวชี้วัด ว๑.๑ม.๑/ ๑.....	(ชิ้นงาน/ภาระงาน) .....
คุณลักษณะ(ของหน่วยฯ)	(ชิ้นงาน/ภาระงาน) .....
สมรรถนะสำคัญ(ของหลักสูตร)	(ชิ้นงาน/ภาระงาน) .....
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	(ชิ้นงาน/ภาระงาน) .....

การกำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการออกแบบการประเมินผลการเรียนรู้ให้เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปได้กำหนดเป็น ๖ เทคนิคของการประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

๑. Selected Response หมายถึง ทดสอบปรนัยเลือกตอบ จับคู่ ถูกผิด

๒. Constructed Response หมายถึง ทดสอบเติมคำ หรือเติมข้อความ เขียน Mind map

๓. Essay หมายถึง เขียนบรรยาย เขียนเรียงความ เขียนเล่าเรื่อง เขียนรายงาน

๔. School Product/Performance หมายถึง การแสดงหรือการปฏิบัติในสถานศึกษา เช่น โต้วาที พูดสนทนาภาษาอังกฤษ ทดลองทางวิทยาศาสตร์ อ่าน... แสดงบทบาทสมมติ(Role play)... ประกอบอาหาร.. สืบค้นข้อมูล.....(โดยใช้ internet ในโรงเรียน)

๕. Contextual Product/Performance หมายถึง การแสดงในสถานการณ์จริง หรือสภาพชีวิตจริงนอกสถานศึกษา เช่น “สำรวจราคาพืชผักในตลาด สรุป และนำเสนอผลการสำรวจ” “สำรวจสินค้า OTOP สรุป และนำเสนอผลการสำรวจ” “สัมภาษณ์ชาวต่างประเทศ แล้วเขียนรายงานส่ง หรือนำมาเล่าให้เพื่อนนักเรียนฟังในชั่วโมง”

๖. On-going Tools หมายถึง เป็นหลักฐานแสดงการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่มีการประเมินผู้เรียนตลอดเวลา ทุกวัน เช่น ผู้เรียนบันทึกพฤติกรรม..... หรือการสังเกตพฤติกรรม.....ของผู้เรียนตลอดเวลา ตั้งแต่ตื่น จนหลับนอนทุกวัน

ใน ๑ เป้าหมายการเรียนรู้ อาจจะมีหลักฐาน(ชิ้นงาน/ภาระงาน)มากกว่า ๑ อย่างก็ได้ เพื่อเป็นการยืนยัน สร้างความมั่นใจให้กับครูผู้สอนว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ จริง และหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ ๑ อย่าง อาจจะตอบได้หลายเป้าหมายก็เป็นได้ ก็เขียนซ้ำกันหลายเป้าหมายได้ เนื่องจากเป็นหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ชัดเจน

ขั้นที่ ๓ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ แนวดำเนินการ ดังนี้

1) จัดลำดับหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ โดยนำหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ทั้งหมด

ที่ระบุในในขั้นที่ ๒ (หลักฐานที่ซ้ำกัน ให้นำมาจัดลำดับครั้งเดียว) ตามลำดับที่ครูผู้สอนจะทำการสอนผู้เรียนให้เป็นลำดับให้เหมาะสม

2) ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้เป็นหลักในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนทำภาระกิจ หรือผลิตผลงาน/ชิ้นงานได้ตามที่กำหนดใน ขั้นที่ ๒ ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยครูเป็นคนกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ แล้วทำงานได้บรรลุเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ของหน่วยฯที่กำหนด โดยอาจจะออกแบบตารางบันทึก ดังนี้

หลักฐาน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อ อุปกรณ์	ชั่วโมง
๑..... ๒.....	กิจกรรมที่ ๑(เขียนกิจกรรมหลัก ๆ) ๑..... ๒.....		
๓.....	กิจกรรมที่ ๒ ๑..... ๒.....		

ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ๑ ชุดของกิจกรรม อาจจะทำให้ผู้เรียนมีชิ้นงาน/ ทำภาระงานได้ตามหลักฐานที่กำหนดหลายหลักฐาน(หลักฐานหลายรายการ)ก็ได้ หรือ ๑ หลักฐาน ต่อ ๑ ชุดของกิจกรรมก็ได้ อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน และขณะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาสมรรถนะ ๕ สมรรถนะตามที่กำหนดในหลักสูตรแกนกลางฯให้แก่ผู้เรียนด้วย

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ดี มีข้อควรพิจารณา ดังนี้

๑. มีเป้าหมายชัดเจนที่เป็นรูปธรรม และท้าทาย

๒. แสดงเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างจากแบบธรรมดา

๓. เรื่องที่เรียนเป็นเรื่องที่สำคัญ และน่าสนใจต่อผู้เรียน

๔. สอดคล้องกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และมีความหมายต่อผู้เรียน

๕. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกโดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ชัดเจน

๖. เน้นเพื่อผู้เรียนเป็นรายบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้วิธีหลากหลายวิธีในการทำงานที่ได้รับมอบหมายตามความสนใจของตนเอง

๗. มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และตัวอย่างที่ชัดเจน

๘. จัดเวลาให้มีการสะท้อนความคิดเห็น

๙. ใช้หลายเทคนิคการสอน มีหลายวิธีในการแบ่งกลุ่มผู้เรียน และมีการมอบงานหลายลักษณะให้ผู้เรียนทำ

๑๐. มีการดูแลสภาพแวดล้อมเพื่อป้องกันความเสี่ยงทั้งหลาย/มีการดูแลความปลอดภัยในการทำงาน

๑๑. ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ และผู้แนะนำ

๑๒. เน้นการจัดประสบการณ์ใหม่ ๆ แทนแบบเดิม ๆ

๑๓. การจัดการเรียนรู้ตลอดหน่วย สะท้อนเป้าหมายการเรียนรู้หลักที่เป็นสาระสำคัญเสมอ ทั้งในกิจกรรมย่อย และภาพรวมทั้งหน่วย(ไม่มีกิจกรรมนอกเรื่องที่เรียน)

หรือ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ WHERE TO ในการพิจารณา ดังนี้

๑.W -Where the unit is ahead and Why.

๒.H -Hook and Hold the students.

๓.E -Equip the students to meet the performance goals.

๔.R - Rethink big ideas. Reflect progress. Revise their works.

๕.E -Evaluation(Evaluate progress and self-asses.)

๖.T -Tailor to reflex individual potential.

๗.O -Organize to optimize deep understanding.

เมื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ครบทุกหลักฐานแล้ว ให้นำข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่เริ่มกำหนดหน่วยฯ มาเขียนรายละเอียดลักษณะเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่แนะนำ คือเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ใหญ่ ๑ แผนฯ ต่อ ๑ หน่วยการเรียนรู้ โดยในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ ให้แยกกิจกรรม๑ ช่วง(นำเข้าสู่บทเรียน-สอน-สรุปประเมิน) ให้ตรงกับจำนวนชั่วโมงในตารางสอน โดยอาจจะให้มีองค์ประกอบดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่...

กลุ่มสาระการเรียนรู้.....รายวิชา.....

ชั้น.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

ชื่อหน่วยการเรียนรู้.....เวลา.....ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

.....

ตัวชี้วัด

.....

สาระสำคัญ

.....

สาระการเรียนรู้(วิเคราะห์จากตัวชี้วัดทั้งหมดของหน่วยฯ)

ความรู้

.....

ทักษะ/กระบวนการ

.....

คุณลักษณะ

.....

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

กิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

.....

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	หลักฐาน	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
สาระสำคัญ	.....	.....	.....	.....
ตัวชี้วัด ว๑.๑ม.๑/๑.....	.....	.....	.....	.....
ว๑.๑ม.๑/๒.....	.....	.....	.....	.....
คุณลักษณะ	.....	.....	.....	.....
สมรรถนะสำคัญ	.....	.....	.....	.....
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	.....	.....	.....	.....

จากนี้ ครูผู้สอนต้องสร้างเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามที่กำหนดข้างบนให้ครบ และนำเกณฑ์การวัดไปสร้าง Rubrics สำหรับเกณฑ์การวัดที่ต้องสร้างเป็นเกณฑ์ระดับคุณภาพ

การประเมินหน่วยการเรียนรู้

เมื่อครูผู้สอนออกแบบการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญ(ครูสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกัน)อย่างน้อย ๓ คน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยอาจจะใช้แบบประเมิน ดังนี้

แบบประเมินการจัดทำหน่วยการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้.....ชื่อหน่วยการจัดการเรียนรู้.....

ชั้น.....เวลา.....ครูผู้สอน.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในชื่อที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

๔ หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด ๓ หมายถึง เหมาะสมมาก

๒ หมายถึง เหมาะสมน้อย ๑ หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการ	ความเหมาะสม			
	๔	๓	๒	๑
๑.ชื่อหน่วยฯ กระทัดรัด ชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ น่าสนใจ				
๒.มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดมีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม				
๓.ความสอดคล้องของสาระสำคัญ กับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด				
๔.ความครอบคลุมของสาระสำคัญกับตัวชี้วัดทั้งหมดของหน่วยฯ				
๕.ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง				
๖.ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับตัวชี้วัด				
๗.ความครบถ้วนของทักษะ/กระบวนการกับตัวชี้วัด				
๘.ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับตัวชี้วัด				
๙.ความเหมาะสมของหลักฐานผลการเรียนรู้กับเป้าหมายของหน่วยฯ				
๑๐.กิจกรรมการเรียนรู้ สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามตัวชี้วัดของหน่วยฯ และเน้นสมรรถนะสำคัญที่หลักสูตรแกนกลางฯ กำหนด				
๑๑.ความเหมาะสมของสื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้				
๑๒.ความเหมาะสมของวิธีการวัด และประเมินผลการเรียนรู้				
๑๓.ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และประเมินผลการเรียนรู้				
๑๔.ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียนรู้				
๑๕.หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง				
รวมคะแนน/สรุปผลการประเมิน				
หรือ คะแนนเฉลี่ย				

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้

กรณีใช้คะแนนรวม

คะแนน ๑๕-๓๐ หมายถึง ปรับปรุง คะแนน ๓๑-๔๐ หมายถึง พอใช้

คะแนน ๔๑-๕๐ หมายถึง ดี คะแนน ๕๑-๖๐ หมายถึง ดีมาก

กรณีใช้คะแนนเฉลี่ย

คะแนนเฉลี่ย ๑.๐๐-๑.๗๕ หมายถึง ปรับปรุง คะแนนเฉลี่ย ๑.๗๖-๒.๕๐ หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย ๒.๕๑-๓.๒๕ หมายถึง ดี คะแนนเฉลี่ย ๓.๒๖-๔.๐๐ หมายถึง ดีมาก

เมื่อหน่วยการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบมีคุณภาพผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ครูผู้สอนจึงนำไปจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามที่หลักสูตรสถานศึกษากำหนด และมีคุณภาพตามที่ สพท.ได้มุ่งหมายไว้

เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล

๑. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้

๑.๑ เป็นการประเมินผลการเรียนตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย, คณิตศาสตร์, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม , สุขศึกษาและพลศึกษา, ศิลปะ, การงานอาชีพ และ ภาษาต่างประเทศ

๑.๒ ประเมินผลการเรียนเป็นรายวิชา โดยคิดเป็นหน่วยกิต ดังนี้

เวลาเรียน ๑ คาบ / ๑ สัปดาห์	ตลอดภาคเรียน ๒๐	คาบ	มีค่า	๐.๕	หน่วยกิต
เวลาเรียน ๒ คาบ / ๑ สัปดาห์	ตลอดภาคเรียน ๔๐	คาบ	มีค่า	๑.๐	หน่วยกิต
เวลาเรียน ๓ คาบ / ๑ สัปดาห์	ตลอดภาคเรียน ๖๐	คาบ	มีค่า	๑.๕	หน่วยกิต
เวลาเรียน ๔ คาบ / ๑ สัปดาห์	ตลอดภาคเรียน ๘๐	คาบ	มีค่า	๒.๐	หน่วยกิต
เวลาเรียน ๕ คาบ / ๑ สัปดาห์	ตลอดภาคเรียน ๑๐๐	คาบ	มีค่า	๒.๕	หน่วยกิต
เวลาเรียน ๖ คาบ / ๑ สัปดาห์	ตลอดภาคเรียน ๑๒๐	คาบ	มีค่า	๓.๐	หน่วยกิต

๑.๓ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนการสอน ด้วยเทคนิควิธีการที่หลากหลายเพื่อให้สามารถวัดและประเมินผลผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน ทั้งความรู้ ความคิด กระบวนการ และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดธรรมชาติวิชา และ ระดับชั้นของผู้เรียน โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานความเที่ยงตรง ยุติธรรม และเชื่อถือได้

๑.๔ ผู้สอนวัดและประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียน เป็นรายวิชาตามตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐาน และตามผลการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติม ตามที่กำหนดในหน่วยการเรียนรู้ เป็นการประเมินความรู้ ความสามารถทักษะเจตคติทักษะการคิดที่กำหนดอยู่ในตัวชี้วัดในหลักสูตรซึ่งจะนำไปสู่ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้การประเมินผู้เรียนพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียนความประพฤติการสังเกตพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสม ของแต่ละระดับ และรูปแบบการศึกษา

๒. การประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน เป็นการประเมินศักยภาพของผู้เรียนในการอ่านหนังสือ เอกสาร และสื่อต่างๆ เพื่อหาความรู้ เพิ่มพูนประสบการณ์ เพื่อความสุนทรีย์ และประยุกต์ใช้แล้วนำเนื้อหาสาระที่อ่าน มาคิดวิเคราะห์ นำไปสู่การ แสดงความคิดเห็น การสังเคราะห์ สร้างสรรค์การแก้ปัญหาในเรื่องต่าง ๆ และถ่ายทอดความคิดนั้นด้วยการเขียนที่มีสำนวนภาษาถูกต้องมีเหตุผลและลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ สามารถสร้างความเข้าใจแก่ผู้อ่านได้อย่างชัดเจนตามระดับความสามารถในแต่ละระดับชั้น

๓. การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นการประเมินคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน อันเป็นคุณลักษณะที่สังคมต้องการใน ด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม จิตสำนึก สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ทั้งในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก หลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ๘ คุณลักษณะ ได้แก่ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย และมีจิตสาธารณะ

โดยในการประเมินให้ประเมินแต่ละคุณลักษณะแล้วรวบรวมผลการประเมินจากผู้ประเมินทุกฝ่ายเพื่อให้ได้ข้อมูลนำมาสู่การสรุปผลเป็นรายปี/รายภาค และใช้ เป็นข้อมูลเพื่อประเมินการเลื่อนชั้นและการจบการศึกษาระดับต่างๆ

๔.การประเมินกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

เป็นการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมและผลงานของผู้เรียนและเวลาในการเข้าร่วมกิจกรรมตามเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละกิจกรรมและใช้เป็นข้อมูลเพื่อประเมินการเลื่อนชั้นและการจบการศึกษากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เป็นกิจกรรมที่สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกระดับชั้น เพื่อส่งเสริมพัฒนาความสามารถของตนเองตามความถนัด ความสนใจ ให้เต็มศักยภาพ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาองค์รวมของความเป็นมนุษย์ทั้งด้านร่างกายสติปัญญาอารมณ์และสังคมสร้างเยาวชนของชาติให้เป็นผู้มีศีลธรรมจริยธรรมมีระเบียบวินัยปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของการทำประโยชน์เพื่อสังคมและสามารถ บริหารการจัดการตนเองได้

สถานศึกษาต้องส่งเสริมการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ด้วยกิจกรรม ๓ ลักษณะ ดังนี้

๔.๑ กิจกรรมแนะแนว

เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดและความสนใจโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วยกระบวนการทางจิตวิทยาการแนะแนวให้สอดคล้อง ครอบคลุมด้านการศึกษา อาชีพส่วนตัว และสังคม

๔.๒ กิจกรรมนักเรียน

เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาความมีระเบียบวินัยความเป็นผู้นำผู้ตามที่ดีความบผิดชอบการ ทำงานร่วมกัน การรู้จักแก้ปัญหา การตัดสินใจที่เหมาะสม ความมีเหตุผล การช่วยเหลือแบ่งปันกัน เอื้ออาทร และสมานฉันท์ โดยจัดให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ด้วยตนเองในทุกขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาวิเคราะห์ วางแผนปฏิบัติตามแผนประเมินและปรับปรุงการทำงาน เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับวุฒิภาวะของผู้เรียน บริบทของ สถานศึกษาและท้องถิ่น

กิจกรรมนักเรียน ประกอบด้วย

๑) กิจกรรมลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด ผู้บำเพ็ญประโยชน์และนักศึกษาวิชาทหาร เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาความมีระเบียบวินัย ความเป็นผู้นำผู้ตามที่ดี ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกันการรู้จัก แก้ปัญหา การตัดสินใจที่เหมาะสม ความมีเหตุผล การช่วยเหลือแบ่งปันกัน การประนีประนอมเพื่อส่งเสริมให้ ผู้เรียนเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีความสมบูรณ์ พร้อมทั้งด้านร่างกายจิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญา เป็นต้น

๒) กิจกรรมชุมนุม ชมรม เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติด้วยตนเอง ตั้งแต่การศึกษาวิเคราะห์ วางแผน ปฏิบัติตามแผน ประเมินและปรับปรุงการทำงาน เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มกิจกรรมสำคัญในการพัฒนา ได้แก่ ชุมนุม หรือชมรมต่างๆ ที่สถานศึกษากำหนดขึ้นตามความเหมาะสม และสอดคล้องกับวุฒิภาวะของ ผู้เรียนและบริบทของสถานศึกษาและท้องถิ่น

๔.๓.กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณะประโยชน์

เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำประโยชน์ ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ ในลักษณะอาสาสมัคร เพื่อแสดงถึงความรับผิดชอบ ความดีงาม ความเสียสละต่อสังคม มีจิตใจมุ่งทำประโยชน์ต่อครอบครัว ชุมชน และสังคม การจัดกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ สามารถนำไปสอดแทรกหรือบูรณาการในกลุ่มสาระฯกิจกรรมลูกเสือเนตรนารี ยุวกาชาด ผู้บำเพ็ญประโยชน์และนักศึกษาวิชาทหาร ได้ตามความเหมาะสม โดยสถานศึกษาจัดเวลาเรียนให้ผู้เรียนดังนี้ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๑ - ๓ รวม ๓ ปี จำนวน ๔๕ ชั่วโมง (เฉลี่ยปีละ ๑๕ ชั่วโมง) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ รวม ๓ ปี จำนวน ๖๐ ชั่วโมง (เฉลี่ยปีละ ๒๐ ชั่วโมง)

เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

๑. การตัดสินผลการเรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ได้กำหนดโครงสร้างเวลาเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรม พัฒนาผู้เรียน ที่สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีคุณภาพเต็มตามศักยภาพ และให้กำหนด หลักเกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียน ดังนี้

๑.๑ ตัดสินผลการเรียนเป็นรายวิชา ผู้เรียนต้องมีเวลาเรียนตลอดภาคเรียน ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ ของเวลาเรียนทั้งหมดในรายวิชานั้น ๆ

๑.๒ ผู้เรียนต้องได้รับการประเมินทุกตัวชี้วัด และผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

๑.๓ ผู้เรียนต้องได้รับการตัดสินผลการเรียนทุกรายวิชา

๑.๔ ผู้เรียนต้องได้รับการประเมิน และมีผลการประเมินผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด ในการอ่าน คิด วิเคราะห์และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

๒. การให้ระดับผลการเรียน การตัดสินเพื่อให้ระดับผลการเรียนรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้ให้ใช้ตัวเลขแสดงระดับ ผลการเรียนเป็น ๘ ระดับ ดังนี้

ระดับผลการเรียน	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
๔	ดีเยี่ยม	๘๐ – ๑๐๐
๓.๕	ดีมาก	๗๕ – ๗๙
๓	ดี	๗๐ – ๗๔
๒.๕	ค่อนข้างดี	๖๕ – ๖๙
๒	ปานกลาง	๖๐ – ๖๔
๑.๕	พอใช้	๕๕ – ๕๙
๑	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	๕๐ – ๕๔
๐	ต่ำกว่าเกณฑ์	๐ – ๔๙

ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น / ตอนปลาย รายวิชาที่จะนับหน่วยกิต ได้ จะต้องได้ระดับ ผลการเรียน “๑” ถึง “๔” เท่านั้น

ในกรณีที่ไม่สามารถให้ระดับผลการเรียนเป็น ๘ ระดับได้ ให้ใช้ตัวอักษรระบุเงื่อนไขของผลการเรียน ดังนี้

“ มส” หมายถึง ผู้เรียนไม่มีสิทธิเข้ารับการประเมินผลปลายภาคเรียน เนื่องจากผู้เรียน มีเวลาเรียนไม่ถึงร้อยละ ๘๐ ของเวลาเรียนแต่ละวิชา และไม่ได้รับการผ่อนผันให้เข้ารับการวัดผลปลายภาคเรียน

“ ร ” หมายถึง รอการตัดสินและยังตัดสินผลการเรียนไม่ได้ เนื่องจากผู้เรียนไม่มีข้อมูล ประเมินผลการเรียนรายวิชานั้นครบถ้วน เช่น ไม่ได้วัดผลกลางภาคเรียน / ปลายภาคเรียน ไม่ได้ส่งงานที่ มอบหมายให้ทำ ซึ่งงานนั้นเป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินผลการเรียน หรือมีเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ประเมินผลการ เรียนไม่ได้ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากหัวหน้าสถานศึกษาก่อน ให้ผลการเรียน “ ร ”

การประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ผลการประเมิน เป็นผ่านและไม่ผ่าน ถ้ากรณีที่ผ่านกำหนดเกณฑ์การตัดสินเป็น ดีเยี่ยม ดี และ ผ่าน และความหมายของแต่ละระดับดังนี้

“ ดีเยี่ยม” หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีความสามารถจับใจความสำคัญได้ครบถ้วน เขียนวิพากษ์วิจารณ์ เขียน สร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นประกอบอย่างมีเหตุผลได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ใช้ภาษาสุภาพ และเรียบเรียงได้สละสลวย

“ ดี” หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีความสามารถจับใจความสำคัญได้ เขียนวิพากษ์วิจารณ์ และเขียน สร้างสรรค์ได้ โดยใช้ภาษาสุภาพ

“ ผ่าน” หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีความสามารถจับใจความสำคัญและเขียนวิพากษ์วิจารณ์ได้บ้าง

“ไม่ผ่าน” หมายถึง ไม่มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และ เขียน หรือถ้ามีผลงาน ผลงานนั้นยังมีข้อบกพร่องที่ต้องได้รับการปรับปรุง แก้ไขหลายประการ ไม่สามารถจับใจความสำคัญและเขียนวิพากษ์วิจารณ์ได้

การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นการประเมินรวมทุกคุณลักษณะเพื่อการเลื่อนชั้น และจบการศึกษา เป็นผ่านและไม่ผ่าน ในการผ่านกำหนดเกณฑ์การตัดสินเป็นดีเยี่ยม ดี และผ่าน และความหมายของแต่ละระดับ ดังนี้

“ ดีเยี่ยม” หมายถึง ผู้เรียนปฏิบัติตนตามคุณลักษณะจนเป็นนิสัย และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อประโยชน์สุขของตนเองและสังคม โดยพิจารณาจาก ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๕ – ๘ คุณลักษณะ และไม่มี คุณลักษณะใดได้ผลการประเมินต่ำกว่า ระดับดี

“ดี” หมายถึง ผู้เรียนมีคุณลักษณะในการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ เพื่อให้เป็นการยอมรับ ของสังคม โดยพิจารณาจาก

๑) ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๑ – ๔ คุณลักษณะ และบาง คุณลักษณะได้ผลการประเมินระดับดี หรือ

๒) ได้ผลการประเมินระดับดี ทั้ง ๘ คุณลักษณะ

๓) ได้ผลการประเมินระดับดีขึ้นไป จำนวน ๕ – ๘ คุณลักษณะ และมีบางคุณลักษณะได้ผลการประเมินระดับผ่าน

“ผ่าน” หมายถึง ผู้เรียนรับรู้และปฏิบัติตามกฎเกณฑ์และเงื่อนไขที่โรงเรียนกำหนด โดยพิจารณาจาก

๑) ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทั้ง ๘ คุณลักษณะ

๒) ได้ผลการประเมินระดับดี จำนวน ๑ – ๔ คุณลักษณะ และ คุณลักษณะที่เหลือได้ผลการประเมินระดับผ่าน

“ไม่ผ่าน” หมายถึง ผู้เรียนรับรู้และปฏิบัติได้ไม่ครบตามกฎเกณฑ์ และเงื่อนไขที่สถานศึกษากำหนดโดยพิจารณาจากผลการประเมินระดับไม่ผ่าน ตั้งแต่ ๑ คุณลักษณะ

การประเมินกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

การประเมินกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน จะต้องพิจารณาทั้งเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมการปฏิบัติกิจกรรมและผลงานของผู้เรียน ตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด และให้ผลการประเมินเป็นผ่าน ไม่ผ่าน

“ ผ ” หมายถึง ผู้เรียนมีเวลาเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ปฏิบัติกิจกรรมและ มีผลงานตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

“ มผ ” หมายถึง ผู้เรียนมีเวลาเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ปฏิบัติกิจกรรม และ มีผลงานไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

๓. การเปลี่ยนผลการเรียน

๓.๑ การเปลี่ยนผลการเรียน “ ๐ ”

สถานศึกษาจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมในมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่ผู้เรียนสอบไม่ผ่านกอ่ น ด้วยวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ให้เกิดพัฒนาการตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดให้ครบถ้วน จนผู้เรียนสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินผล ครบทุกตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แล้วจึงสอบแก้ตัวได้ไม่ เกิน ๒ ครั้ง ให้ได้ระดับผลการเรียนตั้งแต่ “ ๑ ” ถ้าผู้เรียนไม่ดำเนินการสอบแก้ตัวตามระยะเวลาที่สถานศึกษากำหนด ให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษาที่จะพิจารณาขยายเวลาออกไปอีก ๑ ภาคเรียน ทั้งนี้ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในปีการศึกษานั้น ถ้าสอบแก้ตัว ๒ ครั้งแล้ว ยังได้ระดับผลการเรียน “๐” อีก ให้ สถานศึกษาแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินการเกี่ยวกับการเปลี่ยนผลการเรียนของผู้เรียน โดยปฏิบัติ ดังนี้

๑) ถ้าเป็นรายวิชาพื้นฐาน ให้เรียนซ้ำรายวิชานั้น

๒) ถ้าเป็นรายวิชาเพิ่มเติม ให้เรียนซ้ำหรือเปลี่ยนรายวิชาเรียนใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษา ในกรณีที่เปลี่ยนรายวิชาเรียนใหม่ ให้หมายเหตุในระเบียนแสดงผลการเรียนว่าเรียนแทนรายวิชาใด

๓.๒ การเปลี่ยนผลการเรียน “ มส ” การเปลี่ยนผลการเรียน มี ๒ กรณี ดังนี้ กรณีผู้เรียนได้ผลการเรียน “มส” เพราะมีเวลาเรียนไม่ถึงร้อยละ ๘๐ แต่ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ ของเวลาเรียนทั้งหมด ให้สถานศึกษาจัดให้เรียนเพิ่มเติม โดยใช้ชั่วโมงสอนซ่อมเสริมหรือใช้เวลาว่าง หรือ ใช้วันหยุด หรือมอบหมายงานให้ทำ จนมีเวลาเรียนครบตามที่กำหนดไว้สำหรับรายวิชานั้น แล้วจึงให้วัดผล ปลายภาคเป็นกรณีพิเศษ ผลการแก้ “มส” ให้ได้ระดับผลการเรียนไม่เกิน “๑” การแก้ “มส” กรณีนี้ให้กระทำให้เสร็จสิ้นภายในปีการศึกษานั้น ถ้าผู้เรียนไม่มาดำเนินการแก้ “ มส ” ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้นี้ให้เรียนซ้ำ ยกเว้นมีเหตุสุดวิสัย ให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษาที่จะขยาย เวลาการแก้ “ มส ” ออกไปอีกไม่เกิน ๑ ภาคเรียน แต่เมื่อพ้นกำหนดนี้แล้วให้ปฏิบัติดังนี้

๑) ถ้าเป็นรายวิชาพื้นฐาน ให้เรียนซ้ำรายวิชานั้น

๒) ถ้าเป็นรายวิชาเพิ่มเติม ให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษา ให้เรียนซ้ำ หรือเปลี่ยนรายวิชาเรียนใหม่ กรณีผู้เรียนได้ผลการเรียน “ มส ” และมีเวลาเรียนน้อยกว่าร้อยละ ๖๐ ของเวลาเรียนทั้งหมด ให้สถานศึกษาดำเนินการดังนี้

๑) ถ้าเป็นรายวิชาพื้นฐานให้เรียนซ้ำรายวิชานั้น

๒) ถ้าเป็นรายวิชาเพิ่มเติมให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษา ให้เรียนซ้ำ หรือเปลี่ยนรายวิชาเรียนใหม่ ในกรณีที่เปลี่ยนรายวิชาเรียนใหม่ ให้หมายเหตุในระเบียนแสดงผลการเรียนว่าเรียนแทนรายวิชาใด

๓.๓ การเปลี่ยนผลการเรียน “ ร ” ให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ไข “ ร ” ตามสาเหตุ เมื่อผู้เรียนแก้ไขปัญหาเสร็จแล้วให้ได้ ระดับผลการเรียนตามปกติ ตั้งแต่ “ ๐ – ๔ ”

ถ้าผู้เรียนไม่ดำเนินการแก้ไข “ ร ” ให้เสร็จสิ้นภายในปีการศึกษานั้น ให้ผู้สอนนำข้อมูลที่มีอยู่ ตัดสินผลการเรียน ยกเว้นมีเหตุสุดวิสัย ให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษาที่จะขยายเวลาการแก้ “ ร ” ออกไป อีกไม่เกิน ๑ ภาคเรียน ทั้งนี้ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในปีการศึกษานั้น เมื่อพ้นกำหนดนี้แล้ว หากผลการ เรียนเป็น “๐” ให้ดำเนินแก้ไขตามหลักเกณฑ์

๓.๔ การเปลี่ยนผลการเรียน “ มผ ” กรณีที่ผู้เรียนได้ผล “ มผ ” สถานศึกษาต้องจัดซ่อมเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรม ในส่วนที่ ผู้เรียนไม่ได้เข้าร่วม หรือไม่ได้ทำจนครบถ้วน แล้วจึงเปลี่ยนผลการเรียนจาก “ มผ ” เป็น “ ผ ” ทั้งนี้ ต้อง ดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในภาคเรียนนั้นๆ ยกเว้น มีเหตุสุดวิสัยให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษาที่จะพิจารณา ขยายเวลาออกไปอีกไม่เกิน ๑ ภาคเรียน สำหรับภาคเรียนที่ ๒ ต้องดำเนินการ ให้เสร็จสิ้นภายในปีการศึกษา นั้น

๔. การเลื่อนชั้น ผู้เรียนจะได้รับการตัดสินผลการเรียนทุกภาคเรียน และได้รับการเลื่อนชั้นเมื่อสิ้นปีการศึกษา โดยมีคุณสมบัติเกณฑ์ ดังนี้

๑) รายวิชาพื้นฐานและรายวิชาเพิ่มเติม ได้รับการตัดสินผลการเรียน ผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

๒) ผู้เรียนต้องได้รับการประเมิน และมีผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

๓) ระดับผลการเรียนเฉลี่ยในปีการศึกษานั้น ได้ไม่ต่ำกว่า ๑.๐๐ ทั้งนี้ รายวิชาใดที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน สถานศึกษาสามารถซ่อมเสริม ให้ผู้เรียนได้รับ การแก้ไขในภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้สำหรับภาคเรียนที่ ๒ ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในปีการศึกษานั้น แต่ หากผู้เรียนไม่ผ่านรายวิชาจำนวนมาก และมีแนวโน้มว่าจะเป็นปัญหาต่อการเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นสถานศึกษา อาจตั้งคณะกรรมการพิจารณาให้เรียนซ้ำชั้นได้ ทั้งนี้ ให้คำนึงถึงวุฒิภาวะ และความรู้ความสามารถของผู้เรียน เป็นสำคัญ

๕. การสอนซ่อมเสริม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กำหนดให้สถานศึกษาจัดสอน ซ่อมเสริมเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเต็มตามศักยภาพ การสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนเพื่อแก้ไข ข้อบกพร่อง กรณีที่ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะกระบวนการ หรือเจตคติ/ คุณลักษณะ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ สถานศึกษากำหนด สถานศึกษาต้องจัดสอนซ่อมเสริมเป็นกรณีพิเศษ เปิดโอกาสให้แก่ผู้เรียนได้มีเวลาเรียนรู้ สิ่งต่าง ๆ เพิ่มขึ้น จนสามารถบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด นอกเหนือไปจากการสอนตามปกติ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ เป็นการให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ เรียนรู้และพัฒนา เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่พบในผู้เรียน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย และตอบสนอง ความแตกต่างระหว่างบุคคล การสอนซ่อมเสริมสามารถดำเนินการได้ในกรณีดังต่อไปนี้

๑) ผู้เรียนมีความรู้/ทักษะพื้นฐานไม่เพียงพอที่จะศึกษาในแต่ละรายวิชานั้น ควรจัดการ สอนซ่อมเสริม ปรับความรู้/ทักษะพื้นฐาน

๒) การประเมินระหว่างเรียนผู้เรียน ไม่สามารถแสดงความรู้ ทักษะกระบวนการ หรือ เจตคติ/คุณลักษณะ ที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

๓) ผลการเรียนไม่ถึงเกณฑ์และ/หรือต่ำกว่าเกณฑ์การประเมิน โดยผู้เรียนได้ระดับผลการเรียน " ๐ " ต้องจัดการสอนซ่อมเสริมก่อนจะให้ผู้เรียนสอบแก้ตัว

๔) ผู้เรียนมีผลการเรียนไม่ผ่าน สามารถจัดสอนซ่อมเสริมในภาคฤดูร้อน ทั้งนี้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของ สถานศึกษา

๕) ผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินรายวิชาใด และได้เรียนซ่อมเสริม และสอบแก้ตัว ๒ ครั้ง แล้ว ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ให้เรียนซ้ำรายวิชานั้น โดยใช้เวลาเรียนเท่ากับเวลาเรียนปกติ ทั้งนี้ สถานศึกษาอาจจัด เวลาให้ผู้เรียนเรียนซ้ำในช่วงใดช่วงหนึ่งที่สถานศึกษาเห็นว่าเหมาะสม เช่น เวลาพักกลางวัน วันหยุด ชั่วโมง ว่างหลังเลิกเรียน ภาคฤดูร้อน เป็นต้น และให้มีการประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน และได้ระดับผลการ เรียนเช่นเดียวกับการประเมินผลรายวิชาที่มีการเรียนตามปกติ กรณีรายวิชาที่ต้องเรียนซ้ำเป็นพื้นฐานของ รายวิชาต่อไป ต้องจัดให้มีการเรียนซ้ำก่อน

การสอนซ่อมเสริมมีหลักดำเนินการดังต่อไปนี้

๑) เรียนซ่อมเสริมและสอบแก้ตัว ในกรณีที่ผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินรายวิชา โดยมีข้อบกพร่อง เพียงเล็กน้อย ให้สถานศึกษาพิจารณาผู้เรียนที่ต้องเข้ารับการซ่อมเสริม ว่ามีข้อบกพร่องในมาตรฐานการเรียนรู้ ใด ต้องจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมในส่วนนั้นใหม่ให้ครบถ้วน แล้วทำการประเมินผลการเรียน เฉพาะส่วนนั้น กรณีที่ผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมิน ให้นำคะแนนในส่วนที่ซ่อมเสริมนี้ไปรวมกับคะแนนในส่วน ที่ไม่ต้องซ่อมเสริม แล้วตัดสินผลการเรียนรายวิชานั้นอีกครั้ง โดยได้ระดับผลการเรียนตามเกณฑ์ปกติ กรณี ผู้เรียนไม่ผ่านการประเมินซ่อมเสริมจะต้องเรียนซ้ำรายวิชา

๒) เรียนซ้ำรายวิชา ในกรณีที่เรียนซ่อมเสริมและสอบแก้ตัวแล้ว ผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินรายวิชาใด ให้เรียนซ้ำรายวิชานั้น ให้สถานศึกษาจัดการเรียนซ้ำรายวิชาสำหรับผู้เรียนที่ต้องเรียนซ้ำ โดยต้อง จัดให้เรียนรายวิชาเดิมที่ไม่ผ่านนั้น โดยใช้เวลาเรียนเท่ากับเวลาเรียนของรายวิชานั้น ทั้งนี้สถานศึกษาอาจจัด เวลาให้ผู้เรียนเรียนซ้ำได้ตามความเหมาะสม และประเมินผลการเรียนตามปกติ

๖. การเรียนซ้ำชั้น โรงเรียนดำเนินการจัดเรียนซ้ำชั้น ในกรณีที่พบว่าผู้เรียน มีผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด ไม่ให้ความเอาใจใส่ในการเรียน ซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียน และการพัฒนาการในด้าน ต่างๆ จำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาผู้เรียนที่มีข้อบกพร่องทางการ เรียน และมีคุณภาพการเรียนต่ำ รวมทั้งเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและคุณภาพการศึกษา แห่งชาติ โดยคณะกรรมการผู้รับผิดชอบเป็นผู้พิจารณาการเรียนซ้ำชั้น เนื่องจากจะเป็นปัญหาต่อผู้เรียนในการ เรียนระดับสูงขึ้น ก็จะจัดให้เรียนซ้ำชั้น แล้วให้ยกเลิกผลการเรียนเดิม และให้ใช้ผลการเรียนใหม่แทน หาก ผู้เรียนมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

๑) ผู้เรียนมีระดับผลการเรียนเฉลี่ยของปีที่ผ่านมาต่ำกว่า ๑.๐๐ และไม่ให้ความเอาใจใส่การเรียน คณะกรรมการพิจารณาผลการเรียนซ้ำชั้นเห็นสมควรให้ผู้เรียนเรียนซ้ำชั้น เนื่องจากจะเป็นปัญหาต่อผู้เรียนในการเรียนระดับสูงขึ้น โดยให้ยกเลิกผลการเรียนเดิม ให้ใช้ผลการเรียนใหม่แทน

๒) ผู้เรียนมีผลการเรียน ๐, ร, มส, เกินครึ่งหนึ่งของรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษานั้น และไม่ให้ความเอาใจใส่ในการเรียน คณะกรรมการพิจารณาการเรียนซ้ำชั้น พิจารณาว่าหากเลื่อนชั้นอาจเป็นปัญหาต่อผู้เรียนในการเรียนระดับสูงขึ้น ให้จัดผู้เรียนเรียนซ้ำชั้น

๓) ผู้เรียนขาดเรียนติดต่อกันนาน ๑๕ วัน โดยไม่แจ้งสาเหตุของการขาดเรียนกับสถานศึกษา ให้นายทะเบียนวัดผล แจ้งผู้เรียน ผู้ปกครอง และผู้เกี่ยวข้องทราบ เพื่อแขวนลอยผู้เรียน เมื่อผู้เรียนถูกแขวนลอยแล้ว และผู้ปกครองไม่มาดำเนินการติดต่อขอกลับเข้าเรียนภายใน ๔๕ วัน หลังจากการแขวนลอยให้ คณะกรรมการพิจารณาการเรียนซ้ำชั้น ถ้าผู้เรียนต้องเรียนซ้ำชั้น ให้สถานศึกษาแจ้งผู้เรียน และผู้ปกครองทราบ

๔) ผู้เรียน ที่ไม่มาเรียนในภาคเรียนที่ ๑ และไม่ได้รับการตัดสินผลการเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้ดำเนินการแขวนลอยผู้เรียนแล้ว ตามข้อ ๖) คณะกรรมการพิจารณาผลการเรียนซ้ำชั้น เห็นสมควรให้ผู้เรียนเรียนซ้ำชั้น เนื่องจากจะเป็นปัญหาต่อผู้เรียนในการเรียนระดับสูงขึ้น โดยให้ยกเลิกผลการเรียนเดิม และใช้ผล การเรียนใหม่แทน

๕) ถ้าเห็นว่า ผู้เรียนคนใดสมควรต้องเรียนซ้ำชั้น ตามที่คณะกรรมการพิจารณาผลการเรียนซ้ำชั้นพิจารณา ให้งานทะเบียนวัดผลชี้แจงเหตุผล ให้ผู้เรียนและและผู้ปกครองทราบว่า การจัดให้เรียนซ้ำชั้นนั้น จะทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนา และมีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะศึกษาต่อในระดับชั้นที่สูงขึ้น

๖) กรณีผู้ปกครองมีความประสงค์ให้ผู้เรียนเรียนซ้ำชั้น เนื่องจาก ผู้เรียนขาดเรียนนาน หรือ ต้องการให้ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ดียิ่งขึ้น ผู้ปกครองต้องแจ้งความจำนง ให้ผู้เรียนเรียนซ้ำชั้นต่อนายทะเบียน วัดผล และคณะกรรมการพิจารณาการเรียนซ้ำชั้นเห็นสมควรให้ซ้ำชั้น ก็จัดให้ซ้ำชั้น

ทั้งนี้ การเรียนซ้ำชั้น ให้ยกเลิกผลการเรียนเดิม และใช้ผลการเรียนใหม่แทน หากพิจารณาแล้วไม่ต้องเรียนซ้ำชั้น ให้อยู่ในดุลพินิจของสถานศึกษาในการแก้ไขผลการเรียน

เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียน

๑. การตัดสิน การให้ระดับและการรายงานผลการเรียน

๑.๑ การตัดสินผลการเรียน ในการตัดสินผลการเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้ การอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนนั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงการพัฒนาผู้เรียนแต่ละคนเป็นหลัก และต้อง เก็บข้อมูลของผู้เรียนทุกด้านอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องในแต่ละภาคเรียน รวมทั้งสอนซ่อมเสริมผู้เรียนให้พัฒนา จนเต็มตามศักยภาพ

(๑) ตัดสินผลการเรียนเป็นรายวิชา ผู้เรียนต้องมีเวลาเรียนตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า ร้อยละ ๘๐ ของเวลาเรียนทั้งหมดในรายวิชานั้น ๆ

(๒) ผู้เรียนต้องได้รับการประเมินทุกตัวชี้วัด และผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

(๓) ผู้เรียนต้องได้รับการตัดสินผลการเรียนทุกรายวิชา

(๔) ผู้เรียนต้องได้รับการประเมิน และมีผลการประเมินผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด ในการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน การพิจารณาเลื่อนชั้นทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ถ้าผู้เรียนมีข้อบกพร่องเพียงเล็กนอ้ ย และสถานศึกษาพิจารณาเห็นว่าสามารถพัฒนาและสอนซ่อมเสริมได้ ให้อยู่ในดุลพินิจของสถานศึกษาที่จะผ่อน ผัน

ให้เลื่อนชั้นได้ แต่หากผู้เรียนไม่ผ่านรายวิชาจำนวนมาก และมีแนวโน้มว่าจะเป็นปัญหาต่อการเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น สถานศึกษาอาจตั้งคณะกรรมการพิจารณาให้เรียนซ้ำชั้นได้ ทั้งนี้ให้คำนึงถึงวุฒิภาวะและความรู้ความสามารถของผู้เรียนเป็นสำคัญ

๑.๒ การให้ระดับผลการเรียน ในการตัดสินเพื่อให้ระดับผลการเรียนรายวิชา ให้ใช้ตัวเลขแสดงระดับผล การเรียนเป็น ๘ ระดับ การประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์นั้น ให้ระดับผล การประเมินเป็น ดีเยี่ยม ดี และผ่าน การประเมินกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน จะต้องพิจารณาทั้งเวลาการเข้าร่วมกิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรมและผลงานของผู้เรียน ตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด และให้ผลการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นผ่าน และไม่ผ่าน

๑.๓ การรายงานผลการเรียน การรายงานผลการเรียนเป็นการสื่อสารให้ผู้ปกครองและผู้เรียนทราบความก้าวหน้า ในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสถานศึกษาต้องสรุปผลการประเมินและจัดทำเอกสารรายงานให้ผู้ปกครองทราบเป็นระยะ ๆ หรือ อย่างน้อยภาคเรียนละ ๑ ครั้ง การรายงานผลการเรียนสามารถรายงานเป็นระดับคุณภาพการปฏิบัติของผู้เรียนที่สะท้อนมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้

๒.เกณฑ์การจบการศึกษา กำหนดเกณฑ์การจบการศึกษาของโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ แบ่งตามระดับการศึกษาที่โรงเรียนเปิดสอนอย่างชัดเจน

๒.๑ เกณฑ์การจบระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

(๑) ผู้เรียนเรียนรายวิชาพื้นฐานและเพิ่มเติม โดยเป็นรายวิชาพื้นฐาน ๖๖ หน่วยกิต และเป็นรายวิชาเพิ่มเติมตามที่สถานศึกษากำหนด

(๒) ผู้เรียนต้องได้หน่วยกิต ตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า ๗๗ หน่วยกิต โดยรายวิชาพื้นฐาน ๖๖ หน่วยกิต และรายวิชาเพิ่มเติมไม่น้อยกว่า ๑๑ หน่วยกิต

(๓) ผู้เรียนมีผลการประเมิน การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ในระดับผ่าน เกณฑ์การประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด

(๔) ผู้เรียนมีผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ในระดับผ่าน เกณฑ์การประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด

(๕) ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน และมีผลการประเมินผ่านเกณฑ์การประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด

๒.๒ เกณฑ์การจบระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

(๑) ผู้เรียนเรียนรายวิชาพื้นฐานและเพิ่มเติม โดยเป็นรายวิชาพื้นฐาน ๔๑ หน่วยกิต และเป็นรายวิชาเพิ่มเติมตามที่สถานศึกษากำหนด

(๒) ผู้เรียนต้องได้หน่วยกิตตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า ๗๗ หน่วยกิต โดยรายวิชาพื้นฐาน ๔๑ หน่วยกิต และรายวิชาเพิ่มเติมไม่น้อยกว่า ๓๖ หน่วยกิต

(๓) ผู้เรียนมีผลการประเมิน การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนในระดับผ่าน เกณฑ์การประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด

(๔) ผู้เรียนมีผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ในระดับผ่านเกณฑ์ การประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด

(๕) ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน และมีผลการประเมินผ่านเกณฑ์ การประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด

การเทียบโอนผลการเรียน การเทียบโอนผลการเรียนของผู้เรียนจากสถานศึกษาได้ในกรณีต่างๆ ได้แก่ การย้ายสถานศึกษา การ เปลี่ยนรูปแบบการศึกษา การย้ายหลักสูตร การละทิ้งการศึกษา และการขอกลับเข้ารับการศึกษาต่อ การศึกษา จากต่างประเทศ และขอเข้าศึกษาต่อในประเทศ นอกจากนี้สามารถเทียบโอนความรู้ ทักษะ ประสบการณ์จาก แหล่งการเรียนรู้อื่นๆ เช่น สถานประกอบการ สถาบันทางศาสนา สถาบันการฝึกอบรมอาชีพ การจัดการศึกษา โดยครอบครัว เป็นต้น การเทียบโอนผลการเรียนควรดำเนินการในช่วงก่อนเปิดภาคเรียนแรก หรือต้นภาคเรียนแรกที่สถานศึกษารับผู้ขอเทียบโอนเป็นผู้เรียน ทั้งนี้ผู้เรียนที่ได้รับการเทียบโอนผลการเรียนต้องศึกษาต่อเนื่องใน สถานศึกษาที่รับเทียบโอนอย่างน้อย ๑ ภาคเรียน โดยสถานศึกษากำหนดรายวิชา จำนวนหน่วยกิต ที่จะรับ เทียบโอนตามความเหมาะสม

การพิจารณาการเทียบโอน สามารถดำเนินการได้ดังนี้

๑. พิจารณาจากหลักฐานการศึกษา ซึ่งจะให้ข้อมูลที่แสดงความรู้ ความสามารถของผู้เรียน

๒. พิจารณาจากความรู้ ประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติจริง การทดสอบ การสัมภาษณ์ เป็นต้น

๓. พิจารณาจากความสามารถ และการปฏิบัติจริง การเทียบโอนผลการเรียน ให้ดำเนินการในรูปของคณะกรรมการการเทียบโอน จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ คน แต่ไม่เกิน ๕ คน โดยมีแนวทางในการเทียบโอนดังนี้

๑. กรณีผู้ขอเทียบโอนมีผลการเรียนมาจากหลักสูตรอื่นให้นำรายวิชาหรือหน่วยกิตที่มีมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์/เนื้อหาที่สอดคล้องกัน ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ มาเทียบโอนผลการเรียน และพิจารณาให้ระดับผลการเรียนให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่รับเทียบโอน

๒. กรณีการเทียบโอนความรู้ ทักษะและประสบการณ์ ให้พิจารณาจากเอกสารหลักฐาน (ถ้า มี) โดยให้มีการประเมินด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย และให้ระดับผลการเรียนให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่รับ เทียบโอน

๓. กรณีการเทียบโอนนักเรียนที่เข้าโครงการแลกเปลี่ยนต่างประเทศ ให้ดำเนินการตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่องหลักการและแนวปฏิบัติการเทียบชั้นการศึกษาสำหรับนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการแลกเปลี่ยน ทั้งนี้ วิธีการและแนวทางการเทียบโอนผลการเรียน ให้เป็นไปตามหลักการและแนวทางการเทียบโอนผลการเรียน ตามประกาศของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องการเทียบโอนผลการเรียนการศึกษาขั้นพื้นฐานและการศึกษาระดับอุดมศึกษา ระดับต่ำกว่าปริญญา ประกาศ ณ วันที่ ๑๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๔๐ และแนวปฏิบัติที่เกี่ยวกับการเทียบโอนผลการเรียน เข้าสู่การศึกษาในระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สิงหาคม ๒๕๔๙)

การรายงานผลการเรียน การรายงานผลการเรียนเป็นการสื่อสารให้ผู้ปกครองและผู้เรียนทราบความก้าวหน้าในการ เรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสถานศึกษาต้องสรุปผลการประเมิน และจัดทำเอกสารรายงานให้ผู้ปกครองทราบเป็น ระยะๆ หรืออย่างน้อยภาคเรียนละ ๑ ครั้ง

๑. จุดมุ่งหมายการรายงานผลการเรียน

๑.๑ เพื่อแจ้งให้ผู้เรียน ผู้เกี่ยวข้องทราบความก้าวหน้าของผู้เรียน

๑.๒ เพื่อให้ผู้เรียน ผู้เกี่ยวข้องใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง แก้ไข ส่งเสริม และพัฒนาการเรียนของผู้เรียน

๑.๓ เพื่อให้ผู้เรียน ผู้เกี่ยวข้องใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการเรียน กำหนดแนวทางการศึกษา และการเลือกอาชีพ

๑.๔ เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้ที่มีหน้าเกี่ยวข้อง ใช้ในการออกเอกสารหลักฐานการศึกษา ตรวจสอบ และรับรองผลการเรียน หรือวุฒิทางการศึกษาของผู้เรียน

๑.๕ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับสถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และหน่วยงานต้นสังกัด ใช้ประกอบในการกำหนดนโยบาย วางแผนในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา

๒. ข้อมูลในการรายงานผลการเรียน

๒.๑ ข้อมูลระดับชั้นเรียน ประกอบด้วย เวลามาเรียน ผลการประเมินความรู้ ความสามารถพฤติกรรมการเรียน ความประพฤติและผลงานในการเรียนของผู้เรียน เป็นข้อมูลสำหรับรายงาน ให้ผู้มีส่วน เกี่ยวข้องได้รับทราบความก้าวหน้า ความสำเร็จในการเรียน ของผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนกำหนด เป้าหมายและวิธีการในการพัฒนาผู้เรียน

๒.๒ ข้อมูลระดับสถานศึกษา ประกอบด้วย ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ผลการประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และผลการประเมินกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนรายปี/รายภาคโดยรวม เพื่อใช้เป็นข้อมูลและสารสนเทศ ใน การพัฒนาการเรียนการสอนและคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ตัดสินการเลื่อนชั้น และการซ่อมเสริมผู้เรียนที่มีข้อบกพร่องให้ผ่านระดับชั้น และเป็นข้อมูลในการออกเอกสารหลักฐานการศึกษา

๒.๓ ข้อมูลการประเมินคุณภาพระดับเขตพื้นที่การศึกษา ได้แก่ ผลการประเมินคุณภาพของผู้เรียน ด้วยแบบประเมินที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจัดทำขึ้น เป็นข้อมูลที่ใช้วางแผน และดำเนินการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา เพื่อให้เกิดการยกระดับคุณภาพ และมาตรฐานการศึกษาของผู้เรียน และสถานศึกษา

๒.๔ ข้อมูลผลการประเมินคุณภาพระดับชาติ ได้แก่ ผลการประเมินคุณภาพของผู้เรียน ด้วยแบบประเมินที่เป็นมาตรฐานระดับชาติ ซึ่งดำเนินการโดยหน่วยงานระดับชาติ เป็นข้อมูลที่ผู้เกี่ยวข้องใช้วางแผนและดำเนินการพัฒนาคุณภาพการศึกษา เพื่อให้เกิดการยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาของผู้เรียน สถานศึกษา ท้องถิ่น เขตพื้นที่การศึกษาและประเทศชาติ รวมทั้งนำไปรายงานในเอกสารหลักฐานการศึกษาของผู้เรียน

๓. ลักษณะข้อมูลสำหรับการรายงาน การรายงานผลการ มีรูปแบบดังนี้

๓.๑ รายงานเป็นตัวเลข ตัวอักษรที่เป็นตัวแทนระดับความรู้ ความสามารถของผู้เรียน ได้แก่

๑) คะแนนที่ได้กับคะแนนเต็ม

๒) ระดับผลการเรียน “๐ - ๔” และผลการเรียนที่มีเงื่อนไข “ผ” “มผ” “ร” และ “มส”

๓) ผลการประเมินคุณภาพ “ดีเยี่ยม” “ดี” “ผ่าน”

๔) ผลการตัดสินผ่านระดับชั้น “ผ่าน” “ไม่ผ่าน”

๓.๒ รายงานเป็นข้อความ เป็นการบรรยายพฤติกรรม หรือคุณภาพที่ผู้ประเมินสังเกตพบเพื่อรายงานให้ทราบว่าผู้เรียนมีความสามารถ มีพฤติกรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามมาตรฐานการ เรียนรู้ / ตัวชี้วัด และบุคลิกภาพอย่างไร เอกสารหลักฐานการศึกษา เอกสารหลักฐานการศึกษา เป็นเอกสารสำคัญที่บันทึกผลการเรียน ข้อมูลและสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ แบ่งออกเป็น ๒ ประเภท ดังนี้

๑. เอกสารหลักฐานการศึกษาที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด

๑.๑ ระเบียนแสดงผลการเรียน เป็นเอกสารแสดงผลการเรียนและรับรองผลการเรียนของผู้เรียน ตามรายวิชา ผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน ผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของ สถานศึกษา และผลการประเมินกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน สถานศึกษาจะต้องบันทึกข้อมูลและออกเอกสารนี้ให้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาภาคบังคับ (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓) จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖) หรือเมื่อลาออกจากสถานศึกษาในทุกกรณี

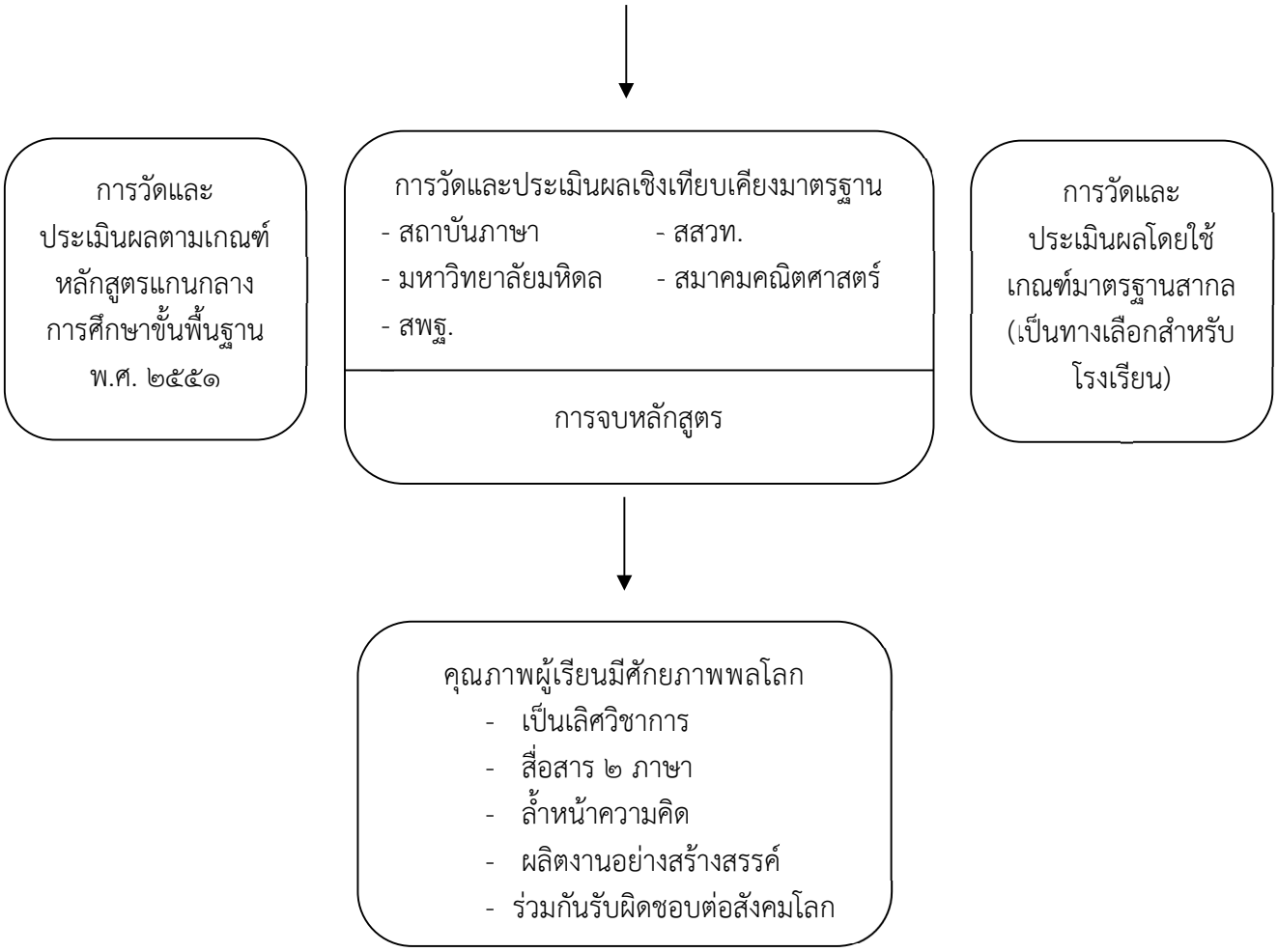
๑.๒ ประกาศนียบัตร เป็นเอกสารแสดงวุฒิการศึกษาเพื่อรับรองศักดิ์และสิทธิ์ของผู้จบการศึกษา ที่สถานศึกษาให้ไว้แก่ผู้จบการศึกษาภาคบังคับ และผู้จบการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน

๑.๓ แบบรายงานผู้สำเร็จการศึกษา เป็นเอกสารอนุมัติการจบหลักสูตรโดยบันทึกรายชื่อและ ข้อมูลของผู้จบการศึกษาภาคบังคับ (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓) และผู้จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖)

๒. เอกสารหลักฐานการศึกษาที่สถานศึกษากำหนด

เป็นเอกสารที่สถานศึกษาจัดทำขึ้นเพื่อบันทึกพัฒนาการ ผลการเรียนรู้ และข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับ ผู้เรียน เช่น แบบรายงานประจำตัวนักเรียน แบบบันทึกผลการเรียนประจำรายวิชา ระเบียนสะสม ใบรับรอง ผลการเรียน และ เอกสารอื่นๆ ตามวัตถุประสงค์ของการนำเอกสารไปใช้

ภารกิจของสถานศึกษาด้านการวัดและประเมินผลการเรียน
การวัดและประเมินผล
ตามโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมาตรฐานสากล



การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลในระดับชั้นเรียน เน้นการประเมินผลการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

๑. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

๒. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการ

๓. ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์ โดยดำเนินการควบคู่ไปกับการจัดการเรียนรู้และใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การประเมิน ภาคปฏิบัติ การประเมินสภาพจริง การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน การประเมินโดยการทดสอบ การสังเกต การซักถาม การสัมภาษณ์ เป็นต้น การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีหลักการดังนี้

๑. การวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องและครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ตาม กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในหลักสูตรสถานศึกษา และจัดให้มีการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตลอดจนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

๒. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด จะต้องครอบคลุมพฤติกรรม ด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. ๒๕๕๑ มุ่งที่จะพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีสติปัญญา มีความสุข และสำนึกถึงความเป็น ไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ ดังนั้น ในการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด และ ผลการเรียนรู้จึงต้องกำหนดให้ครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึง ประสงค์

กระบวนการเรียนการสอนและกระบวนการวัดประเมินผล จึงต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และเป้าหมายของหลักสูตร

๓. การวัดและประเมินผล ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน ทั้งนี้ เพื่อมุ่งตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียนรู้ว่าบรรลุผลการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่นำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน และข้อบกพร่องของกระบวนการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถ จนเกิดการพัฒนา สูงสุดตามศักยภาพของผู้เรียน ผู้สอนต้องทำแผนการวัดและประเมินผลไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบให้สอดคล้อง กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการ ประเมินผลตามสภาพจริง จากการประเมินทักษะความคิดซับซ้อนในการทำงานของผู้เรียน ความสามารถใน การแก้ปัญหา และการแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติในสภาพจริงจากการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

๔. การวัดและการประเมินผลต้องใช้วิธีหลากหลายเป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง เน้นการปฏิบัติ ดำเนินการอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้น เพื่อให้มีผลการวัดและ การประเมินผลที่มีความเที่ยงตรง หมายถึง วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้ตรง และเชื่อมั่น หมายถึง มีความน่าเชื่อถือ ต้อง ใช้หลายวิธีที่เหมาะสม

๕. แจ้งให้ผู้เรียนทราบมาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด วิธีการประเมินผลการเรียน เกณฑ์การ ผ่านมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และเกณฑ์ขั้นต่ำของการผ่านรายวิชา ก่อนสอนรายวิชานั้น

๖. กำหนดสัดส่วนการประเมินระหว่างเรียนกับการประเมินผลปลายภาคเรียน เป็นการ กำหนดน้ำหนักความสำคัญของการประเมิน ซึ่งน้ำหนักการประเมินระหว่างเรียนควรมากกว่าการประเมินตอนปลายภาคเรียน ซึ่งต้องพิจารณาถึงธรรมชาติของวิชาและผลการเรียนรู้ที่พึงประสงค์เป็นสำคัญ โดยเป็นไปตามระเบียบที่สถานศึกษาเป็นผู้กำหนด

๗. การจัดการเรียนการสอน ให้มีการประเมินผลการเรียนเป็นระยะๆ ระหว่างเรียน เพื่อปรับปรุง พัฒนา ถ้าพบปัญหาหรือข้อบกพร่องในตัวผู้เรียนต้องซ่อมเสริมทันที และประเมินผลปลายภาคเรียน เพื่อตัดสินผลการเรียน ซึ่งในการดำเนินการดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการครบถ้วน และให้ความ สนใจในการเรียนในชั้นเรียนอย่างจริงจัง ดังนี้

๗.๑ การประเมินผลก่อนเรียน เพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานของผู้เรียนซึ่งเป็นหน้าที่ ของผู้สอนทุกรายวิชาที่จะต้องทำการสำรวจ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับ พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคน ตามแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

๑) การประเมินความพร้อมและพื้นฐานของผู้เรียนเป็นการตรวจสอบความรู้ทักษะและความพร้อมต่างๆ ของผู้เรียนที่เป็นพื้นฐานของเรื่องใหม่ที่ต้องเรียนด้วยวิธีการที่เหมาะสม แล้วนำผล ที่ได้มาทำการประเมินผล เพื่อใช้ในการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนต่อไป โดยการประเมินความพร้อมและ พื้นฐานของผู้เรียนก่อนเรียน มีแนวการปฏิบัติดังนี้

- วิเคราะห์ความรู้และทักษะที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่ต้องเรียน
- เลือกวิธีการและจัดทำเครื่องมือสำหรับการประเมินความรู้ของผู้เรียน และ ทักษะพื้นฐานอย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ
- ดำเนินการประเมินความรู้และทักษะพื้นฐานของผู้เรียน
- นำผลการประเมินไปปรับปรุงผู้เรียนก่อนเรียน
- จัดการเรียนการสอนในเรื่องที่เตรียมไว้

๒) การประเมินความรู้ในเรื่องที่เตรียมไว้ เป็นการประเมินผลผู้เรียนในเรื่องที่ทำการสอนเพื่อตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีความรู้และทักษะในเรื่องที่เรียนนั้นมากเพียงใด เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นของผู้เรียนแต่ละคน ว่ามีความรู้เดิมอยู่เท่าใด จะได้ นำไปเปรียบเทียบกับการการประเมินผลการเรียนภายหลังการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการสอนว่า เกิดพัฒนาการการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ เพียงไร ซึ่งจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้มากน้อย เท่าไร และประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะใช้ประโยชน์ในการสนองตอบการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่ละคน แต่ละกลุ่มต่อไป การประเมินผลความรู้ก่อนเรียนมีขั้นตอนการปฏิบัติเหมือนกับการประเมินความ พร้อม ต่างกันเฉพาะความรู้และทักษะที่ต้องประเมินเท่านั้น

๗.๒ การประเมินผลระหว่างเรียน โดยในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องจัดกิจกรรมโดยยึดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมาย และประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อตรวจสอบการบรรลุผลการ เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ถ้าพบว่าผู้เรียนคนใดบกพร่องไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินข้อใดให้ซ่อมเสริมทันที เพื่อผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างครบถ้วน จริงจัง เป็นไปตามระบบที่จัดให้มีการสอน การสอบ และการซ่อม เสริมเข้าด้วยกัน และในการประเมิน ครูสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ผลการประเมินที่ถูกต้อง ตรง กับสภาพการพัฒนาการที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งสามารถประเมินได้จากผลงานระหว่างเรียน การบ้าน การ สังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ และการทดสอบ ฯลฯ

๗.๓ การวัดและประเมินผลปลายภาคเรียนเพื่อตรวจสอบผลการเรียน โดยวัดให้ครอบคลุมตัวชี้วัด ที่สำคัญตามที่สถานศึกษากำหนด โดยนำมาตรฐานการเรียนรู้ที่สำคัญมาประเมิน แล้วนำผลไปรวมกับ ผลการประเมินระหว่างเรียน ในการตัดสินผลการเรียนแต่ละรายวิชา และใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินมาตรฐานการเรียนรู้ปลายภาคเรียน

๘. การตัดสินผลการเรียนให้นำคะแนนระหว่างภาคเรียนรวมกับคะแนนปลายภาคเรียน ตามอัตราส่วนที่สถานศึกษากำหนด แล้วจึงตัดสินผลการเรียน ดังนี้

๘.๑ กำหนดให้ระดับผลการเรียน “ ๑ ” เป็นเกณฑ์การผ่านการประเมิน

๘.๒ การประเมินให้ได้ระดับผลการเรียน มีแนวดำเนินการ ดังนี้

๑) รายวิชาใดที่มีตัวชี้วัด /ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินใน ข้อใดข้อหนึ่ง ให้ได้ระดับผลการเรียน “ ๑ ”

๒) รายวิชาที่ผ่านเกณฑ์การประเมินตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายข้อ ให้นำข้อมูลผลการประเมินตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังทุกข้อมารวมกัน แล้วตัดสินให้ได้ระดับผลการเรียน ตั้งแต่ “ ๑– ๔ ” ตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๓ กรณีที่ไม่สามารถได้ระดับผลการเรียน ตั้งแต่ “๑– ๔” ให้ใช้ตัวอักษรระบุเงื่อนไขของผลการเรียน เป็น “มส. ” “ ร ”

๙. สถานศึกษาแจ้งผลการเรียน ให้ผู้เรียนและผู้ปกครองทราบเป็นระยะ การตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้เพื่อผ่านระดับชั้นเรียนและระดับช่วงชั้น

๑. ผู้เรียนต้องเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ทั้ง ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ตามโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา และทุกรายวิชาต้องได้รับการตัดสินผลการเรียน

๒. ผู้เรียนต้องได้รับการตัดสินผลการเรียนไม่ต่ำกว่า “๑ ” ทุกรายวิชา

๓. ผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มวิชาใด กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง อาจเป็นสาเหตุให้ ผู้เรียนต้องขยายเวลาเรียนในชั้นปีสุดท้ายออกไปอย่างน้อย ๑ ปี หรือจนกว่าสามารถผ่านการประเมินผลการ เรียนครบทุกกลุ่มวิชา ตามโครงสร้างหลักสูตร

การประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน

การประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ต้องการให้ผู้เรียนที่จบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ ซึ่งพื้นฐานสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ได้ ต้องมีความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน สถานศึกษาจึงได้จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ให้ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้จัดการเรียนการสอนส่งเสริมกิจกรรมการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน นอกจากนี้ยังได้จัดกิจกรรมโดยเฉพาะเพื่อช่วยให้ครูสามารถประเมินผลได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยมีแนวดำเนินการดังนี้

๑. กำหนดกิจกรรมที่ใช้ในการประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์ และเขียน ๓ กิจกรรม ดังนี้

๑.๑ กิจกรรม “ รักการอ่าน ”

๑.๒ กิจกรรม “ สืบค้นอิสระ”

๑.๓ กิจกรรม “บูรณาการ ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้”

๒. สถานศึกษาตั้งคณะกรรมการพิจารณาประเมินผู้เรียนแต่ละคน ตามแนวทางการประเมิน ที่กำหนดไว้

๓. การสรุปผลการประเมินเพื่อรายงาน เน้นการรายงานคุณภาพของความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน เป็น ๔ ระดับ คือ ดีเยี่ยม ดี ผ่าน และไม่ผ่าน

“ ดีเยี่ยม” หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่มีความสามารถจับใจความสำคัญได้ครบถ้วน เขียนวิพากษ์วิจารณ์ เขียน สร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นประกอบอย่างมีเหตุผลได้ถูกต้องและ สมบูรณ์ ใช้ภาษาสุภาพ และเรียบเรียงได้สละสลวย

“ ดี” หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และ เขียน ที่มีความสามารถจับใจความสำคัญได้ เขียนวิพากษ์วิจารณ์และเขียนสร้างสรรค์ได้ โดยใช้ภาษาสุภาพ

“ ผ่าน” หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ที่มีความสามารถจับใจความสำคัญและเขียนวิพากษ์วิจารณ์ได้บ้าง

“ไม่ผ่าน” หมายถึง มีผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ที่ไม่สามารถจับใจความสำคัญและเขียนวิพากษ์วิจารณ์ได้

๔. รายงานการสรุปผลการประเมินให้ผู้เรียนและผู้ปกครองทราบ

๕. หากผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินฯ คณะกรรมการประเมินควรเร่งดำเนินการจัดกิจกรรมส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในตัวชี้วัดที่มีจุดบกพร่อง ในระยะเวลาพอสมควรที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้และสร้างผลงานที่สะท้อนความสามารถในตัวชี้วัดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขได้อย่างแท้จริง ด้วยวิธีการที่หลากหลายเช่น มอบหมายงานให้ผู้เรียนได้อ่าน ได้คิดวิเคราะห์จากเรื่องที่อ่าน และสามารถสื่อสารสาระสำคัญจากเรื่องที่อ่านโดยการเขียนอย่างมีประสิทธิภาพ แล้วนำผลงานไปเทียบกับแนวการให้คะแนนและเกณฑ์การตัดสินที่สถานศึกษากำหนดตั้งแต่ ระดับดีเยี่ยม ดี ผ่าน

เกณฑ์การประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๑-๓

ข้อที่	ตัวชี้วัด
๑. การอ่าน	๑. สามารถคัดสรรสื่อที่ต้องการอ่านเพื่อหาข้อมูลสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ และสร้างความเข้าใจ ประยุกต์ใช้ความรู้จากการอ่าน
๒. การคิดวิเคราะห์	๒. สามารถจับประเด็นสำคัญและประเด็นสนับสนุน โต้แย้ง ๓. สามารถวิเคราะห์ วิจารณ์ ความสมเหตุสมผล ความน่าเชื่อถือ ลำดับความ และความเป็นไปได้ของเรื่องที่อ่าน ๔. สามารถสรุปคุณค่า แนวคิด แง่คิดที่ได้จากการอ่าน
๓. เขียน	๕. สามารถสรุป อภิปราย ขยายความ แสดงความคิดเห็น โต้แย้ง สนับสนุน โน้มน้าว โดยการเขียนสื่อสารในรูปแบบต่างๆ เช่น ผังความคิด เป็นต้น

เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน

ข้อที่ ๑ การอ่าน

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม
ดี (๒)	ได้ผลการประเมินระดับดี
ผ่าน (๑)	ได้ผลการประเมินระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	ได้ผลการประเมินระดับไม่ผ่าน

ข้อที่ ๒ การคิดวิเคราะห์

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๒ ตัวชี้วัด และมีผลการประเมิน ตัวชี้วัดระดับดี หรือ ผ่าน จำนวน ๑ ตัวชี้วัด
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๑ ตัวชี้วัด และมีผลการประเมิน ตัวชี้วัดระดับดี หรือ ผ่าน จำนวน ๒ ตัวชี้วัด
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี และระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	๑.มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ระดับไม่ผ่าน

ข้อที่ ๓ เขียน

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม
ดี (๒)	ได้ผลการประเมินระดับดี
ผ่าน (๑)	ได้ผลการประเมินระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	ได้ผลการประเมินระดับไม่ผ่าน

เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน รวมทุกข้อ
รายปี/รายภาค ของผู้เรียนรายบุคคล

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๒ ตัวชี้วัด และมีผลการประเมินตัวชี้วัดระดับดี หรือ ผ่าน จำนวน ๑ ตัวชี้วัด
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๑ ตัวชี้วัด และมีผลการประเมินตัวชี้วัดระดับดี หรือ ผ่าน จำนวน ๒ ตัวชี้วัด
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี และระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	๑.มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ระดับไม่ผ่าน

เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์
และเขียน รวมทุกข้อ แต่ละระดับการศึกษา

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๖๐ ของจำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับดี
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๖๐ ของจำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับดี ผ่าน ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ ของ จำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับดี ๓. ได้ผลการประเมินระดับดี มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๖๐ ของจำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับผ่าน
ผ่าน (๑)	๑.ได้ผลการประเมินระดับดี น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ ของ จำนวนผู้ประเมิน และ ส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	๑. มีผลการประเมินระดับไม่ผ่าน จากผู้ประเมินมากกว่าร้อยละ ๙๐

การประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง ลักษณะที่สังคมต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในด้าน คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม จิตสำนึก สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ทั้งในฐานะพลเมืองไทย และพลโลก ในการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สามารถกระทำได้โดยนำพฤติกรรมบ่งชี้ หรือพฤติกรรม ที่แสดงออกของคุณลักษณะแต่ละด้านที่วิเคราะห์ไว้ บูรณาการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ ในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โครงการพิเศษต่างๆ ที่สถานศึกษาจัดทำขึ้น รวมทั้งสอดแทรกในกิจวัตร ประจำวันของสถานศึกษา เช่น การเข้าแถวซื้ออาหารกลางวัน เป็นต้น ในการประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ ให้มีการประเมินเป็นระยะๆ เพื่อให้มีการสั่งสม และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และสรุปประเมินผลเมื่อจบปีสุดท้ายของแต่ละระดับการศึกษา

การสรุปผลการประเมินเพื่อรายงาน เป็น ๔ ระดับ คือ ดีเยี่ยม ดี ผ่าน และปรับปรุง

“ ดีเยี่ยม” หมายถึง ผู้เรียนปฏิบัติตนตามคุณลักษณะจนเป็นนิสัย และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อประโยชน์สุขของตนเองและสังคม โดยพิจารณาจาก ผลการประเมินระดับดี เยี่ยม จำนวน ๕-๘ คุณลักษณะ และไม่มีคุณลักษณะใดได้ผลการประเมินต่ำ กว่าระดับดี

“ดี” หมายถึง ผู้เรียนมีคุณลักษณะในการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ เพื่อให้เป็นการยอมรับของสังคม โดยพิจารณาจาก

๑) ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๑-๔ คุณลักษณะ และไม่มีคุณลักษณะใดได้ผลการประเมินต่ำกว่าระดับดี หรือ

๒) ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๔ คุณลักษณะ และไม่มีคุณลักษณะใด ได้ผลการประเมินต่ำกว่าระดับผ่าน หรือ

๓) ได้ผลการประเมินระดับดี จำนวน ๕-๘ คุณลักษณะ และไม่มีคุณลักษณะใด ได้ผลการประเมินต่ำกว่าระดับผ่าน

“ผ่าน” หมายถึง ผู้เรียนรับรู้และปฏิบัติตามกฎเกณฑ์และเงื่อนไขที่สถานศึกษากำหนด โดยพิจารณาจาก

๑) ได้ผลการประเมินระดับผ่านจำนวน ๕-๘ คุณลักษณะ และไม่มี คุณลักษณะใด ได้การประเมินต่ำกว่าระดับผ่าน หรือ

๒) ได้ผลการประเมินระดับดี จำนวน ๔ คุณลักษณะ และไม่มี คุณลักษณะใดได้ผลการประเมินต่ำกว่าระดับผ่าน

“ไม่ผ่าน” หมายถึง ผู้เรียนรับรู้และปฏิบัติได้ไม่ครบตามกฎเกณฑ์ และเงื่อนไขที่สถานศึกษากำหนดโดยพิจารณาจากผลการประเมินระดับไม่ผ่าน ตั้งแต่ ๑ คุณลักษณะกรณีที่ผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ให้ผู้ที่ รับผิดชอบดำเนินการปรับปรุงพัฒนาและประเมินตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์

ข้อที่	ตัวชี้วัด
๑. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	๑. เป็นพลเมืองดีของชาติ ๒. ธำรงไว้ซึ่งความเป็นชาติไทย ๓. ศรัทธา ยึดมั่น ปฏิบัติตนตามหลักศาสนา ๔. เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์
๒. ซื่อสัตย์สุจริต	๑. ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเอง ทั้งทางกาย วาจา ใจ ๒. ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อผู้อื่น ทั้งทางกาย วาจา ใจ
๓. มีวินัย	๑.ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียน และสังคม
๔. ใฝ่เรียนรู้	๑. ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียน และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ๒. แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม สรุปเป็นองค์ความรู้ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
๕. อยู่อย่างพอเพียง	๑. ดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผล รอบคอบ มีคุณธรรม ๒. มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข
๖. มุ่งมั่นในการทำงาน	๑. ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่การงาน ๒. ทำงานด้วยความเพียรพยาม อดทนเพื่อให้งานสำเร็จตาม เป้าหมาย
๗. รักความเป็นไทย	๑. ภาคภูมิใจในขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะ วัฒนธรรมไทย และมีความกตัญญูกตเวที ๒. เห็นคุณค่าและใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ๓. อนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทย
๘. มีจิตสาธารณะ	๑. ช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจโดยไม่หวังผลตอบแทน ๒. เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน ชุมชน สังคม

เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แต่ละคุณลักษณะ

ข้อที่ ๑ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๓ ตัวชี้วัดขึ้นไป และส่วนที่เหลือได้ผลการประเมินระดับดี
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๑-๒ ตวั ชี้วัด และส่วนที่เหลือได้ผลการประเมินระดับดี ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี จำนวน ๒ ตวั ชี้วัดขึ้นไป และส่วนที่เหลือได้ผลการประเมินระดับผ่าน
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่านทุกตัวชี้วัด ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี จำนวน ๑ ตัวชวี้ัด และส่วนที่เหลือได้ผลการประเมินระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ระดับไม่ผ่าน

ข้อที่ ๒ ซื่อสัตย์สุจริต

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และดี ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และระดับผ่าน ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี และระดับผ่าน ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ไม่ผ่าน (๐)	มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ ระดับ ไม่ผ่าน

ข้อที่ ๓ มีวินัย

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม
ดี (๒)	ได้ผลการประเมินระดับดี
ผ่าน (๑)	ได้ผลการประเมินระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	ได้ผลการประเมินระดับไม่ผ่าน

ข้อที่ ๔ ใฝ่เรียนรู้

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และดี ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และระดับผ่าน ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี และระดับผ่าน ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ไม่ผ่าน (๐)	มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ ระดับ ไม่ผ่าน

ข้อที่ ๕ อยู่อย่างพอเพียง

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และดี ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และระดับผ่าน ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี และระดับผ่าน ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ไม่ผ่าน (๐)	มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ ระดับ ไม่ผ่าน

ข้อที่ ๖ มุ่งมั่นในการทำงาน

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และดี ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และระดับผ่าน ระดับละ ๑
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี และระดับผ่าน ระดับละ ๑
ไม่ผ่าน (๐)	มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ ระดับ ไม่ผ่าน

ข้อที่ ๗ รักความเป็นไทย

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๒ ตัวชี้วัด และ มีผลการประเมินตัวชี้วัดระดับดี หรือ ผ่าน จำนวน ๑ ตัวชี้วัด
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๑ ตัวชี้วัด และ มีผลการประเมินตัวชี้วัดระดับดี หรือ ผ่าน จำนวน ๑ ตัวชี้วัด
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี และระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ระดับไม่ผ่าน

ข้อที่ ๘ มีจิตสาธารณะ

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และดี ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดี ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม และระดับผ่าน ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทุกตัวชี้วัด หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี และระดับผ่าน ระดับละ ๑ ตัวชี้วัด
ไม่ผ่าน (๐)	มีผลการประเมินตัวชี้วัดข้อใดข้อหนึ่งได้ระดับไม่ผ่าน

เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินรวมทุกคุณลักษณะอันพึงประสงค์
รายปี/รายภาค ผู้เรียนรายบุคคล

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน ๕ - ๘ คุณลักษณะ และไม่มีคุณลักษณะใดได้ผลการประเมินต่ำกว่าระดับดี
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมิน ระดับดีเยี่ยม จำนวน ๑ - ๔ คุณลักษณะ และบางคุณลักษณะใดได้ผลการประเมินระดับดี หรือ ๒. ได้ผลการประเมินระดับดี ทั้ง ๘ คุณลักษณะ หรือ ๓. ได้ผลการประเมินระดับดีขึ้นไป จำนวน ๕ - ๘ คุณลักษณะ และมีบางคุณลักษณะได้ผลการประเมินระดับผ่าน
ผ่าน (๑)	๑. ได้ผลการประเมินระดับผ่าน ทั้ง ๘ คุณลักษณะ หรือ ๒. ได้ผลการประเมินตั้งแต่ระดับดี จำนวน ๑ - ๔ คุณลักษณะและคุณลักษณะที่เหลือได้ผลการประเมินระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	ได้ผลการประเมินระดับไม่ผ่าน ตั้งแต่ ๑ คุณลักษณะขึ้นไป

เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินรวมทุกคุณลักษณะอันพึงประสงค์
แต่ละระดับการศึกษา

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม (๓)	ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๖๐ ของจำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับดี
ดี (๒)	๑. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยมมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๖๐ ของจำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับดี ผ่าน ๒. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยม น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ ของ จำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับดี ๓. ได้ผลการประเมินระดับดี มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๖๐ ของจำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับผ่าน
ผ่าน (๑)	ได้ผลการประเมินระดับดี น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ ของ จำนวนผู้ประเมิน และส่วนที่เหลือมีผลการประเมินระดับผ่าน
ไม่ผ่าน (๐)	มีผลการประเมินระดับไม่ผ่าน จากผู้ประเมินมากกว่าร้อยละ ๙๐

อภิธานศัพท์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process)

เป็นกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสื่อสาร

การแก้ปัญหา (Problem Solving)

เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยาศาสตร์โดยตรง และปัญหาในชีวิตประจ าวัน โดยใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์ต่างๆ

การวิเคราะห์(Analyzing)

เป็นระดับของผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถแยกแยะข้อมูลหรือข้อสนเทศ เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์

การสังเกต (Observation)

เป็นวิธีการหาข้อมูลโดยตรงโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การดู การดม การฟัง การชิม และการสัมผัส

การสืบค้นข้อมูล (Search)

เป็นการหาข้อมูลหรือข้อสนเทศที่มีผู้รวบรวมไว้แล้วจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นต้น

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์(Scientific Inquiry)

เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่น ๆ เช่น การสำรวจ การสังเกต การวัด การจ าแนกประเภท การทดลอง การสร้างแบบจ าลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น

การสำรวจ (Exploration)

เป็นการหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยใช้วิธีการและเทคนิคต่าง ๆ เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การเก็บตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์ จำแนก หรือหาความสัมพันธ์

การสำรวจตรวจสอบ (Scientific Investigation)

เป็นวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการรวบรวมข้อมูล ใช้ความคิดที่มีเหตุผลในการตั้งสมมติฐาน อธิบายและแปลความหมายข้อมูล การสำรวจตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกต การสำรวจ การทดลอง เป็นต้น

ความเข้าใจ (Understanding)

เป็นระดับของผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถอธิบาย เปรียบเทียบ แยกประเภท ยกตัวอย่าง เขียนแผนภาพ เลือก ระบุ เลือกใช้เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind / Scientific attitudes)

เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward Sciences)

เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่า

คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
๑.	กำหนดปัญหา	define problem	ระบุคำถาม ประเด็นหรือสถานการณ์ที่เป็นข้อสงสัยเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรืออภิปรายร่วมกัน
๒.	แก้ปัญหา	solve problem	หาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยตรงและปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ
๓.	เขียนแผนผัง/วาดภาพ	construct diagram/ illustrate	นำเสนอข้อมูลหรือผลการสำรวจตรวจสอบด้วยแผนผัง กราฟหรือภาพวาด
๔.	คาดคะเน	predict	คาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้และประสบการณ์ที่มี
๕.	คำนวณ	calculate	หาผลลัพธ์จากข้อมูล โดยใช้หลักการ ทฤษฎี หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์
๖.	จำแนก	classify	จัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยลักษณะที่เหมือนกันเป็นเกณฑ์
๗.	ตั้งคำถาม	ask question	พูดหรือเขียนประโยค หรือวลีเพื่อให้ได้มาซึ่งการค้นหาคำตอบที่ต้องการ
๘.	ทดลอง	conduct/experiment	ปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของคำถาม หรือปัญหาในการทดลอง โดยตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดตัวแปรและวางแผนดำเนินการเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
๙.	นำเสนอ	present	แสดงข้อมูล เรื่องราว หรือความคิด เพื่อให้ผู้อื่นรับรู้หรือพิจารณา
๑๐.	บรรยาย	describe	ให้รายละเอียดของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้ผู้อื่นได้รับรู้ด้วยการบอกหรือเขียน
๑๑.	บอก	tell	ให้ข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่ผู้อื่นด้วยการพูด หรือเขียน
๑๒.	บันทึก	record	เขียนข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเพื่อช่วยจำ หรือเพื่อเป็นหลักฐาน
๑๓.	เปรียบเทียบ	compare	บอกความเหมือน และ/หรือความแตกต่าง ของสิ่งที่เทียบเคียงกัน
๑๔.	แปลความหมาย	interpret	แสดงความหมายของข้อมูลจากหลักฐานที่ปรากฏเพื่อลงข้อสรุป
๑๕.	ยกตัวอย่าง	give examples	ให้ข้อมูลเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ เพื่อแสดงความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้
๑๖.	ระบุ	identify	ชี้บอกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลประกอบอย่างเพียงพอ
๑๗.	เลือกใช้	select	พิจารณา และตัดสินใจนำวัสดุ สิ่งของ อุปกรณ์ หรือวิธีการมาใช้ได้อย่างเหมาะสม
๑๘.	วัด	measure	หาขนาด หรือปริมาณ ของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม
๑๙.	วิเคราะห์	analyze	แยกแยะ จัดระบบ เปรียบเทียบ จัดลำดับ จัดจำแนก หรือเชื่อมโยงข้อมูล
๒๐.	สร้างแบบจำลอง	construct model	นำเสนอแนวคิด หรือเหตุการณ์ในรูปของแผนภาพ ชิ้นงาน สมการ ข้อความ คำพูดและ/หรือใช้แบบจำลองเพื่ออธิบาย

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
			ความคิด วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ
๒๑.	สังเกต	observe	หาข้อมูลด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ที่เหมาะสมตามข้อเท็จจริงที่ปรากฏ โดยไม่ใช้ประสบการณ์เดิมของผู้สังเกต
๒๒.	สำรวจ	explore	หาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วิธีการและเทคนิคที่เหมาะสม เพื่อนำข้อมูลมาใช้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
๒๓.	สืบค้นข้อมูล	search	หาข้อมูล หรือข้อสนเทศที่มีผู้รวบรวมไว้แล้วจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์
๒๔.	สื่อสาร	communicate	นำเสนอ และแลกเปลี่ยนความคิด ข้อมูล หรือผลจากการสำรวจตรวจสอบ ด้วยวิธีที่เหมาะสม
๒๕.	อธิบาย	explain	กล่าวถึงเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล และมีข้อมูล หรือประจักษ์พยานอ้างอิง
๒๖.	อภิปราย	discuss	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นหรือคำถามอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของผู้อภิปรายและข้อมูลประกอบ
๒๗.	ออกแบบการทดลอง	design experiment	กำหนด และวางแผนวิธีการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานและตัวแปรต่าง ๆ รวมทั้งการบันทึกข้อมูล

ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดสาระเทคโนโลยี

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
๑.	การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม	fair use	การนำสื่อ หรือข้อมูลที่เป็นลิขสิทธิ์ของผู้อื่นไปใช้โดยชอบด้วยกฎหมาย ภายใต้เงื่อนไขบางประการ เช่น ๑) นำไปใช้ในการศึกษา หรือการค้า ๒) งานนั้นเป็นงานวิชาการหรือบันเทิง ๓) คัดลอกเพียงส่วนน้อย หรือคัดลอกจำนวนมาก ๔) ทำให้เจ้าของเสียผลประโยชน์ทางการเงิน มากน้อยเพียงใด
๒.	การตรวจและแก้ไขข้อผิดพลาด	debugging	กระบวนการในการค้นหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมเพื่อแก้ไขให้ทำงานได้ถูกต้อง
๓.	การประมวลผลข้อมูล	data processing	การดำเนินการต่าง ๆ กับข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความหมายและมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานมากยิ่งขึ้น
๔.	การรวบรวมข้อมูล	data collection	กระบวนการในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
๕.	ข้อมูลปฐมภูมิ	primary data	ข้อมูลที่รวบรวมโดยตรงจากแหล่งข้อมูลขั้นต้น โดยอาจใช้วิธีการสังเกต การทดลอง การสำรวจ การสัมภาษณ์
๖.	เทคโนโลยี	technology	สิ่งที่มนุษย์สร้างหรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจเป็นได้ทั้งชิ้นงาน หรือวิธีการ เพื่อใช้แก้ปัญหาสนองความต้องการ หรือเพิ่มความสามารถในการทำงานของมนุษย์
๗.	แนวคิดเชิงคำนวณ	computational thinking	กระบวนการในการแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
			เป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้
๘.	แนวคิดเชิงนามธรรม	abstraction	การพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ
๙.	ระบบทางเทคโนโลยี	technological system	กลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไป ประกอบเข้าด้วยกัน และทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์
๑๐.	เหตุผลเชิงตรรกะ	logical reasoning	การใช้เหตุผล กฎ กฎเกณฑ์ หรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง เพื่อแก้ปัญหาได้ครอบคลุมทุกกรณี
๑๑.	เหตุผลวิบัติ	logical fallacy	การใช้เหตุผลที่ผิดพลาด ไม่อยู่บนพื้นฐานของความจริง ไม่มีน้ำหนักสมเหตุสมผลมาสนับสนุน หรือชี้นำข้อสรุปที่ผิดให้ดูน่าเชื่อถือ
๑๒.	อัตลักษณ์	Identity	ลักษณะเฉพาะหรือข้อมูลสำคัญที่บ่งบอกถึงความเป็นตัวตนของบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ชื่อบัญชีผู้ใช้ ใบหน้า ลายนิ้วมือ
๑๓.	อัลกอริทึม	algorithm	ขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน โดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจน

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
			ที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้
๑๔.	แอปพลิเคชัน	software application	ซอฟต์แวร์ประยุกต์ ที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรืออุปกรณ์เทคโนโลยีอื่น ๆ

ภาคผนวก

คณะผู้จัดทำ

คณะผู้จัดทำ

คณะทำงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโนโลยี

1. นายวีระชัย พรหมบุตร	ประธานกรรมการ
2. นางประภารัตน์ การรัมย์	กรรมการ
3. นางรัชดาภรณ์ ศรีทอง	กรรมการ
4. นางสาวธัญลักษณ์ แซ่จึง	กรรมการ
5. นายสมยศ ระคนจันทร์	กรรมการ
6. นายอภิชาติ จินพละ	กรรมการ
7. นางสาวสุมาลี โลนุช	กรรมการและเลขานุการ

คำสั่งโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์
ที่ ๑๙๖ /๒๕๖๗
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำหลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

.....

ด้วยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหนังสือ ซักซ้อมความเข้าใจเกี่ยวกับตัวชี้วัดระหว่างทาง และตัวชี้วัดปลายทาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ และแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตัวชี้วัดระหว่างทาง ตัวชี้วัดปลายทาง และเกณฑ์การตัดสินผลการเรียน ด้วย กระทรวงศึกษาธิการ ได้มีคำสั่งให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ใช้แนวคิดหลักสูตรอิงมาตรฐาน (Standards - based Curriculum) โดยประกาศใช้ทั่วประเทศ ในปีการศึกษา ๒๕๕๓ มีจำนวนตัวชี้วัดใน ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ทั้งสิ้น ๒,๑๖๕ ตัวชี้วัด เพื่อการเรียนรู้ในคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงได้กำหนดเป้าหมายหลักเพื่อยกระดับคุณภาพ การศึกษา เพื่อส่งเสริมการนำหลักสูตรที่ใช้อยู่ไปสู่การปฏิบัติในชั้นเรียนอย่างยืดหยุ่นและคล่องตัว โดยกำหนด ตัวชี้วัดระหว่างทางเป็นตัวชี้วัดระหว่างการจัดการเรียนรู้ ตัวชี้วัดปลายทางเป็นตัวชี้วัดผลลัพธ์สุดท้ายที่ต้องการ ให้เกิดกับผู้เรียน จากจำนวนตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ถึงมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ทั้งสิ้น ๒,๐๕๖ ตัวชี้วัด จำแนกเป็นตัวชี้วัดระหว่างทาง ๑,๒๘๕ ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดปลายทาง ๗๗๑ ตัวชี้วัด ทั้งนี้ จำนวนตัวชี้วัดยังคงครบถ้วน และผู้เรียนมีคุณภาพตามที่หลักสูตรแกนกลางฯ ๒๕๕๑ กำหนด เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลของครูเกิดความยืดหยุ่น คล่องตัว และผู้เรียนได้เข้าถึงองค์ความรู้ใหม่ ๆ เพื่อการพัฒนาตนเองที่ตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลง ของสังคมโลก สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตัวชี้วัดระหว่างทาง ตัวชี้วัดปลายทาง และเกณฑ์การตัดสินผลการเรียน ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้นำมาเป็นกรอบในการปรับปรุงหลักสูตร ดังนั้นโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์จึงได้นำกรอบและแนวทางในการจัดทำหลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)ขึ้น โรงเรียนจึงแต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรดังกล่าว ดังต่อไปนี้

๑. คณะกรรมอำนวยการ ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา อำนวยความสะดวก เสนอแนะและแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น ประกอบด้วย

๑.๑ นายประเสริฐ สันทอง	ผู้อำนวยการโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์	ประธานกรรมการ
๑.๒ นางสาวกาญจนา วงศ์ทิมารัตน์	รองผู้อำนวยการโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์	รองประธานกรรมการ
๑.๓ นางรัชดาภรณ์ ศรีทอง	หัวหน้ากลุ่มบริหารทั่วไป	กรรมการ
๑.๔ นายวัชรินทร์ กิ่งมณี	หัวหน้ากลุ่มบริหารงบประมาณ	กรรมการ
๑.๕ นางสาวธัญญารัตน์ ยาเงิน	หัวหน้ากลุ่มบริหารงานบุคคล	กรรมการ
๑.๖ นางสาวจันทร์เพ็ญ อินปัญญา	หัวหน้ากลุ่มบริหารวิชาการ	กรรมการและเลขานุการ

๒. คณะกรรมการดำเนินงาน ทำหน้าที่วางแผนและดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พ.ศ. ๒๕๖๗ ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ประกอบด้วย

๒.๑ นายประเสริฐ สันทอง	ผู้อำนวยการโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์	ประธานกรรมการ
๒.๒ นางสาวกาญจนา วงศ์ทิมารัตน์	รองผู้อำนวยการโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์	รองประธานกรรมการ
๒.๓ นางสาวจันทร์เพ็ญ อินปัญญา	หัวหน้ากลุ่มสาระฯภาษาต่างประเทศ	กรรมการ
๒.๔ นางบุณิกา ยาเงิน	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ การงานอาชีพ	กรรมการ
๒.๕ นางสุพร แหล่งสนาม	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ ภาษาไทย	กรรมการ
๒.๖ นายวัฒนา คงทน	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ คณิตศาสตร์	กรรมการ
๒.๗ นางสุขใจ ชมชื่น	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ สุขศึกษาฯ	กรรมการ
๒.๘ นายวัชรินทร์ กิ่งมณี	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ สังคมศึกษาฯ	กรรมการ
๒.๙ นายทนงศักดิ์ อินทร์ชัย	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ ศิลปะ	กรรมการ
๒.๑๐ นายประเสริฐ เมืองไสย	หัวหน้ากลุ่มกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	กรรมการ
๒.๑๑ นางสุวรรณา ประคองใจ	หัวหน้างานวัดผลและประเมินผล	กรรมการ
๒.๑๒ นายวีระชัย พรหมบุตร	หัวหน้ากลุ่มสาระฯวิทยาศาสตร์ฯ	กรรมการและเลขานุการ
๒.๑๓ นางประภารัตน์ การรัมย์	นายทะเบียนโรงเรียน	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

๓. คณะกรรมการปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรและระเบียบวัดและประเมินผล มีหน้าที่ปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตร ปรับตัวชี้วัดระหว่างทางตัวชี้วัดปลายทางและระเบียบวัดผลให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง๒๕๖๐) เสนอต่อคณะกรรมการบริหารหลักสูตรและงานวิชาการ และต่อคณะกรรมการสถานศึกษาต่อไป

๓.๑ นางสาวกาญจนา วงศ์ทิมารัตน์	รองผู้อำนวยการโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์	ประธานกรรมการ
๓.๒ นางสาวจันทร์เพ็ญ อินปัญญา	หัวหน้ากลุ่มสาระฯภาษาต่างประเทศ	รองประธานกรรมการ
๓.๓ นางสุพร แหล่งสนาม	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ ภาษาไทย	กรรมการ
๓.๔ นายวัฒนา คงทน	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ คณิตศาสตร์	กรรมการ
๓.๕ นายวีระชัย พรหมบุตร	หัวหน้ากลุ่มสาระฯวิทยาศาสตร์ฯ	กรรมการ
๓.๖ นายวัชรินทร์ กิ่งมณี	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ สังคมศึกษาฯ	กรรมการ
๓.๗ นางสุขใจ ชมชื่น	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ สุขศึกษาฯ	กรรมการ
๓.๘ นายทนงศักดิ์ อินทร์ชัย	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ ศิลปะ	กรรมการ
๓.๙ นางบุณิกา ยาเงิน	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ การงานอาชีพ	กรรมการ
๓.๑๐ นายประเสริฐ เมืองไสย	หัวหน้ากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	กรรมการ
๓.๑๑ นางประภารัตน์ การรัมย์	นายทะเบียนโรงเรียน	กรรมการและเลขานุการ
๓.๑๒ นางสุวรรณา ประคองใจ	หัวหน้างานวัดผลและประเมินผล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

๔. คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย

คณะกรรมการกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ประกอบด้วย

๑. นางสุพร แหล่งสนาม	ครูชำนาญการพิเศษ	ประธานกรรมการ
๒. นางอรอุมา ป้องหมู่	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๓. นางสาวเขมิกา เหรียญสมบูรณ์	ครูอัตราจ้าง	กรรมการ
๔. นางสาวสุชาวดี ชิณวงศ์	พนักงานราชการ	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

๑. นายวัฒนา คงทน	ครูชำนาญการพิเศษ	ประธานกรรมการ
๒. นางสุวรรณา ประคองใจ	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๓. นายไวยทยะ นิ่มนวล	ครูอัตราจ้าง	กรรมการ
๔. นางสาวสุกันยา บุญล้อม	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

๑. นายวีระชัย พรหมบุตร	ครูชำนาญการพิเศษ	ประธานกรรมการ
๒. นางประภารัตน์ การรัมย์	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๓. นางรัชดาภรณ์ ศรีทอง	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๔. นางสาวธัญลักษณ์ แซ่จึง	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๕. นายสมยศ ระคนจันทร์	ครูชำนาญการ	กรรมการ
๖. นายอภิชาติ จินพละ	ครูชำนาญการ	กรรมการ
๗. นางสาวสุมาลี โลนุช	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาฯ ประกอบด้วย

๑. นายวัชรินทร์ กิ่งมณี	ครูชำนาญการพิเศษ	ประธานกรรมการ
๒. นางวิชชุลดา ชัยชนะ	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๓. นายประเสริฐ เมืองไสย	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๒. นางจิรัญญา เชิดรัมย์	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการกลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา ประกอบด้วย

๑. นางสุขใจ ชมชื่น	ครูชำนาญการพิเศษ	ประธานกรรมการ
๒. นางสาวพรรณี แสนแก้ว	ครูชำนาญการ	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ประกอบด้วย

๑. นายทนงศักดิ์ อินทร์ชัย	ครูชำนาญการ	ประธานกรรมการ
๒. นางวิมล เสียงหวาน	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ ประกอบด้วย

๑. นางบุณิกา ยาเงิน	ครูชำนาญการพิเศษ	ประธานกรรมการ
๒. นางสาววชิราภรณ์ มีสัตย์	ครูอัตราจ้าง	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ประกอบด้วย

๑. นางสาวจันทร์เพ็ญ อินปัญญา	ครูชำนาญการพิเศษ	ประธานกรรมการ
๒. นายเสนอ เท่าเทียม	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๓. นางสาวธัญญารัตน์ ยาเงิน	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๔. นางวิมล เสียงหวาน	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๕. นางสาวนีรบล อนุกูล	ครูชำนาญการ	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการจัดทำหลักสูตรกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ประกอบด้วย

๑. นายประเสริฐ เมืองไสย	ครูชำนาญการพิเศษ	ประธานอนุกรรมการ
๒. นายวัชรินทร์ กิ่งมณี	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๓. นางสุพร แหล่งสนาม	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
๔. นางรัชดาภรณ์ ศรีทอง	ครูชำนาญการพิเศษ	กรรมการและเลขานุการ

๔

หน้าที่ ปรับปรุงตัวชี้วัดระหว่างทาง ตัวชี้วัดปลายทางของหลักสูตรของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้/กลุ่มกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) และรูปแบบที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สุรินทร์ กำหนด เสนอต่อคณะกรรมการบริหารหลักสูตรและงานวิชาการ และต่อคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานต่อไป

๕. คณะกรรมการฝ่ายจัดพิมพ์และทำรูปเล่มหลักสูตรสถานศึกษา ประกอบด้วย

๕.๑	นางสาวจันทร์เพ็ญ อินปัญญา	หัวหน้ากลุ่มบริหารวิชาการ	ประธานกรรมการ
๕.๒	นางสุพร แหล่งสนาม	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ ภาษาไทย	กรรมการ
๕.๓	นายวัฒนา คงทน	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ คณิตศาสตร์	กรรมการ
๕.๔	นายวีระชัย พรหมบุตร	หัวหน้ากลุ่มสาระฯวิทยาศาสตร์ฯ	กรรมการ
๕.๕	นายวัชรินทร์ กิ่งมณี	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ สังคมศึกษาฯ	กรรมการ
๕.๖	นางสุขใจ ชมชื่น	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ สุขศึกษาฯ	กรรมการ
๕.๗	นายทนงศักดิ์ อินทร์ชัย	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ ศิลปะ	กรรมการ
๕.๘	นางบุณิกา ยาเงิน	หัวหน้ากลุ่มสาระฯ การงานอาชีพ	กรรมการ
๕.๙	นายประเสริฐ เมืองไสย	หัวหน้ากลุ่มกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	กรรมการ
๕.๑๐	นางประภารัตน์ การรัมย์	นายทะเบียนโรงเรียน	กรรมการและเลขานุการ
๕.๑๑	นางสุวรรณา ประคองใจ	หัวหน้างานวัดผลและประเมินผล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
๕.๑๒	นางจิริญญา เชิดรัมย์	ผู้ช่วยหัวหน้างานวัดผลและประเมินผล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

หน้าที่ จัดพิมพ์และจำทำรูปเล่มหลักสูตรโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์ พุทธศักราช ๒๕๖๗ ให้สอดคล้องกับแนวทางที่หลักสูตรแกนแกลงการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง ๒๕๖๐) และตามรูปแบบที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์กำหนด

ให้ผู้ที่ได้รับมอบหมายหน้าที่ตามคำสั่งนี้ ปฏิบัติหน้าที่ว่าด้วยความรับผิดชอบ ให้ถูกต้องตามระเบียบแบบแผนของทางราชการ อย่างเคร่งครัด เพื่อให้เกิดผลดีต่อต่อทางราชการ โรงเรียน นักเรียน สืบไป

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๒๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๗

(นายประเสริฐ สันทอง)
ผู้อำนวยการโรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์

โรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา ๓๓
กระทรวงศึกษาธิการ

โรงเรียนเบิดพิทยาสรรค์