



มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

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

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑



กระทรวงศึกษาธิการ



มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์

และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

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

พิมพ์ครั้งที่ ๑	พ.ศ. ๒๕๖๐
จำนวนพิมพ์	๓๕,๐๐๐ เล่ม
ISBN	978-616-395-941-6
จัดพิมพ์และเผยแพร่	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
พิมพ์ที่	โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด ๗๙ ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐ โทร. ๐-๒๕๖๑-๔๕๖๗ โทรสาร ๐-๒๕๗๙-๕๑๐๑ นายโชคดี ออสุวรรณ ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย ๔.๐ และโลกในศตวรรษที่ ๒๑

กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๒ ยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙ มาใช้เป็นกรอบและทิศทางการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น และเห็นควรปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้น สิ่งประดิษฐ์ หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้ความรู้ ความสามารถ ทักษะ กระบวนการ และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวอย่างเข้าใจสภาพที่เป็นอยู่ และการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การจัดการและปรับใช้ในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพอย่างสร้างสรรค์

ทั้งนี้ กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบในการปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระเทคโนโลยี และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานรับผิดชอบปรับปรุงสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาทุกสังกัดที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ใช้เป็นกรอบในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเป็นแนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจในเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน และมีส่วนร่วมในการส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ขอขอบคุณ สสวท. ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ แต่ละสาขา คณาจารย์ ศึกษานิเทศก์ ครูผู้สอน และผู้มีส่วนร่วมจากทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งในและนอกกระทรวงศึกษาธิการ ที่ช่วยให้การพัฒนาหลักสูตรฉบับนี้ มีความสมบูรณ์และเหมาะสมต่อการจัดการศึกษา เพื่อคนไทยทั้งประเทศ

(นายการุณ สกุลประดิษฐ์)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน



คำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ

ที่ สพฐ. ๑๒๓๙ / ๒๕๖๐

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

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เป็นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย ๔.๐ โลกในศตวรรษที่ ๒๑ และทัดเทียมกับนานาชาติ ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลก ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ และมาตรา ๑๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. ๒๕๔๖ กระทรวงศึกษาธิการจึงประกาศใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ดังปรากฏแนบท้ายคำสั่งนี้ แทนมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

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

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

ให้เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีอำนาจในการยกเลิก เพิ่มเติม เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

(นายธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ



คำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ที่ ๓๐ / ๒๕๖๑

เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช ๒๕๕๑

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

เพื่อให้สถานศึกษาสามารถนำมามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบริหารจัดการหลักสูตรให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน จึงให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ดังปรากฏแนบท้ายคำสั่งนี้ สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ยังคงเดิม

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

(นายบุญรักษ์ ยอดเพชร)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

คำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่ สพฐ. ๑๒๓๙ / ๒๕๖๐ ลงวันที่ ๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสารภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

คำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ ๓๐ / ๒๕๖๑ ลงวันที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง ให้เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

ความนำ

๑

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

๔

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

๗

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

๘

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

๓๐

สารภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

๘๘

ภาคผนวก

๙๓

คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

๙๔

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

๑๐๐

ความนำ

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ เมื่อวันที่ ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๕๑ เริ่มใช้ในโรงเรียนต้นแบบการใช้หลักสูตร และโรงเรียนที่มีความพร้อม ในปีการศึกษา ๒๕๕๒ และเริ่มใช้ในโรงเรียนทั่วไปในปีการศึกษา ๒๕๕๓ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ได้ดำเนินการติดตามผลการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติอย่างต่อเนื่องในหลายรูปแบบ ทั้งการประชุมรับฟังความคิดเห็น การนิเทศติดตาม ผลการใช้หลักสูตรของโรงเรียน การรับฟังความคิดเห็นผ่านเว็บไซต์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา รายงานผลการวิจัยของหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ผลจากการศึกษาพบว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ มีข้อดีในหลายประการ เช่น กำหนดเป้าหมายการพัฒนาไว้ชัดเจน มีความยืดหยุ่นเพียงพอให้สถานศึกษา บริหารจัดการหลักสูตรสถานศึกษาได้ สำหรับปัญหาที่พบส่วนใหญ่เกิดจากการนำหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ไปปฏิบัติในสถานศึกษาและในห้องเรียน

นอกจากนี้ การศึกษาข้อมูลทิศทางและกรอบยุทธศาสตร์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๖๔) ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาของการปฏิรูปประเทศและสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็วและเชื่อมโยงใกล้ชิดกันมากขึ้น โดยจัดทำบนพื้นฐานของกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙) ซึ่งเป็นแผนหลักของการพัฒนาประเทศ และเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙ รวมทั้งการปรับโครงสร้างประเทศ ไปสู่ประเทศไทย ๔.๐ ซึ่งยุทธศาสตร์ชาติที่จะใช้เป็นกรอบแนวทางการพัฒนาในระยะ ๒๐ ปีต่อจากนี้ ประกอบด้วย ๖ ยุทธศาสตร์ ได้แก่ (๑) ยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง (๒) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน (๓) ยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน (๔) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างโอกาสความเสมอภาค และเท่าเทียมกันทางสังคม (๕) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ (๖) ยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ เพื่อมุ่งสู่วิสัยทัศน์และทิศทางการพัฒนาประเทศ “ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” เป็นประเทศพัฒนาแล้วด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ประเด็นที่สำคัญเพื่อแปลงแผนไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างแท้จริงตามยุทธศาสตร์การพัฒนา และเสริมสร้างศักยภาพคน คือ การเตรียมพร้อมด้านกำลังคนและการเสริมสร้างศักยภาพของประชากรในทุกช่วงวัย มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพทุนมนุษย์ของประเทศ โดยพัฒนาคนให้เหมาะสมตามช่วงวัย เพื่อให้เติบโต อย่างมีคุณภาพ การพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ในศตวรรษที่ ๒๑ ของคนในแต่ละช่วงวัยตามความเหมาะสม การเตรียมความพร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต ตลอดจนการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ

ดังนั้น การขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติ เพื่อเตรียมความพร้อมคนให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดเป็นนโยบายสำคัญและเร่งด่วนให้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม รวมทั้งสาระเทคโนโลยี โดยมอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินการปรับปรุงกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสาระเทคโนโลยี และมอบหมายให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดำเนินการปรับปรุงสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

การปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ ยังคงหลักการและโครงสร้างเดิมของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ คือ ประกอบด้วย ๘ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ แต่มุ่งเน้นการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เป็นสำคัญ เตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพ เมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้

กรอบในการปรับปรุง คือ ให้มีองค์ความรู้ที่เป็นสากลเทียบเท่านานาชาติ ปรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน ลดความซ้ำซ้อน สอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน จัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาในแต่ละระดับชั้นตามพัฒนาการแต่ละช่วงวัยให้มีความเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด

สาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตร มีดังนี้

๑. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

๑.๑ จัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะในศตวรรษที่ ๒๑

๑.๒ กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้น

๑.๓ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ กำหนดตัวชี้วัดเป็นขั้นปี เพื่อเป็นแนวทางให้สถานศึกษาจัดตามลำดับการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามสถานศึกษาสามารถพิจารณาปรับเปลี่ยนไหลระหว่างขั้นปีได้ตามความเหมาะสม

๒. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้เพิ่มสาระเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบและเทคโนโลยี และวิทยาการคำนวณ ทั้งนี้ เพื่อเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้บูรณาการสาระทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กับกระบวนการเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

๓. สาระภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ได้ปรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจนสอดคล้องกับพัฒนาการตามช่วงวัย มีองค์ความรู้ที่เป็นสากล เพิ่มความสามารถ ทักษะ และกระบวนการทางภูมิศาสตร์ ที่ชัดเจนขึ้น

เอกสารมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ นี้ จัดทำขึ้นสำหรับสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาและจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ จะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้อย่างแท้จริง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ประกอบด้วยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี ๓ สาระ จำนวน ๗ มาตรฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี ๔ สาระ จำนวน ๑๐ มาตรฐาน และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม มีจำนวน ๒ มาตรฐาน ดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

- | | |
|---------------|--|
| มาตรฐาน ค ๑.๑ | เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ |
| มาตรฐาน ค ๑.๒ | เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้ |
| มาตรฐาน ค ๑.๓ | ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้ |

สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต

- | | |
|---------------|---|
| มาตรฐาน ค ๒.๑ | เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ |
| มาตรฐาน ค ๒.๒ | เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ |

สาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น

- | | |
|---------------|--|
| มาตรฐาน ค ๓.๑ | เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา |
| มาตรฐาน ค ๓.๒ | เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้ |

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

- มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืช ที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

- มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

- มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ
- มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว ๔.๒

เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

สาระที่ ๕ ภูมิศาสตร์

มาตรฐาน ส ๕.๑

เข้าใจลักษณะทางกายภาพของโลกและความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งซึ่งมีผลต่อกัน ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการค้นหา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล ตามกระบวนการทางภูมิศาสตร์ ตลอดจนใช้ภูมิสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรฐาน ส ๕.๒

เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิต มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น ๓ สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

✧ **จำนวนและพีชคณิต** เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

✧ **การวัดและเรขาคณิต** เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

✧ **สถิติและความน่าจะเป็น** เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓

- ✧ อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ✧ มีความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่ไม่เกิน ๑ มีทักษะการบวก การลบ เศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ✧ คาดคะเนและวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เลือกใช้เครื่องมือและหน่วยที่เหมาะสม บอกเวลา บอกจำนวนเงิน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ✧ จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย เขียนรูปหลายเหลี่ยม วงกลม และวงรีโดยใช้แบบของรูป ระบुरुปรเขาคณิตที่มีแกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ✧ อ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ ตารางทางเดียวและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖

- ✧ อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ✧ อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ✧ นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

✧ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

✧ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

✧ มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

✧ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

- ✧ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
- ✧ เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้
- ✧ นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง พหุคูณ ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน
- ✧ เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจ

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัดขั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. บอกจำนวนของสิ่งต่าง ๆ แสดงสิ่งต่าง ๆ ตามจำนวนที่กำหนด อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย แสดงจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐ และ ๐	๑. บอกจำนวนของสิ่งต่าง ๆ แสดงสิ่งต่าง ๆ ตามจำนวนที่กำหนด อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย แสดงจำนวนนับไม่เกิน ๑,๐๐๐ และ ๐	๑. อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ แสดงจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐	๑. อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ แสดงจำนวนนับที่มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐	๑. เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ ๑๐ หรือ ๑๐๐ หรือ ๑,๐๐๐ ในรูปทศนิยม	๑. เปรียบเทียบเรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละจากสถานการณ์ต่าง ๆ
๒. เปรียบเทียบจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐ และ ๐ โดยใช้เครื่องหมาย $= > <$	๒. เปรียบเทียบจำนวนนับไม่เกิน ๑,๐๐๐ และ ๐ โดยใช้เครื่องหมาย $= > <$	๒. เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ จากสถานการณ์ต่าง ๆ	๒. เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนนับที่มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐ จากสถานการณ์ต่าง ๆ	๒. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์	๒. เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ
๓. เรียงลำดับจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐ และ ๐ ตั้งแต่ ๓ ถึง ๕ จำนวน	๓. เรียงลำดับจำนวนนับไม่เกิน ๑,๐๐๐ และ ๐ ตั้งแต่ ๓ ถึง ๕ จำนวน	๓. บอก อ่าน และเขียนเศษส่วนแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วนที่กำหนด	๓. บอก อ่าน และเขียนเศษส่วนแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วนจำนวนคละที่กำหนด	๓. หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละ	๓. หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้
๔. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการบวกและประโยคสัญลักษณ์แสดงการลบของจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐ และ ๐	๔. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการบวกและประโยคสัญลักษณ์แสดงการลบของจำนวนนับ	๔. เปรียบเทียบเศษส่วนที่ตัวเศษเท่ากัน โดยที่ตัวเศษน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน	๔. เปรียบเทียบเรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละที่เป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง	๔. หาผลคูณ ผลหารของเศษส่วนและจำนวนคละ	๔. หา ห.ร.ม. ของจำนวนนับไม่เกิน ๓ จำนวน
		๕. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการบวกและประโยค	๕. อ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่ง แสดงปริมาณ	๕. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การคูณ การหารเศษส่วน ๒ ขั้นตอน	๕. หา ค.ร.น. ของจำนวนนับไม่เกิน ๓ จำนวน
				๖. หาผลคูณของทศนิยมที่ผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่ง	๖. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.
				๗. หาผลหารที่ตัวตั้งเป็นจำนวนนับหรือทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่ง และตัวหารเป็นจำนวนนับ ผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน	๗. หาผลลัพธ์ของการบวก ลบ คูณ หารระคน

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๕. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและการลบของจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐ และ ๐	ไม่เกิน ๑,๐๐๐ และ ๐ ๕. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณของจำนวน ๑ หลักกับจำนวนไม่เกิน ๒ หลัก ๖. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการหารที่ตัวตั้งไม่เกิน ๒ หลักตัวหาร ๑ หลักโดยที่ผลหารมี ๑ หลักทั้งหารลงตัวและหารไม่ลงตัว ๗. หาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับไม่เกิน ๑,๐๐๐ และ ๐ ๘. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ๒ ขั้นตอนของจำนวนนับไม่เกิน ๑,๐๐๐ และ ๐	สัญลักษณ์แสดงการลบของจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐ ๖. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณของจำนวน ๑ หลักกับจำนวนไม่เกิน ๔ หลักและจำนวน ๒ หลักกับจำนวน ๒ หลัก ๗. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการหารที่ตัวตั้งไม่เกิน ๔ หลักตัวหาร ๑ หลัก ๘. หาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐ ๙. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ๒ ขั้นตอน	ของสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามทศนิยมที่กำหนด ๖. เปรียบเทียบและเรียงลำดับทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่งจากสถานการณ์ต่าง ๆ ๗. ประมาณผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหารจากสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล ๘. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการบวกและประโยคสัญลักษณ์แสดงการลบของจำนวนนับที่มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐ ๙. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดง	๓ ตำแหน่ง ๘. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม ๒ ขั้นตอน ๙. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาหรือระยะไม่เกิน ๒ ขั้นตอน	ของเศษส่วนและจำนวนคละ ๘. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ ๒-๓ ขั้นตอน ๙. หาผลหารของทศนิยมที่ตัวหารและผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่ง ๑๐. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม ๓ ขั้นตอน ๑๑. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วน ๑๒. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ ๒-๓ ขั้นตอน

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดขั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
		<p>ของจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐</p> <p>๑๐. หาผลบวกของเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน และผลบวกไม่เกิน ๑ และหาผลลบของเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน</p> <p>๑๑. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันและผลบวกไม่เกิน ๑ และโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน</p>	<p>การคูณของจำนวนหลายหลัก</p> <p>๒ จำนวนที่มีผลคูณไม่เกิน ๖ หลัก และประโยคสัญลักษณ์แสดงการหารที่ตัวตั้งไม่เกิน ๖ หลัก</p> <p>ตัวหารไม่เกิน ๒ หลัก</p> <p>๑๐. หาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ และ ๐</p> <p>๑๑. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ๒ ขั้นตอนของจำนวนนับที่มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐</p> <p>๑๒. สร้างโจทย์ปัญหา ๒ ขั้นตอนของจำนวนนับ และ ๐ พร้อมทั้งหาคำตอบ</p> <p>๑๓. หาผลบวกผลลบ ของเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่ง</p>		

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
			<p>เป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง</p> <p>๑๔. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่ง</p> <p>เป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง</p> <p>๑๕. หาผลบวก ผลลบของทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่ง</p> <p>๑๖. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ ๒ ขั้นตอนของทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่ง</p>		

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดขั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
๑. เข้าใจจำนวน ตรรกยะ และ ความสัมพันธ์ของ จำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของ จำนวนตรรกยะ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	๑. เข้าใจและใช้ สมบัติของ เลขยกกำลังที่มี เลขชี้กำลังเป็น จำนวนเต็ม ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	-	๑. เข้าใจ และใช้ความรู้ เกี่ยวกับเซต และตรรกศาสตร์ เบื้องต้น ในการ สื่อสารและ สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์	๑. เข้าใจ ความหมายและ ใช้สมบัติเกี่ยวกับ การบวก การคูณ การเท่ากัน และ การไม่เท่ากัน ของจำนวนจริง ในรูปกรณ์และ จำนวนจริงในรูป เลขยกกำลังที่มี เลขชี้กำลังเป็น จำนวนตรรกยะ	-
๒. เข้าใจและใช้ สมบัติของ เลขยกกำลังที่มี เลขชี้กำลังเป็น จำนวนเต็มบวก ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	๒. เข้าใจจำนวนจริง และความสัมพันธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติ ของจำนวนจริง ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง				
๓. เข้าใจและ ประยุกต์ใช้ อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง					

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๒ เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
-	๑. เข้าใจหลักการดำเนินการดำเนินการของพหุนามและใช้พหุนามในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ๒. เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	๑. เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ๒. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	-	๑. ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชัน อธิบายสถานการณ์ที่กำหนด ๒. เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้	-

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๓ ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
-	-	-	-	-	-

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
<p>๑. เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากันและสมบัติของจำนวนเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p> <p>๒. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>๓. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเส้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	-	<p>๑. เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p> <p>๒. ประยุกต์ใช้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</p> <p>๓. ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</p>	-	<p>๑. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินในการแก้ปัญหา</p>	-

สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๑ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. วัดและเปรียบเทียบ ความยาว เป็นเซนติเมตร เป็นเมตร	๑. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา ที่มีหน่วยเดียวและเป็นหน่วยเดียวกัน	๑. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน	๑. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา	๑. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว	๑. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
๒. วัดและเปรียบเทียบ น้ำหนัก เป็นกิโลกรัม เป็นขีด	๒. วัดและเปรียบเทียบ ความยาว เป็นเมตร และเซนติเมตร	๒. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา และระยะเวลา	๒. วัดและสร้างมุมโดยใช้ โปรแทรกเตอร์	๒. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม	๒. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม
	๓. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาการบวก การลบเกี่ยวกับความยาวที่มีหน่วยเป็นเมตรและเซนติเมตร	๓. เลือกใช้เครื่องวัดความยาวที่เหมาะสมวัดและบอกความยาวของสิ่งต่าง ๆ	๓. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	๓. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	๓. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม
	๔. วัดและเปรียบเทียบ น้ำหนักเป็นกิโลกรัมและกรัม กิโลกรัมและขีด	๔. คาดคะเนความยาวเป็นเมตรและเซนติเมตร	๔. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	๔. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	
	๕. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาการบวก การลบเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมและกรัม กิโลกรัมและขีด	๕. เปรียบเทียบระหว่างเซนติเมตรกับมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร จากสถานการณ์ต่าง ๆ			

สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๑ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
	๖. วัดและเปรียบเทียบ ปริมาตรและ ความจุเป็นลิตร	๖. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว ที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และมีลิลิเมตร เมตรและ เซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร ๗. เลือกใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม วัดและบอกน้ำหนัก เป็นกิโลกรัม และขีด กิโลกรัมและกรัม ๘. คาดคะเนน้ำหนัก เป็นกิโลกรัม และเป็นขีด ๙. เปรียบเทียบ น้ำหนักระหว่าง กิโลกรัมกับกรัม เมตริกตันกับ กิโลกรัม จากสถานการณ์ต่าง ๆ ๑๐. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนัก ที่มีหน่วยเป็น กิโลกรัมกับกรัม เมตริกตันกับ กิโลกรัม			

สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๑ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
		๑๑. เลือกใช้ เครื่องตวง ที่เหมาะสม วัด และเปรียบเทียบ ปริมาตร ความจุเป็นลิตร และมีลิลิตร			
		๑๒. คาดคะเน ปริมาตรและ ความจุเป็นลิตร			
		๑๓. แสดงวิธี หาคำตอบของ โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับปริมาตร และความจุที่มี หน่วยเป็นลิตร และมีลิลิตร			

มาตรฐาน ค ๒.๑ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
-	๑. ประยุกต์ใช้ ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิว ของปริซึมและ ทรงกระบอก ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหา ในชีวิตจริง ๒. ประยุกต์ใช้ ความรู้ เรื่องปริมาตร ของปริซึมและ ทรงกระบอก ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหา ในชีวิตจริง	๑. ประยุกต์ใช้ ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิว ของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหา ในชีวิตจริง ๒. ประยุกต์ใช้ ความรู้ เรื่องปริมาตร ของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหา ในชีวิตจริง	-	-	-

สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๒ เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. จำแนกรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยม มุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย	๑. จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม และวงกลม	๑. ระบุรูปเรขาคณิต สองมิติ ที่มีแกนสมมาตร และจำนวนแกนสมมาตร	๑. จำแนกชนิดของมุม บอกชื่อมุม ส่วนประกอบของมุมและเขียนสัญลักษณ์ แสดงมุม ๒. สร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้าน	๑. สร้างเส้นตรง หรือส่วนของเส้นตรงให้ขนานกับเส้นตรง หรือส่วนของเส้นตรง ที่กำหนดให้ ๒. จำแนกรูปสี่เหลี่ยม โดยพิจารณาจากสมบัติของรูป ๓. สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม หรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม ๔. บอกลักษณะของปริซึม	๑. จำแนกรูปสามเหลี่ยม โดยพิจารณาจากสมบัติของรูป ๒. สร้างรูปสามเหลี่ยม เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม ๓. บอกลักษณะของรูปเรขาคณิต สามมิติ ชนิดต่าง ๆ ๔. ระบุรูปเรขาคณิต สามมิติ ที่ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิต สามมิติ

สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๒ เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
<p>๑. ใช้ความรู้ทางเรขาคณิตและเครื่องมือเช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับ การสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>๒. เข้าใจและใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ</p>	<p>๑. ใช้ความรู้ทางเรขาคณิตและเครื่องมือเช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับ การสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>๒. นำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานและรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</p> <p>๓. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปลงทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</p>	<p>๑. เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>๒. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>๓. เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</p>	-	-	-

สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๒ เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
	<p>และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>๔. เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากัน</p> <p>ทุกประการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>๕. เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>				

สาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค ๓.๑ เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. ใช้ข้อมูลจาก แผนภูมิรูปภาพ ในการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา เมื่อกำหนด รูป ๑ รูป แทน ๑ หน่วย	๑. ใช้ข้อมูลจาก แผนภูมิรูปภาพ ในการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา เมื่อกำหนด รูป ๑ รูป แทน ๒ หน่วย ๕ หน่วย หรือ ๑๐ หน่วย	๑. เขียนแผนภูมิ รูปภาพ และ ใช้ข้อมูลจาก แผนภูมิรูปภาพ ในการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา ๒. เขียนตาราง ทางเดียว จากข้อมูล ที่เป็นจำนวนนับ และใช้ข้อมูล จากตาราง ทางเดียว ในการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	๑. ใช้ข้อมูลจาก แผนภูมิแท่ง ตารางสองทาง ในการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	๑. ใช้ข้อมูล จากกราฟเส้น ในการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา ๒. เขียนแผนภูมิแท่ง จากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับ	๑. ใช้ข้อมูล จากแผนภูมิ รูปวงกลม ในการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา

สาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค ๓.๑ เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
๑. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	๑. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม และค่ากลางของข้อมูล และแปลความหมายผลลัพธ์ รวมทั้งนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	๑. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพกล่องและแปลความหมายผลลัพธ์ รวมทั้งนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	-	-	๑. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล และแปลความหมายของค่าสถิติเพื่อประกอบการตัดสินใจ

สาระที่ ๓ สติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค ๓.๒ เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
-	-	-	-	-	-

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
-	-	๑. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ไปหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	๑. เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหา ๒. หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้	-	-

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ๔ สาระ ดังนี้

✧ **วิทยาศาสตร์ชีวภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

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

✧ **วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ** เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

✧ เทคโนโลยี

• **การออกแบบและเทคโนโลยี** เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

• **วิทยาการคำนวณ** เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓

- ✧ เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตรอบตัว
- ✧ เข้าใจลักษณะที่ปรากฏ ชนิดและสมบัติบางประการของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุ และการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว
- ✧ เข้าใจการดึง การผลัก แรงแม่เหล็ก และผลของแรงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงานไฟฟ้าและการผลิตไฟฟ้า การเกิดเสียง แสง และการมองเห็น
- ✧ เข้าใจการปรากฏของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาว ปรากฏการณ์การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ การเกิดกลางวันกลางคืน การกำหนดทิศ ลักษณะของหิน การจำแนกชนิดดิน และการใช้ประโยชน์ ลักษณะและความสำคัญของอากาศ การเกิดลม ประโยชน์และโทษของลม
- ✧ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ สังเกตสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย รวบรวมข้อมูล บันทึก และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบด้วยการเขียนหรือวาดภาพ และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง หรือด้วยการแสดงท่าทางเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ
- ✧ แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเบื้องต้น รักษาข้อมูลส่วนตัว
- ✧ แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น
- ✧ แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ ใจงาน ล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข
- ✧ ตระหนักถึงประโยชน์ของการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖

- ✧ เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะ การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์
- ✧ เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสสาร การละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ และการแยกสารอย่างง่าย
- ✧ เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัพท์ แรงเสียดทาน แรงไฟฟ้า และผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุ ความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ปรากฏการณ์เบื้องต้นของเสียงและแสง

✧ เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ ความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์ การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์ การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

✧ เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติ ธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

✧ ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูล ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

✧ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

✧ วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง

✧ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา ตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

✧ แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ งานบรรลุเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

✧ ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

✧ แสดงถึงความซื่อสัตย์ ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓

✧ เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

✧ เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม

✧ เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

✧ เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

✧ เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

✧ เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย

✧ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

✧ นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

✧ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐานหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

✧ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุปและสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

✧ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือแย้งจากเดิม

✧ ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

✧ แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

✧ เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกัน ในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

✧ เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

✧ เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

✧ เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

✧ เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น การได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สื่อกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

✧ เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

✧ เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส ที่มีการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเข็มนาฬิกาและผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศและการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

✧ เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุน ทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิด และการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่าง กับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจ อวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

✧ ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

✧ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการ ในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ อย่างเป็นระบบ

✧ วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วย เทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

✧ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

✧ แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับ ผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น

✧ เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

✧ ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความ ชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

✧ แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ของท้องถิ่น

✧ วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบ สร้าง หรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

✧ ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
<p>๑. ระบุชื่อพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณต่าง ๆ จากข้อมูลที่ได้รับรวมได้</p> <p>๒. บอกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ในบริเวณที่อาศัยอยู่</p>	-	-	-	<p>๑. บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่</p> <p>๒. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต</p> <p>๓. เขียนชื่ออาหารและระบุบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหาร</p> <p>๔. ตระหนักในคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตโดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม</p>	-

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
-	-	๑. อธิบาย ปฏิสัมพันธ์ของ องค์ประกอบ ของระบบนิเวศ ที่ได้จาก การสำรวจ ๒. อธิบายรูปแบบ ความสัมพันธ์ ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิตรูปแบบ ต่าง ๆ ในแหล่ง ที่อยู่เดียวกัน ที่ได้จาก การสำรวจ ๓. สร้างแบบจำลอง ในการอธิบาย การถ่ายทอด พลังงานใน สายใยอาหาร ๔. อธิบาย ความสัมพันธ์ ของผู้ผลิต ผู้บริโภคและ ผู้ย่อยสลาย สารอินทรีย์ ในระบบนิเวศ ๕. อธิบาย การสะสมสารพิษ ในสิ่งมีชีวิต ในโซ่อาหาร	๑. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย ความสัมพันธ์ ของสภาพ ทางภูมิศาสตร์ บนโลกกับ ความหลากหลาย ของไบโอม และยกตัวอย่าง ไบโอมชนิดต่าง ๆ ๒. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลง แทนที่ของ ระบบนิเวศ ๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายและ ยกตัวอย่าง เกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลง ขององค์ประกอบ ทางกายภาพ และทางชีวภาพ ที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลง ขนาดของ ประชากร สิ่งมีชีวิต ในระบบนิเวศ	-	-

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
		๖. ตระหนักถึง ความสัมพันธ์ ของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ในระบบนิเวศ โดยไม่ทำลาย สมดุลของ ระบบนิเวศ	๔. สืบค้นข้อมูล และอภิปราย เกี่ยวกับปัญหา และผลกระทบ ที่มีต่อทรัพยากร- ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้ง นำเสนอแนวทาง ในการอนุรักษ์ ทรัพยากร- ธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อม		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี

ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
<p>๑. ระบุชื่อ บรรยายลักษณะ และบอกหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ สัตว์ และพืช รวมทั้งบรรยายการทำหน้าที่ร่วมกันของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากข้อมูล ที่รวบรวมได้</p> <p>๒. ตระหนักถึง ความสำคัญของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตนเอง โดยการดูแลส่วนต่าง ๆ อย่างถูกต้อง ให้ปลอดภัย และรักษาความสะอาด อยู่เสมอ</p>	<p>๑. ระบุว่าพืช ต้องการแสง และน้ำ เพื่อการเจริญเติบโต โดยใช้ข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. ตระหนักถึงความจำเป็นที่พืชต้องได้รับ น้ำและแสง เพื่อการเจริญเติบโต โดยดูแลพืช ให้ได้รับ สิ่งดังกล่าว อย่างเหมาะสม</p> <p>๓. สร้างแบบจำลอง ที่บรรยาย วิถีจักรชีวิต ของพืชดอก</p>	<p>๑. บรรยาย สิ่งที่จำเป็น ต่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของ มนุษย์และสัตว์ โดยใช้ข้อมูล ที่รวบรวมได้</p> <p>๒. ตระหนักถึง ประโยชน์ของ อาหาร น้ำ และอากาศ โดยการดูแล ตนเองและสัตว์ ให้ได้รับสิ่งเหล่านี้ อย่างเหมาะสม</p> <p>๓. สร้างแบบจำลอง ที่บรรยาย วิถีจักรชีวิต ของสัตว์และ เปรียบเทียบ วิถีจักรชีวิตของ สัตว์บางชนิด</p> <p>๔. ตระหนักถึง คุณค่าของ ชีวิตสัตว์ โดยไม่ทำให้ วิถีจักรชีวิต ของสัตว์ เปลี่ยนแปลง</p>	<p>๑. บรรยายหน้าที่ ของราก ลำต้น ใบ และดอก ของพืชดอก โดยใช้ข้อมูล ที่รวบรวมได้</p>	-	<p>๑. ระบุสารอาหาร และบอกประโยชน์ ของสารอาหาร แต่ละประเภท จากอาหาร ที่ตนเอง รับประทาน</p> <p>๒. บอกแนวทาง ในการเลือก รับประทานอาหาร ให้ได้สารอาหาร ครบถ้วน ในสัดส่วน ที่เหมาะสม กับเพศ และวัย รวมทั้ง ความปลอดภัย ต่อสุขภาพ</p> <p>๓. ตระหนักถึง ความสำคัญของ สารอาหาร โดยการเลือก รับประทาน อาหารที่มี สารอาหาร ครบถ้วนในสัดส่วน ที่เหมาะสมกับ เพศ และวัย รวมทั้งปลอดภัย ต่อสุขภาพ</p> <p>๔. สร้างแบบ จำลองระบบ ย่อยอาหาร</p>

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
					<p>และบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหาร รวมทั้งอธิบายการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร</p> <p>๕. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหาร โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ</p>

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
๑. เปรียบเทียบรูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์พืช และเซลล์สัตว์ รวมทั้งบรรยายหน้าที่ของผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส แวคิวโอล ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์	๑. ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจ	-	๑. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ	-	-
๒. ใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงศึกษาเซลล์และโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์	๒. อธิบายกลไกการหายใจเข้าและออก โดยใช้แบบจำลอง รวมทั้งอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส	-	๒. อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำ และสารในเลือด โดยการทำงานของไต	-	-
๓. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างกับการทำหน้าที่ของเซลล์	๓. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหายใจ โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหายใจ	-	๓. อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบส ของเลือด โดยการทำงานของไตและปอด	-	-
๔. อธิบายการจัดระบบของสิ่งมีชีวิต โดยเริ่มจากเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ จนเป็นสิ่งมีชีวิต	๔. ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่าย ในการกำจัดของเสียทางไต	-	๔. อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย โดยระบบหมุนเวียนเลือด	-	-
๕. อธิบายกระบวนการแพร่ และออสโมซิส จากหลักฐาน	๕. ตระหนักถึงความสำคัญของการกำจัดของเสียทางไต โดยการบอกแนวทาง	-	๕. อธิบายการควบคุมคุณภาพของอณูโมเลกุลในร่างกายนอกจากนี้ และกลไกเนื้อ	-	-

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
<p>เชิงประจักษ์ และยกตัวอย่าง การแพร่และออสโมซิส ในชีวิตประจำวัน</p> <p>๖. ระบุปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๗. อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p> <p>๘. ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยความร่วมมือกันปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ในโรงเรียน และชุมชน</p> <p>๙. บรรยายลักษณะและหน้าที่ของไซเล็มและโฟลเอ็ม</p>	<p>ในการปฏิบัติหน้าที่ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำหน้าที่ได้อย่างปกติ</p> <p>๖. บรรยายโครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจ หลอดเลือด และเลือด</p> <p>๗. อธิบายการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือด โดยใช้แบบจำลอง</p> <p>๘. ออกแบบการทดลองและทดลองในการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะปกติและหลังทำกิจกรรม</p> <p>๙. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือด โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดให้ทำงานเป็นปกติ</p>		<p>๕. อธิบายและเขียนแผนผังเกี่ยวกับ การตอบสนองของร่างกาย แบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะ ต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย</p> <p>๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน</p> <p>๗. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV</p> <p>๘. ทดสอบและบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้</p> <p>๙. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น</p>		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
<p>๑๐. เขียนแผนภาพที่บรรยายทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็มและโฟลเอ็มของพืช</p> <p>๑๑. อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของพืชดอก</p> <p>๑๒. อธิบายลักษณะโครงสร้างของดอกที่มีส่วนทำให้เกิดการถ่ายเรณู รวมทั้งบรรยายการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ดและการงอกของเมล็ด</p> <p>๑๓. ตระหนักถึงความสำคัญของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณูของพืชดอก โดยการไม่ทำลายชีวิตของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณู</p> <p>๑๔. อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร</p>	<p>๑๐. ระบุนิยามและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบประสาทส่วนกลางในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย</p> <p>๑๑. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบประสาทโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษา รวมถึงการป้องกัน การกระทบกระเทือน และอันตรายต่อสมองและไขสันหลัง</p> <p>๑๒. ระบุนิยามและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิง โดยใช้แบบจำลอง</p> <p>๑๓. อธิบายผลของฮอร์โมนเพศชายและเพศหญิงที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย</p>		<p>๑๐. ออกแบบการทดลองทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>๑๑. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางการเกษตรของพืช</p> <p>๑๒. สังเกตและอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต</p>		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
<p>บางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช</p> <p>๑๕. เลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับพืชในสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>๑๖. เลือกวิธีการขยายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช</p> <p>๑๗. อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ</p> <p>๑๘. ตระหนักถึงประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืชโดยการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<p>เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว</p> <p>๑๔. ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว โดยการดูแลรักษาร่างกายและจิตใจของตนเองในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>๑๕. อธิบายการตกไข่ การมีประจำเดือน การปฏิสนธิ และการพัฒนาของไซโกต จนคลอดเป็นทารก</p> <p>๑๖. เลือกวิธีการคุมกำเนิดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>๑๗. ตระหนักถึงผลกระทบของการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร โดยการประพฤติตนให้เหมาะสม</p>				

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
-	๑. เปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตจากข้อมูลที่รวบรวมได้	-	๑. จำแนกสิ่งมีชีวิตโดยใช้ความเหมือนและความแตกต่างของลักษณะของสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มพืช กลุ่มสัตว์ และกลุ่มที่ไม่ใช่พืชและสัตว์ ๒. จำแนกพืชออกเป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอกโดยใช้การมีดอกเป็นเกณฑ์โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ ๓. จำแนกสัตว์ออกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังโดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ ๔. บรรยายลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้ของสัตว์มีกระดูกสันหลังในกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์	๑. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์ ๒. แสดงความอยากรู้อยากเห็นโดยการถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่	-

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
			สะเทินน้ำ สะเทินบก กลุ่มสัตว์ เลื้อยคาน กลุ่มนก และ กลุ่มสัตว์เลี้ยงลูก ด้วยน้ำนม และยกตัวอย่าง สิ่งมีชีวิต ในแต่ละกลุ่ม		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
-	-	๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง ๒. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดี่ยวที่แอลลีลเด่น ซ่อมแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์ ๓. อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูก และคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก ๔. อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส ๕. บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิด	๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม ๒. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล ๓. อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต ๔. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์ ๕. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	-	-

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
		โรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้ง ยกตัวอย่าง โรคทางพันธุกรรม ๖. ตระหนักถึง ประโยชน์ของ ความรู้เรื่องโรค ทางพันธุกรรม โดยรู้ว่า ก่อนแต่งงาน ควรปรึกษาแพทย์ เพื่อตรวจ และวินิจฉัย ภาวะเสี่ยงของลูก ที่อาจเกิดโรค ทางพันธุกรรม ๗. อธิบายการใช้ ประโยชน์จาก สิ่งมีชีวิตดัดแปร พันธุกรรมและ ผลกระทบที่ อาจมีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่ รวบรวมได้ ๘. ตระหนักถึง ประโยชน์และ ผลกระทบ ของสิ่งมีชีวิต ดัดแปรพันธุกรรม ที่อาจมีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยการเผยแพร่	๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่าง ความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจาก วิวัฒนาการ		

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
		<p>ความรู้ที่ได้จากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน</p> <p>๙. เปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิด สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต่าง ๆ</p> <p>๑๐. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ และต่อมนุษย์</p> <p>๑๑. แสดงความตระหนักในคุณค่าและความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพโดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ</p>			

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
<p>๑. อธิบายสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุซึ่งทำจากวัสดุชนิดเดียวหรือหลายชนิดประกอบกัน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. ระบุชนิดของวัสดุและจัดกลุ่มวัสดุตามสมบัติที่สังเกตได้</p>	<p>๑. เปรียบเทียบสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และระบุการนำสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุไปประยุกต์ใช้ในการทำวัตถุในชีวิตประจำวัน</p> <p>๒. อธิบายสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุที่เกิดจากการนำวัสดุมาผสมกัน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๓. เปรียบเทียบสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุเพื่อนำมาทำเป็นวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์และอธิบายการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>๑. อธิบายว่าวัตถุประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนย่อย ๆ ซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้ และประกอบกันเป็นวัตถุชิ้นใหม่ได้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของวัสดุเมื่อทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>๑. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งสภาพยืดหยุ่นการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุการนำสมบัติเรื่องความแข็งสภาพยืดหยุ่นการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน</p> <p>๒. แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง</p>	<p>๑. อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. อธิบายการละลายของสารในน้ำโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๓. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๔. วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้</p>	<p>๑. อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหีบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอนโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร</p>

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
	๔. ตระหนักถึงประโยชน์ของการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่โดยการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่		๓. เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง ๓ สถานะจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่างและปริมาตรของสสาร ๔. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสสารทั้ง ๓ สถานะ		

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
<p>๑. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกต และการทดสอบ และใช้สารสนเทศที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งจัดกลุ่มธาตุเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ</p> <p>๒. วิเคราะห์ผลจากการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ และธาตุกัมมันตรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม จากข้อมูลที่ได้รับรวมได้</p> <p>๓. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี โดยเสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่างปลอดภัย คำนึงถึง</p>	<p>๑. อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย</p> <p>๓. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์</p> <p>๔. ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลาย</p>	<p>๑. ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิกและวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และสารสนเทศ</p> <p>๒. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม โดยเสนอแนะแนวทาง การใช้วัสดุอย่างประหยัด และคุ้มค่า</p> <p>๓. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอม เมื่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ</p> <p>๔. อธิบายกฎทรงมวล</p>	-	<p>๑. ระบุข่าวสารเป็นธาตุหรือสารประกอบและอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี</p> <p>๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมของโบร์ กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก</p> <p>๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอนของอะตอมและไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว</p> <p>๔. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป</p> <p>๕. ระบุหมู่และคาบของธาตุและระบุว่าเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุ</p>	-

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
๔. เปรียบเทียบจุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมโดยการวัดอุณหภูมิเขียนกราฟแปลความหมายข้อมูลจากกราฟหรือสารสนเทศ	ชนิดตัวทำละลายอุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสารรวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสารโดยใช้สารสนเทศ	โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์๕. วิเคราะห์ปฏิกิริยาคูดความร้อนและปฏิกิริยาคายความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา		เรพรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชันจากตารางธาตุ	
๕. อธิบายและเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม	๕. ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลายในหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร	๖. อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็กปฏิกิริยาของกรดกับโลหะปฏิกิริยาของเบสและกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ		๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้าการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ	
๖. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม	๖. ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารไปใช้โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวัน	โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้การเกิดฝนกรดการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศรวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว		๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน	
๗. อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอะตอม ธาตุ และสารประกอบโดยใช้แบบจำลองและสารสนเทศ	๖. ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารไปใช้โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวัน	โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้การเกิดฝนกรดการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศรวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว		๘. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยวพันธะคู่ หรือพันธะสามและระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง	
๘. อธิบายโครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และ	๖. ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารไปใช้โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวัน	โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้การเกิดฝนกรดการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศรวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว		๙. ระบุสภาพขั้วของสารที่ไม่เลกุล	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
<p>อิเล็กตรอนโดยใช้แบบจำลอง</p> <p>๙. อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็งของเหลวและแก๊สโดยใช้แบบจำลอง</p> <p>๑๐. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และแบบจำลอง</p>		<p>๗. ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมและยกตัวอย่างวิธีการป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน จาก การสืบค้นข้อมูล</p> <p>๘. ออกแบบวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์</p>		<p>ประกอบด้วย ๒ อะตอม</p> <p>๑๐. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง</p> <p>๑๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน</p> <p>๑๒. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก</p> <p>๑๓. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัวพร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์</p> <p>๑๔. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอน</p>	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
				<p>ว่าอิมตัวหรือ ไม่อิมตัวจาก สูตรโครงสร้าง</p> <p>๑๕. สืบค้นข้อมูล และเปรียบเทียบ สมบัติทาง กายภาพระหว่าง พอลิเมอร์และ มอนอเมอร์ ของพอลิเมอร์ ชนิดนั้น</p> <p>๑๖. ระบุสมบัติ ความเป็นกรด-เบส จากโครงสร้าง ของสารประกอบ อินทรีย์</p> <p>๑๗. อธิบายสมบัติ การละลาย ในตัวทำละลาย ชนิดต่าง ๆ ของสาร</p> <p>๑๘. วิเคราะห์ และอธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างโครงสร้าง กับสมบัติ เทอร์มอพลาสติก และเทอร์มอเซต ของพอลิเมอร์ และการนำ พอลิเมอร์ไปใช้ ประโยชน์</p>	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
				<p>๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข</p> <p>๒๐. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี</p> <p>๒๑. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม</p>	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
				๒๓. อธิบาย ความหมายของ ปฏิกิริยารีดอกซ์ ๒๔. อธิบายสมบัติ ของสารกัมมันตรังสี และคำนวณ ครึ่งชีวิตและ ปริมาณของ สารกัมมันตรังสี ๒๕. สืบค้นข้อมูลและ นำเสนอตัวอย่าง ประโยชน์ของ สารกัมมันตรังสี และการป้องกัน อันตราย ที่เกิดจาก กัมมันตภาพรังสี	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
-	-	<p>๑. ระบุผลของแรงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. เปรียบเทียบและยกตัวอย่างแรงสัมผัสและแรงไม่สัมผัสที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๓. จำแนกวัตถุโดยใช้การดึงดูดกับแม่เหล็กเป็นเกณฑ์จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๔. ระบุข้อผิดพลาดและพยากรณ์ผลที่เกิดขึ้นระหว่างข้อผิดพลาดเมื่อนำมาเข้าใกล้กันจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>๑. ระบุผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ</p> <p>๓. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>๑. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>๓. ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>๔. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๕. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ</p>	<p>๑. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถูโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p>

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
๑. สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	๑. พยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นผลของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ๒. เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน ๓. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลว ๔. วิเคราะห์แรงพยุและการจมการลอยของวัตถุในของเหลวจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ๕. เขียนแผนภาพแสดงแรง	-	-	๑. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ ๒. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ ๓. สังเกต วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ ๔. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	-

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
	<p>ที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว</p> <p>๖. อธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๗. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน</p> <p>๘. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>๙. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องแรงเสียดทานโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานที่เป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน</p>			<p>๕. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น</p> <p>๖. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก</p> <p>๗. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า</p> <p>๘. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก</p>	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
	<p>๑๐. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายโมเมนต์ของแรงเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และคำนวณโดยใช้สมการ $M = Fl$</p> <p>๑๑. เปรียบเทียบแหล่งของสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วง และทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแต่ละสนามจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>๑๒. เขียนแผนภาพแสดงแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้าและแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>๑๓. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ</p>			<p>และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการการทำงานของมอเตอร์</p> <p>๙. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>๑๐. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงซึมและแรงอ่อน</p>	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
	<p>ที่อยู่ในสนามนั้น ๆ</p> <p>กับระยะห่างจากแหล่งของสนามถึงวัตถุจากข้อมูลที่ได้รับรวมได้</p> <p>๑๔. อธิบายและคำนวณอัตราเร็วและความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้สมการ</p> $v = \frac{\Delta}{t}$ <p>และ</p> $\vec{v} = \frac{\vec{\Delta}}{t}$ <p>จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๑๕. เขียนแผนภาพแสดงการกระจัดและความเร็ว</p>				

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี

ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. บรรยายการเกิดเสียงและทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงจากหลักฐานเชิงประจักษ์	๑. บรรยายแนวการเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงและอธิบายการมองเห็นวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ๒. ตระหนักในคุณค่าของความรู้ของการมองเห็นโดยเสนอแนะแนวทางการป้องกันอันตรายจากการมองวัตถุที่อยู่ในบริเวณที่มีแสงสว่างไม่เหมาะสม	๑. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ๒. บรรยายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบุแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ๓. ตระหนักในประโยชน์และโทษของไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	๑. จำแนกวัตถุเป็นตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสงจากลักษณะการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ผ่านวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	๑. อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ๒. ระบุตัวแปรทดลอง และอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ ๓. ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย ๔. วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง ๕. ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียงโดยเสนอแนะแนวทางการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง	๑. ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ๒. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ๓. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ๔. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
					๕. ออกแบบ การทดลองและ ทดลองด้วยวิธี ที่เหมาะสม ในการอธิบาย การต่อหลอดไฟฟ้า แบบอนุกรม และแบบขนาน ๖. ตระหนักถึง ประโยชน์ของ ความรู้ของการ ต่อหลอดไฟฟ้า แบบอนุกรม และแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และ การประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน ๗. อธิบายการเกิด เจมิตเจมัว จากหลักฐาน เชิงประจักษ์ ๘. เขียนแผนภาพ รังสีของแสง แสดงการเกิด เจมิตเจมัว

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
๑. วิเคราะห์ แปลความหมาย ข้อมูล และคำนวณ ปริมาณความร้อน ที่ทำให้สสาร เปลี่ยนอุณหภูมิ และเปลี่ยน สถานะ โดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$	๑. วิเคราะห์ สถานการณ์และ คำนวณเกี่ยวกับ งานและกำลัง ที่เกิดจากแรง ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูล ที่รวบรวมได้	๑. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ ระหว่าง ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าและ ความต้านทาน และคำนวณ ปริมาณที่เกี่ยวข้อง โดยใช้สมการ $V = IR$ จากหลักฐาน เชิงประจักษ์	-	๑. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย พลังงานนิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ ระหว่างมวล กับพลังงาน ที่ปลดปล่อย ออกมาจากฟิชชัน และฟิวชัน	-
๒. ใช้เทอร์โมมิเตอร์ ในการวัด อุณหภูมิ ของสสาร	๒. วิเคราะห์ หลักการทำงานของ เครื่องกล อย่างง่าย จากข้อมูล ที่รวบรวมได้	๒. เขียนกราฟ ความสัมพันธ์ ระหว่าง กระแสไฟฟ้าและ ความต่างศักย์ ไฟฟ้า		๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย การเปลี่ยน พลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้น และอภิปราย เกี่ยวกับ เทคโนโลยี ที่นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนอง ความต้องการ ทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้าน ประสิทธิภาพ และความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย	
๓. สร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบาย การขยายตัว หรือหดตัว ของสสาร เนื่องจากได้รับ หรือสูญเสีย ความร้อน	๓. ตระหนักถึง ประโยชน์ ของความรู้ ของเครื่องกล อย่างง่ายโดย บอกประโยชน์และ การประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน	๓. ใช้โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ ในการวัดปริมาณ ทางไฟฟ้า		๓. สังเกตและอธิบาย การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น	
๔. ตระหนักถึง ประโยชน์ ของความรู้ ของการหดและ ขยายตัวของสสาร เนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์ สถานการณ์ ปัญหา และ เสนอแนะวิธี	๔. ออกแบบและ ทดลองด้วยวิธี ที่เหมาะสม ในการอธิบาย ปัจจัยที่มีผลต่อ พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ โน้มถ่วง	๔. วิเคราะห์ ความต่างศักย์ ไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้า เมื่อต่อตัวต้านทาน หลายตัว แบบอนุกรม และแบบขนาน จากหลักฐาน เชิงประจักษ์			

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
การนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	๕. แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้	๕. เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน		๔. สังเกตและอธิบายความถี่ธรรมชาติการสั่นพ้องและผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง	
๕. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$	๖. วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน	๖. บรรยายการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรจากข้อมูลที่รวบรวมได้		๕. สังเกตและอธิบายการสะท้อนการหักเหการเลี้ยวเบนและการรวมคลื่นของคลื่นเสียง	
๖. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อนการพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อน		๗. เขียนแผนภาพและต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า		๖. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง	
๗. ออกแบบเลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน		๘. อธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการ $W = Pt$ รวมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน		๗. สังเกตและอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับบีต ดอปเพลอร์และการสั่นพ้องของเสียง	
		๙. ตระหนักในคุณค่าของการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย		๘. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
		๑๐. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดคลื่นและบรรยายส่วนประกอบของคลื่น ๑๑. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ๑๒. ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ๑๓. ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง ๑๔. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่		ในชีวิตประจำวัน ๙. สังเกตและอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี ๑๐. สังเกตและอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ๑๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและหลักการการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ๑๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสาร	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
		<p>ของแสง แสดง การเกิดภาพจาก กระจกเงา</p> <p>๑๕. อธิบายการหักเห ของแสง เมื่อผ่านตัวกลาง โปร่งใส ที่แตกต่างกัน และอธิบาย การกระจายแสง ของแสงขาว เมื่อผ่านปริซึม จากหลักฐาน เชิงประจักษ์</p> <p>๑๖. เขียนแผนภาพ การเคลื่อนที่ ของแสง แสดงการเกิดภาพ จากเลนส์บาง</p> <p>๑๗. อธิบาย ปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับแสง และการทำงานของ ทัศนอุปกรณ์ จากข้อมูล ที่รวบรวมได้</p> <p>๑๘. เขียนแผนภาพ การเคลื่อนที่ ของแสงแสดง การเกิดภาพของ ทัศนอุปกรณ์ และเลนส์ตา</p>		<p>ด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับ สัญญาณดิจิทัล</p>	

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

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

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
		๑๙. อธิบายผล ของความสว่าง ที่มีต่อดวงตา จากข้อมูลที่ได้ จากการสืบค้น			
		๒๐. วัดความสว่าง ของแสงโดยใช้ อุปกรณ์วัดความ สว่างของแสง			
		๒๑. ตระหนัก ในคุณค่า ของความรู้ เรื่องความสว่าง ของแสง ที่มีต่อดวงตา โดยวิเคราะห์ สถานการณ์ ปัญหาและ เสนอแนะ การจัดความสว่าง ให้เหมาะสม ในการทำกิจกรรม ต่าง ๆ			

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
<p>๑. ระบุดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าในเวลากลางวันและกลางคืนจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>๒. อธิบายสาเหตุที่มองไม่เห็นดาวส่วนใหญ่ในเวลากลางวันจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p>	-	<p>๑. อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. อธิบายสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ การเกิดกลางวันกลางคืน และการกำหนดทิศโดยใช้แบบจำลอง</p> <p>๓. ตระหนักถึงความสำคัญของดวงอาทิตย์ โดยบรรยายประโยชน์ของดวงอาทิตย์ต่อสิ่งมีชีวิต</p>	<p>๑. อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>๒. สร้างแบบจำลองที่อธิบายแบบรูปการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์</p> <p>๓. สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะและอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง</p>	<p>๑. เปรียบเทียบความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์จากแบบจำลอง</p> <p>๒. ใช้แผนที่ดาวระบุตำแหน่งและเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าและอธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าในรอบปี</p>	<p>๑. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดและเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคาและจันทรุปราคา</p> <p>๒. อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
-	-	๑. อธิบาย การโคจรของ ดาวเคราะห์ รอบดวงอาทิตย์ ด้วยแรงโน้มถ่วง จากสมการ $F = (Gm_1m_2) / r^2$ ๒. สร้างแบบจำลอง ที่อธิบาย การเกิดฤดูและ การเคลื่อนที่ ปรากฏของ ดวงอาทิตย์ ๓. สร้างแบบจำลอง ที่อธิบาย การเกิดข้างขึ้น ข้างแรม การเปลี่ยนแปลง เวลาการขึ้นและ ตกของดวงจันทร์ และการเกิด น้ำขึ้น น้ำลง ๔. อธิบาย การใช้ประโยชน์ ของเทคโนโลยี อวกาศ และ ยกตัวอย่าง ความก้าวหน้า ของโครงการ สำรวจอวกาศ จากข้อมูล ที่รวบรวมได้	-	-	๑. อธิบาย การกำเนิดและ การเปลี่ยนแปลง พลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิ ของเอกภพ หลังเกิดบิกแบง ในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการ ของเอกภพ ๒. อธิบายหลักฐาน ที่สนับสนุน ทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็ว กับระยะทาง ของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูล การค้นพบ ไมโครเวฟพื้นหลัง จากอวกาศ ๓. อธิบายโครงสร้าง และองค์ประกอบ ของกาแล็กซี ทางช้างเผือก และระบุตำแหน่ง ของระบบสุริยะ พร้อมอธิบาย เชื่อมโยงกับ การสังเกตเห็น ทางช้างเผือก ของคนบนโลก

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
					<p>๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาดจากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์</p> <p>๕. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์</p> <p>๖. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์</p> <p>๗. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติ</p>

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
					บางประการ ของดาวฤกษ์ ๘. อธิบาย กระบวนการเกิด ระบบสุริยะ และการแบ่งเขต บริวารของ ดวงอาทิตย์ และลักษณะ ของดาวเคราะห์ ที่เอื้อต่อ การดำรงชีวิต ๙. อธิบาย โครงสร้าง ของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และ สื่บค้นข้อมูล วิเคราะห์ นำเสนอ ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับ ผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะ ที่มีต่อโลก รวมทั้ง ประเทศไทย ๑๐. สื่บค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจ อวกาศ โดยใช้ กล้องโทรทรรศน์ ในช่วง

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
					ความยาวคลื่น ต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอ แนวคิดการนำ ความรู้ทางด้าน เทคโนโลยีอวกาศ มาประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน หรือในอนาคต

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. อธิบายลักษณะภายนอกของหินจากลักษณะเฉพาะตัวที่สังเกตได้	๑. ระบุส่วนประกอบของดิน และจำแนกชนิดของดินโดยใช้ลักษณะเนื้อดิน และการจับตัวเป็นเกณฑ์ ๒. อธิบายการใช้ประโยชน์จากดินจากข้อมูลที่รวบรวมได้	๑. ระบุส่วนประกอบของอากาศบรรยายความสำคัญของอากาศและผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสิ่งมีชีวิตจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ๒. ตระหนักถึงความสำคัญของอากาศโดยนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนในการลดการเกิดมลพิษทางอากาศ ๓. อธิบายการเกิดลมจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ๔. บรรยายประโยชน์และโทษของลมจากข้อมูลที่รวบรวมได้	-	๑. เปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละแหล่งและระบุปริมาณน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จากข้อมูลที่รวบรวมได้ ๒. ตระหนักถึงคุณค่าของน้ำโดยนำเสนอแนวทางใช้น้ำอย่างประหยัดและการอนุรักษ์น้ำ ๓. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรน้ำ ๔. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง และน้ำค้างแข็งจากแบบจำลอง ๕. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดฝน หิมะ และลูกเห็บจากข้อมูลที่รวบรวมได้	๑. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปรและอธิบายวัฏจักรหินจากแบบจำลอง ๒. บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ๓. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์ ๔. เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม รวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมจากแบบจำลอง ๕. อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทยจากข้อมูลที่รวบรวมได้

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
					<p>๖. บรรยายลักษณะ และผลกระทบ ของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ</p> <p>๗. ตระหนักถึง ผลกระทบของ ภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย โดยนำเสนอ แนวทางการ เฝ้าระวังและ ปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย จากภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย ที่อาจเกิดในท้องถิ่น</p> <p>๘. สร้างแบบจำลอง ที่อธิบายการเกิด ปรากฏการณ์ เรือนกระจก และผลของ ปรากฏการณ์ เรือนกระจก ต่อสิ่งมีชีวิต</p> <p>๙. ตระหนักถึง ผลกระทบของ ปรากฏการณ์ เรือนกระจก โดยนำเสนอ แนวทางการ ปฏิบัติตน เพื่อลดกิจกรรม ที่ก่อให้เกิด แก๊สเรือนกระจก</p>

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
๑. สร้างแบบจำลอง ที่อธิบาย การแบ่งชั้น บรรยากาศ และเปรียบเทียบ ประโยชน์ของ บรรยากาศ แต่ละชั้น	๑. เปรียบเทียบ กระบวนการเกิด สมบัติ และ การใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบาย ผลกระทบจาก การใช้เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ จากข้อมูล ที่รวบรวมได้	-	-	-	๑. อธิบายการแบ่งชั้น และสมบัติของ โครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่าง ข้อมูลที่สนับสนุน ๒. อธิบายหลักฐาน ทางธรณีวิทยา ที่สนับสนุน การเคลื่อนที่ ของแผ่นธรณี
๒. อธิบายปัจจัย ที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลง องค์ประกอบ ของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่ รวบรวมได้	๒. แสดงความ ตระหนักถึง ผลจากการ ใช้เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ โดยนำเสนอ แนวทางการ ใช้เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์				๓. ระบุสาเหตุ และอธิบาย รูปแบบแนวรอยต่อ ของแผ่นธรณี ที่สัมพันธ์กับ การเคลื่อนที่ ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่าง หลักฐานทาง ธรณีวิทยาที่พบ
๓. เปรียบเทียบ กระบวนการเกิด พายุฝนฟ้าคะนอง และพายุหมุน เขตร้อน และผล ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอ แนวทาง การปฏิบัติตน ให้เหมาะสม และปลอดภัย	๓. เปรียบเทียบ ข้อดีและข้อจำกัด ของพลังงาน ทดแทน แต่ละประเภท จากการรวบรวม ข้อมูลและนำเสนอ แนวทางการใช้ พลังงานทดแทน ที่เหมาะสม ในท้องถิ่น				๔. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้น ข้อมูลพื้นที่ เสี่ยงภัย ออกแบบ และ นำเสนอแนวทาง การเฝ้าระวังและ การปฏิบัติตน ให้ปลอดภัย
๔. อธิบาย การพยากรณ์ อากาศ และ พยากรณ์อากาศ อย่างง่าย จากข้อมูล	๔. สร้างแบบ จำลองที่อธิบาย โครงสร้าง				

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
ที่รวบรวมได้	ภายในโลก				๕. อธิบายสาเหตุ
๕. ตระหนัก	ตามองค์ประกอบ				กระบวนการเกิด
ถึงคุณค่าของ	ทางเคมี				ขนาดและ
การพยากรณ์	จากข้อมูล				ความรุนแรงและ
อากาศ โดยนำ	ที่รวบรวมได้				ผลจากแผ่นดินไหว
เสนอแนวทาง	๕. อธิบาย				รวมทั้งสืบค้น
การปฏิบัติตน	กระบวนการ				ข้อมูลพื้นที่
และการใช้	ผูกพันอยู่กับที่				เสี่ยงภัย
ประโยชน์จาก	การกร่อน และ				ออกแบบและ
คำพยากรณ์	การสะสมตัว				นำเสนอแนวทาง
อากาศ	ของตะกอน				การเฝ้าระวังและ
๖. อธิบาย	จากแบบจำลอง				การปฏิบัติตน
สถานการณ์	รวมทั้งยกตัวอย่าง				ให้ปลอดภัย
และผลกระทบ	ผลของ				๖. อธิบายสาเหตุ
การเปลี่ยนแปลง	กระบวนการ				กระบวนการเกิด
ภูมิอากาศโลก	ดังกล่าว				และผลจาก
จากข้อมูล	ที่ทำให้ผิวโลก				สึนามิ รวมทั้ง
ที่รวบรวมได้	เกิดการ				สืบค้นข้อมูล
๗. ตระหนักถึง	เปลี่ยนแปลง				พื้นที่เสี่ยงภัย
ผลกระทบของ	๖. อธิบายลักษณะ				ออกแบบและ
การเปลี่ยนแปลง	ของชั้นหน้าตัดดิน				นำเสนอแนวทาง
ภูมิอากาศโลก	และกระบวนการ				การเฝ้าระวังและ
โดยนำเสนอ	การเกิดดิน				การปฏิบัติตน
แนวทางการ	จากแบบจำลอง				ให้ปลอดภัย
ปฏิบัติตนภายใต้	รวมทั้งระบุปัจจัย				๗. อธิบายปัจจัย
การเปลี่ยนแปลง	ที่ทำให้ดิน				สำคัญที่มีผลต่อ
ภูมิอากาศโลก	มีลักษณะ				การได้รับ
	และสมบัติ				พลังงานจาก
	แตกต่างกัน				ดวงอาทิตย์
	๗. ตรวจวัดสมบัติ				แตกต่างกัน
	บางประการ				ในแต่ละบริเวณ
	ของดิน				ของโลก
	โดยใช้เครื่องมือ				

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
	ที่เหมาะสมและ นำเสนอแนวทาง การใช้ประโยชน์ ดินจากข้อมูล สมบัติของดิน ๘. อธิบายปัจจัย และกระบวนการ เกิดแหล่งน้ำ ผิวดินและ แหล่งน้ำใต้ดิน จากแบบจำลอง ๙. สร้างแบบจำลอง ที่อธิบายการใช้น้ำ และนำเสนอ แนวทางการใช้น้ำ อย่างยั่งยืน ในท้องถิ่น ของตนเอง ๑๐. สร้างแบบจำลอง ที่อธิบาย กระบวนการเกิด และผลกระทบ ของน้ำท่วม การกัดเซาะ ชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด				๘. อธิบาย การหมุนเวียน ของอากาศ ที่เป็นผลมาจาก ความแตกต่าง ของความกด อากาศ ๙. อธิบายทิศทาง การเคลื่อนที่ ของอากาศที่เป็น ผลมาจากการ หมุนรอบตัวเอง ของโลก ๑๐. อธิบาย การหมุนเวียน ของอากาศ ตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อ ภูมิอากาศ ๑๑. อธิบายปัจจัย ที่ทำให้เกิด การหมุนเวียน ของน้ำผิวน้ำ ในมหาสมุทร และรูปแบบ การหมุนเวียน ของน้ำผิวน้ำ ในมหาสมุทร ๑๒. อธิบายผลของ การหมุนเวียน ของอากาศ และน้ำผิวน้ำ ในมหาสมุทร

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
					<p>ที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม</p> <p>๑๓. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก</p> <p>๑๔. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศและนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ</p>

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้ เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดชั้นปี

ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
-	-	-	-	-	-

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
๑. อธิบายแนวคิดหลักของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน และวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	๑. คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้น โดยพิจารณาจากสาเหตุ หรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	๑. วิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์	๑. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี	๑. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากร ในการทำโครงการ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน	-
๒. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	๒. เปรียบเทียบตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม	๒. ระบุปัญหาหรือความต้องการของชุมชน หรือท้องถิ่น เพื่อพัฒนางานอาชีพ สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแนวคิด	๒. ระบุปัญหาหรือความต้องการ ที่มีผลกระทบ ต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อน		
๓. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูล ที่จำเป็น นำเสนอแนวทาง	๓. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชน หรือท้องถิ่น สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล				

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้ เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
การแก้ปัญหา ให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและ ดำเนินการ แก้ปัญหา ๔. ทดสอบ ประเมินผล และ ระบุข้อบกพร่อง ที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหา แนวทางการ ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอ ผลการแก้ปัญหา ๕. ใช้ความรู้และ ทักษะเกี่ยวกับ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรือ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและ ปลอดภัย	และแนวคิด ที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา ๓. ออกแบบวิธี การแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจ เลือกข้อมูล ที่จำเป็นภายใต้ เงื่อนไขและ ทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทาง การแก้ปัญหา ให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนขั้นตอน การทำงานและ ดำเนินการแก้ ปัญหาอย่างเป็น ขั้นตอน ๔. ทดสอบ ประเมินผล และอธิบาย ปัญหาหรือข้อ บกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบ เงื่อนไข พร้อมทั้ง หาแนวทางการ ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอ ผลการแก้ปัญหา	ที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา โดยคำนึง ถึงความถูกต้อง ด้านทรัพย์สิน ทางปัญญา ๓. ออกแบบวิธี การแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจ เลือกข้อมูล ที่จำเป็นภายใต้ เงื่อนไขและ ทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทาง การแก้ปัญหา ให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยเทคนิค หรือวิธีการ ที่หลากหลาย วางแผนขั้นตอน การทำงาน และดำเนินการ แก้ปัญหาอย่าง เป็นขั้นตอน ๔. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และ ให้เหตุผลของ ปัญหาหรือ ข้อบกพร่องที่ เกิดขึ้นภายใต้	เพื่อสังเคราะห์ วิธีการ เทคนิค ในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึง ความถูกต้อง ด้านทรัพย์สิน ทางปัญญา ๓. ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจ เลือกข้อมูล ที่จำเป็นภายใต้ เงื่อนไขและ ทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทาง การแก้ปัญหา ให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยเทคนิค หรือวิธีการ ที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ ช่วยในการ ออกแบบ วางแผนขั้นตอน การทำงาน และดำเนินการ แก้ปัญหา ๔. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และ		

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี

ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
	๕. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัย	<p>กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผล</p> <p>๕. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้ถูกต้องกับลักษณะของงาน และปลอดภัย เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน</p>	<p>ให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทาง การปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผล</p> <p>การแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด</p> <p>๕. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยี ที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัย</p>		

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. แก้ปัญหา อย่างง่าย โดยใช้การ ลองผิด ลองถูก การเปรียบเทียบ	๑. แสดงลำดับ ขั้นตอน การทำงานหรือ การแก้ปัญหา อย่างง่ายโดยใช้ ภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อความ	๑. แสดงอัลกอริทึม ในการทำงาน หรือการแก้ ปัญหาอย่างง่าย โดยใช้ภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อความ	๑. ใช้เหตุผล เชิงตรรกะ ในการแก้ปัญหา การอธิบาย การทำงาน การคาดการณ์ ผลลัพธ์ จากปัญหา	๑. ใช้เหตุผล เชิงตรรกะ ในการแก้ปัญหา การอธิบาย การทำงาน การคาดการณ์ ผลลัพธ์จาก ปัญหาอย่างง่าย	๑. ใช้เหตุผล เชิงตรรกะ ในการอธิบาย และออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหาที่พบ ในชีวิตประจำวัน
๒. แสดงลำดับ ขั้นตอน การทำงานหรือ การแก้ปัญหา อย่างง่าย โดยใช้ ภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อความ	๒. เขียนโปรแกรม อย่างง่าย โดยใช้ ซอฟต์แวร์หรือ สื่อ และตรวจหา ข้อผิดพลาด ของโปรแกรม	๒. เขียนโปรแกรม อย่างง่าย โดยใช้ ซอฟต์แวร์หรือ สื่อ และตรวจหา ข้อผิดพลาด ของโปรแกรม	๒. ออกแบบ และ เขียนโปรแกรม อย่างง่าย โดยใช้ ซอฟต์แวร์หรือ สื่อ และตรวจหา ข้อผิดพลาด และแก้ไข	๒. ออกแบบและ เขียนโปรแกรม ที่มีการใช้เหตุผล เชิงตรรกะ อย่างง่าย ตรวจหา ข้อผิดพลาด และแก้ไข	๒. ออกแบบและ เขียนโปรแกรม อย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน ตรวจหา ข้อผิดพลาด ของโปรแกรม และแก้ไข
๓. เขียนโปรแกรม อย่างง่าย โดยใช้ ซอฟต์แวร์ หรือสื่อ	๓. ใช้เทคโนโลยี ในการสร้าง จัดหมวดหมู่ ค้นหา จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์	๓. ใช้อินเทอร์เน็ต ค้นหาความรู้ ประเมินผล และ นำเสนอข้อมูล โดยใช้ซอฟต์แวร์ ตามวัตถุประสงค์	๓. ใช้อินเทอร์เน็ต ค้นหาความรู้ และประเมิน ความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล	๓. ใช้อินเทอร์เน็ต ค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสาร และทำงาน ร่วมกัน ประเมิน ความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล	๓. ใช้อินเทอร์เน็ต ในการค้นหา ข้อมูลอย่างมี ประสิทธิภาพ ๔. ใช้เทคโนโลยี
๔. ใช้เทคโนโลยี ในการสร้าง จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์	๔. ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ อย่างปลอดภัย ปฏิบัติตาม ข้อตกลงในการ ใช้คอมพิวเตอร์ ร่วมกัน ดูแลรักษา อุปกรณ์เบื้องต้น ใช้งานอย่าง เหมาะสม	๕. ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ อย่างปลอดภัย ปฏิบัติตาม ข้อตกลง ในการใช้ อินเทอร์เน็ต	๔. รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน	๔. รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบน อินเทอร์เน็ตที่ หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน	๕. ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ ทำงานร่วมกัน อย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและ หน้าที่ของตน เคารพในสิทธิ ของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้อง เมื่อพบข้อมูล หรือบุคคล ที่ไม่เหมาะสม

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
			<p>เคารพในสิทธิของผู้อื่น</p> <p>แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม</p>	<p>๕. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย</p> <p>มีมารยาท เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น</p> <p>แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม</p>	

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔	ม. ๕	ม. ๖
<p>๑. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงนามธรรมเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายการทำงานที่พบในชีวิตจริง</p> <p>๒. ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์</p> <p>๓. รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประเมินผลนำเสนอข้อมูลและสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย</p> <p>๔. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยใช้สื่อและแหล่งข้อมูลตามข้อกำหนดและข้อตกลง</p>	<p>๑. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่พบในชีวิตจริง</p> <p>๒. ออกแบบและเขียนโปรแกรมที่ใช้ตรรกะและฟังก์ชันในการแก้ปัญหา</p> <p>๓. อภิปรายองค์ประกอบและหลักการการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสารเพื่อประยุกต์ใช้งานหรือแก้ปัญหาเบื้องต้น</p> <p>๔. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยมีความรับผิดชอบสร้างและแสดงสิทธิในการเผยแพร่ผลงาน</p>	<p>๑. พัฒนาแอปพลิเคชันที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์</p> <p>๒. รวบรวมข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย</p> <p>๓. ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลวิเคราะห์สื่อและผลกระทบจากการให้ข่าวสารที่ผิดเพื่อการใช้งานอย่างรู้เท่าทัน</p> <p>๔. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยและมีความรับผิดชอบต่อสังคมปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม</p>	<p>๑. ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง</p>	<p>๑. รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัลเทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์</p>	<p>๑. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนินชีวิตอาชีพ สังคม และวัฒนธรรม</p>

สาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

ทำไมต้องเรียนภูมิศาสตร์

สาระภูมิศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะทางกายภาพของโลก ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิต เพื่อให้รู้เท่าทัน ปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสามารถใช้ทักษะ กระบวนการ ความสามารถทางภูมิศาสตร์ และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์จัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมตามสาเหตุและปัจจัย อันจะนำไปสู่การปรับใช้ในการดำเนินชีวิต จนเกิดจิตสำนึกและมีส่วนร่วม ในการพัฒนาที่ยั่งยืน

เรียนรู้อะไรในภูมิศาสตร์

ลักษณะทางกายภาพของโลก การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ปัญหาทางกายภาพและภัยพิบัติ ความสัมพันธ์ ของสรรพสิ่งซึ่งมีผลต่อกัน แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ การใช้ภูมิสารสนเทศ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับ สิ่งแวดล้อมทางกายภาพกับการสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิต กิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ความร่วมมือ ด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในประเทศและระหว่างประเทศ และการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓

มีความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวและชุมชน และสามารถปรับตัวเท่าทัน การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖

มีความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ ภัยพิบัติ ลักษณะกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในจังหวัด ภาค และประเทศไทย สามารถเตรียมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพกับภัยพิบัติต่าง ๆ ในประเทศไทย และหาแนวทางในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓

มีความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ ภัยพิบัติ ลักษณะกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ความร่วมมือด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ เพื่อเตรียมรับมือภัยพิบัติและการจัดการ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

มีความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ปัญหาทางกายภาพและภัยพิบัติ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพกับการสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิต ความร่วมมือด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในประเทศและระหว่างประเทศ เพื่อเตรียมรับมือการเปลี่ยนแปลงของโลก และการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

สาระที่ ๕ ภูมิศาสตร์

มาตรฐาน ส ๕.๑ เข้าใจลักษณะทางกายภาพของโลกและความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งซึ่งมีผลต่อกัน ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการค้นหา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูลตามกระบวนการทางภูมิศาสตร์ ตลอดจนใช้ภูมิสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. จำแนกสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น	๑. ระบุสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นซึ่งปรากฏระหว่างบ้านกับโรงเรียน	๑. สำรวจข้อมูลทางภูมิศาสตร์ในโรงเรียนและชุมชนโดยใช้แผนผัง แผนที่และรูปถ่ายเพื่อแสดง	๑. สืบค้นและอธิบายข้อมูลลักษณะทางกายภาพในจังหวัดของตนด้วยแผนที่และรูปถ่าย	๑. สืบค้นและอธิบายข้อมูลลักษณะทางกายภาพในภูมิภาคของตนด้วยแผนที่และรูปถ่าย	๑. สืบค้นและอธิบายข้อมูลลักษณะทางกายภาพของประเทศไทยด้วยแผนที่รูปถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม
๒. ระบุความสัมพันธ์ของตำแหน่ง ระยะ ทิศของสิ่งต่าง ๆ	๒. ระบุตำแหน่งและลักษณะทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ	๒. วาดแผนผังเพื่อแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่สำคัญในบริเวณโรงเรียนและชุมชน	๒. ระบุแหล่งทรัพยากรและสถานที่สำคัญในจังหวัดของตนด้วยแผนที่และรูปถ่าย	๒. อธิบายลักษณะทางกายภาพที่ส่งผลต่อแหล่งทรัพยากรและสถานที่สำคัญในภูมิภาคของตน	๒. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับภัยพิบัติในประเทศไทยเพื่อเตรียมพร้อมรับมือภัยพิบัติ
๓. ใช้แผนผังแสดงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ในห้องเรียน	๓. สังเกตและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโลกดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์		๓. อธิบายลักษณะทางกายภาพที่ส่งผลต่อแหล่งทรัพยากรและสถานที่สำคัญในจังหวัด		
๔. สังเกตและบอกการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในรอบวัน					

สาระที่ ๕ ภูมิศาสตร์

มาตรฐาน ส ๕.๑ เข้าใจลักษณะทางกายภาพของโลกและความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งซึ่งมีผลต่อกัน ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการค้นหา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูลตามกระบวนการทางภูมิศาสตร์ ตลอดจนใช้ภูมิสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี			ตัวชี้วัดช่วงชั้น
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔-๖
๑. วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และโอเชียเนียโดยใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์สืบค้นข้อมูล ๒. อธิบายพิกัดภูมิศาสตร์ (ละติจูด และลองจิจูด) เส้นแบ่งเวลาและเปรียบเทียบวัน เวลาของโลก ๓. วิเคราะห์สาเหตุการเกิดภัยพิบัติและผลกระทบในทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และโอเชียเนีย	๑. วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของทวีปยุโรปและทวีปแอฟริกาโดยใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์สืบค้นข้อมูล ๒. อธิบายมาตราส่วน ทิศ และสัญลักษณ์ ๓. วิเคราะห์สาเหตุการเกิดภัยพิบัติและผลกระทบในทวีปยุโรปและทวีปแอฟริกา	๑. วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของทวีปอเมริกาเหนือ และทวีปอเมริกาใต้ โดยเลือกใช้แผนที่เฉพาะเรื่องและเครื่องมือทางภูมิศาสตร์สืบค้นข้อมูล ๒. วิเคราะห์สาเหตุการเกิดภัยพิบัติและผลกระทบในทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้	๑. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในประเทศไทยและภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ ๒. วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพซึ่งทำให้เกิดปัญหาและภัยพิบัติทางธรรมชาติในประเทศไทยและภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ๓. ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ ในการค้นหา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูลตามกระบวนการทางภูมิศาสตร์ และนำภูมิสารสนเทศมาใช้ในการโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ ๕ ภูมิศาสตร์

มาตรฐาน ส ๕.๒ เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิต มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัดชั้นปี					
ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖
๑. บอกสิ่งแวดล้อมที่เกิดตามธรรมชาติที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์	๑. อธิบายความสำคัญของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น	๑. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมของชุมชนในอดีตกับปัจจุบัน ๒. อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในการสนองความต้องการพื้นฐานของมนุษย์และการประกอบอาชีพ	๑. วิเคราะห์สิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของคนในจังหวัด ๒. อธิบายการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในจังหวัดและผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง	๑. วิเคราะห์สิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการตั้งถิ่นฐานและการย้ายถิ่นของประชากรในภูมิภาคของตน ๒. วิเคราะห์อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติที่ก่อให้เกิดวิถีการดำเนินชีวิตในภูมิภาคของตน	๑. วิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพกับลักษณะกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในประเทศไทย ๒. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของประเทศไทยในอดีตกับปัจจุบันและผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง
๒. สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมเพื่อการปฏิบัติตัวอย่างเหมาะสม	๒. จำแนกและใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมดไปที่ใช้แล้วหมดไปและสร้างทดแทนขึ้นใหม่ได้อย่างคุ้มค่า	๓. อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษโดยมนุษย์	๓. นำเสนอแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในจังหวัด	๓. นำเสนอตัวอย่างที่สะท้อนให้เห็นผลจากการรักษาและทำลายสิ่งแวดล้อมและเสนอแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมในภูมิภาคของตน	๓. นำเสนอตัวอย่างที่สะท้อนให้เห็นผลจากการรักษาและทำลายทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมและเสนอแนวทางในการจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทย
๓. มีส่วนร่วมในการดูแลสิ่งแวดล้อมที่บ้านและห้องเรียน	๓. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ๔. มีส่วนร่วมในการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน	๔. อธิบายความแตกต่างของลักษณะเมืองและชนบท ๕. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับการดำเนินชีวิตของคนในชุมชน ๖. มีส่วนร่วมในการจัดการสิ่งแวดล้อมในชุมชน			

สาระที่ ๕ ภูมิศาสตร์

มาตรฐาน ส ๕.๒ เข้าใจภูมิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิต มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี			ตัวชี้วัดช่วงชั้น
ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔-๖
<p>๑. สำรวจและระบุทำเลที่ตั้งของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และโอเชียเนีย</p> <p>๒. วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางสังคม ที่ส่งผลต่อทำเลที่ตั้งของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และโอเชียเนีย</p> <p>๓. สืบค้น อภิปรายประเด็นปัญหาจากภูมิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพกับมนุษย์ที่เกิดขึ้นในทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และโอเชียเนีย</p> <p>๔. วิเคราะห์แนวทางการจัดการภัยพิบัติและการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และโอเชียเนียที่ยั่งยืน</p>	<p>๑. สำรวจและระบุทำเลที่ตั้งของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในทวีปยุโรป และทวีปแอฟริกา</p> <p>๒. วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางสังคมที่ส่งผลต่อทำเลที่ตั้งของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในทวีปยุโรป และทวีปแอฟริกา</p> <p>๓. สืบค้น อภิปรายประเด็นปัญหาจากภูมิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพกับมนุษย์ที่เกิดขึ้นในทวีปยุโรป และทวีปแอฟริกา</p> <p>๔. วิเคราะห์แนวทางการจัดการภัยพิบัติและการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในทวีปยุโรป และทวีปแอฟริกาที่ยั่งยืน</p>	<p>๑. สำรวจและระบุทำเลที่ตั้งของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในทวีปอเมริกาเหนือ และทวีปอเมริกาใต้</p> <p>๒. วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางสังคมที่ส่งผลต่อทำเลที่ตั้งของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในทวีปอเมริกาเหนือ และทวีปอเมริกาใต้</p> <p>๓. สืบค้น อภิปรายประเด็นปัญหาจากภูมิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพกับมนุษย์ที่เกิดขึ้นในทวีปอเมริกาเหนือ และทวีปอเมริกาใต้</p> <p>๔. วิเคราะห์แนวทางการจัดการภัยพิบัติและการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในทวีปอเมริกาเหนือ และทวีปอเมริกาใต้ที่ยั่งยืน</p> <p>๕. ระบุความร่วมมือระหว่างประเทศที่มีผลต่อการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม</p>	<p>๑. วิเคราะห์ภูมิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพกับกิจกรรมของมนุษย์ในการสร้างสรรค์วิถีการดำเนินชีวิตของท้องถิ่นทั้งในประเทศไทย และภูมิภาคต่างๆ ของโลก และเห็นความสำคัญ of สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์</p> <p>๒. วิเคราะห์สถานการณ์สาเหตุ และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย และภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก</p> <p>๓. ระบุมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหากฎหมายและนโยบายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บทบาทขององค์กรที่เกี่ยวข้อง และการประสานความร่วมมือทั้งในประเทศ และระหว่างประเทศ</p> <p>๔. วิเคราะห์แนวทางและมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน</p>

คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

คณิตศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น รวมทั้ง สาระแคลคูลัส ให้ความรู้กลุ่มลึกขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้จัดทำขึ้นให้มีเนื้อหาสาระที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

ในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

- ✧ **จำนวนและพีชคณิต** เรียนรู้เกี่ยวกับ เซต ตรรกศาสตร์ จำนวนจริงและพหุนาม จำนวนเชิงซ้อน ฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ลำดับและอนุกรม เมทริกซ์ และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ✧ **การวัดและเรขาคณิต** เรียนรู้เกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ✧ **สถิติและความน่าจะเป็น** เรียนรู้เกี่ยวกับ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจง ความน่าจะเป็นเบื้องต้น และนำความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ
- ✧ **แคลคูลัส** เรียนรู้เกี่ยวกับ ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

เป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียนในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม มี ๒ ลักษณะ คือ เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้และเรียนรู้สาระนั้นอย่างลึกซึ้ง ได้แก่ สาระ จำนวนและพีชคณิต และสาระสถิติและความน่าจะเป็น และไม่ได้เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ สาระการวัดและเรขาคณิต และสาระแคลคูลัส

สาระจำนวนและพีชคณิต

๑. เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้
๒. เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้
๓. ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระการวัดและเรขาคณิต

๑. เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
๒. เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

๑. เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สาระแคลคูลัส

๑. เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

- ✦ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
- ✦ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร สื่อความหมาย

และอ้างเหตุผล

- ✦ เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนจริงและพหุนาม
- ✦ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม

และฟังก์ชันตรีโกณมิติ

- ✦ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์
- ✦ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์
- ✦ เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนเชิงซ้อน
- ✦ นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้
- ✦ เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา

และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

- ✦ นำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้
- ✦ หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงทวินาม และการแจกแจงปกติ และนำไปใช้
- ✦ นำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสเบื้องต้นไปใช้

สาระจำนวนและพีชคณิต

๑. เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
๒. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสาร สื่อความหมาย และอ้างเหตุผล
๓. เข้าใจจำนวนจริง และใช้สมบัติของจำนวนจริงในการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. เข้าใจจำนวนเชิงซ้อนและใช้สมบัติของจำนวนเชิงซ้อนในการแก้ปัญหา
๒. ทหารากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า ๑

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

๒. เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. หาผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหารฟังก์ชัน หาฟังก์ชันประกอบและฟังก์ชันผกผัน
๒. ใช้สมบัติของฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
๓. เข้าใจลักษณะกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. เข้าใจฟังก์ชันตรีโกณมิติและลักษณะกราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. ระบุได้ว่าลำดับที่กำหนดให้เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออก
๒. หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต
๓. หาผลบวกอนุกรมอนันต์
๔. เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

สาระจำนวนและพีชคณิต

๓. ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. แก้สมการและอสมการพหุนามตัวแปรเดียว ดิกรีไม่เกินสี่และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
๒. แก้สมการและอสมการเศษส่วนของพหุนามตัวแปรเดียวและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
๓. แก้สมการและอสมการค่าสัมบูรณ์ของพหุนามตัวแปรเดียว และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
๔. แก้สมการเอกซ์โพเนนเชียลและสมการลอการิทึมและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. แก้สมการตรีโกณมิติ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
๒. ใช้กฎของโคไซน์และกฎของไซน์ในการแก้ปัญหา
๓. เข้าใจความหมาย หาผลลัพธ์ของการบวกเมทริกซ์ การคูณเมทริกซ์กับจำนวนจริง การคูณระหว่างเมทริกซ์ และหาเมทริกซ์สลับเปลี่ยน หาคีเทอรัมีแนตของเมทริกซ์ $n \times n$ เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่ไม่เกินสาม
๔. หาเมทริกซ์ผกผันของเมทริกซ์ 2×2
๕. แก่ระบบสมการเชิงเส้นโดยใช้เมทริกซ์ผกผันและการดำเนินการตามแถว
๖. แก้สมการพหุนามตัวแปรเดียวดิกรีไม่เกินสี่ที่มีสัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็ม และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

สาระการวัดและเรขาคณิต

๑. เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต วิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

๒. เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. หาผลลัพธ์ของการบวก การลบเวกเตอร์ การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ หาผลคูณเชิงสเกลาร์และผลคูณเชิงเวกเตอร์
๒. นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

๑. เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหา
๒. หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงทวินาม และการแจกแจงปกติ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้การนำไปใช้ในชีวิตจริงสรุปได้ดังนี้

๑. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

๒. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น

- เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา และเคมี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระชีววิทยา
- เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
- เรื่องกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ทับซ้อนกันในสาระเคมีและฟิสิกส์
- เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี

๓. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น

- เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรมมีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน
- เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุและมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน

๔. ลดทอนเนื้อหาที่ยาก เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

๕. มีการเพิ่มเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา เรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี นิวตริโนและการแก้ปัญหาที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับสังคมและเศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ถึงแม้ว่าสถานศึกษาสามารถจัดให้ผู้เรียนได้เรียนตามความเหมาะสมและตามจุดเน้นของสถานศึกษา แต่ในแนวทางปฏิบัติสถานศึกษาควรจัดให้ผู้เรียนได้เรียนทุกสาระเพื่อให้มีความรู้เพียงพอในการนำไปใช้เพื่อการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาของสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ที่สถานศึกษามักมองข้ามความสำคัญของการเรียนสาระนี้ ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาช่วยในการอธิบายและเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ทั้งการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลก และการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดดังกล่าวล้วนส่งผลซึ่งกันและกัน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วย และที่สำคัญคือ ความรู้ในสาระนี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลาย ๆ ด้าน เช่น อาชีพที่เกี่ยวข้องกับวัสดุศาสตร์ การเดินเรือ การบิน การเกษตร การศึกษาประวัติศาสตร์ วิศวกรรม อุตสาหกรรมน้ำมัน เหมือง นักรถยนต์ชีววิทยานักอุตุนิยมวิทยา นักดาราศาสตร์ นักบินอวกาศ ดังนั้นพื้นฐานความรู้สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ จะช่วยเปิดโอกาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับผู้เรียน เพราะในอนาคตข้างหน้า นอกจากมนุษย์จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่ตัวเองอาศัยอยู่แล้ว ยังต้องพัฒนาตนเองเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลกเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

- ✧ **ชีววิทยา** เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ✧ **เคมี** เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี
- ✧ **ฟิสิกส์** เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและ การค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน
- ✧ **โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ** เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต 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 รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

๓. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์

๑. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
๓. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยางค์ และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว 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 และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

✧ เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

✧ เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีนบนอโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชันในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย โปรทิสต์ พืช ฟังไจ และสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

✧ เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และการประยุกต์ใช้ และการตอบสนองของพืช

✧ เข้าใจกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ สัมผัส ระบบสืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเจริญเติบโต ฮอโมน และพฤติกรรมของสัตว์

✧ เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

✧ เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมี กฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

✧ เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

✧ เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

✧ เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัมและการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

✧ เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

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

✧ เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพยุง ของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี กัมมันตภาพ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน แรงภายในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

✧ เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนกชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

✧ เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงานจากดวงอาทิตย์ กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศและการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้น จากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

✧ เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอนุภาคของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุน ทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิด ดาวฤกษ์ และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อนุภาคมวล และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยการแปรallax วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบิรารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อ การดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคเพลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลาสุริยคติ และการเปรียบเทียบเวลา ของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

✧ ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้น ข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

✧ ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าดี อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการ ในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

✧ วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธี ที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

✧ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมี การเปลี่ยนแปลงได้

✧ แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับ ผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น

✧ เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

✧ ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

✧ แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

สาระชีววิทยา

๑. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
๒. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต
๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลีอิกและความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๘. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต
๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
๑๐. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง
๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์
๑๓. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส
๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต
๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส
๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส จากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส
๑๗. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

สาระชีววิทยา

๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลองของเมนเดล
๒. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F_1 และ F_2
๓. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
๔. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผัน ไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
๕. อธิบายการถ่ายทดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA
๗. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
๘. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรมแอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
๑๐. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
๑๑. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
๑๒. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
๑๓. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาร์ล ดาร์วิน
๑๔. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก
๑๕. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

สาระชีววิทยา

๒. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
๒. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
๓. อธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
๔. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์
๕. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่

สาระชีววิทยา

๓. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช
๒. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
๓. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
๔. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง
๕. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
๖. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช
๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
๘. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช
๙. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
๑๐. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
๑๑. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM
๑๒. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
๑๓. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
๑๔. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
๑๕. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล
๑๖. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด
๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร
๑๘. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

สาระชีววิทยา

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์
๒. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลาเนเรีย
๓. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์
๔. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก
๕. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์
๗. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์
๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด
๙. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด
๑๐. อธิบายโครงสร้าง และการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์
๑๑. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์
๑๒. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา
๑๓. อธิบายหมู่เลือด และหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh
๑๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง
๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะ
๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา

สาระชีววิทยา

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕ (ต่อ)

๑๗. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิคุ้มกันต่อเนื้อเยื่อตนเอง
๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของพองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
๑๙. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย
๒๐. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไตในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต
๒๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
๒. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท
๓. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท
๔. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ
๗. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา
๘. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอด โฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง
๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก
๑๐. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว และการเคลื่อนที่ของมนุษย์
๑๑. สังเกตและอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่าง ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์

สาระชีววิทยา

๔. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖ (ต่อ)

๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์
๑๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง
๑๔. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์
๑๕. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่ และมนุษย์
๑๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมน
๑๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์
๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท
๑๙. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสารระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม

สาระชีววิทยา

๕. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
๒. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอมกึ่งนิพเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอมกึ่งนิพเคชัน
๓. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพเพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
๔. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก
๕. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่างและสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด
๗. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก
๘. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร
๙. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา
๑๐. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
๑๑. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
๑๒. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้
๑๓. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
๒. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป
๓. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ
๔. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรฟรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ
๕. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ
๖. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ
๗. อธิบายสมบัติ และคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี
๘. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
๙. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส
๑๐. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก
๑๑. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์
๑๒. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก
๑๓. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก
๑๔. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส
๑๕. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์
๑๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะ และพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ
๑๗. คาคคเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์
๑๘. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์
๑๙. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายชนิดต่าง ๆ
๒๐. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ
๒๑. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม

สาระเคมี

๑. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. อธิบายความสัมพันธ์ และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก
๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส
๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาวอกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน
๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน
๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์
๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
๔. เขียนสูตรโครงสร้าง และเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC
๕. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ
๖. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน
๗. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
๘. เขียนสมการเคมี และอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสและปฏิกิริยาสะaponนิฟิเคชัน
๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะaponนิฟิเคชัน
๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม
๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์
๑๒. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์
๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข

สาระเคมี

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
๓. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
๔. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
๕. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
๖. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
๗. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
๒. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา
๓. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๔. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๕. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา
๖. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม
๗. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล
๘. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล
๙. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
๑๐. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
๑๑. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
๑๒. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์
๑๓. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม
๑๔. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบส โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียสเบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส

สาระเคมี

๒. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕ (ต่อ)

๑๕. ระบุสูตรเคมีของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี
๑๖. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส
๑๗. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส
๑๘. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทินและระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน
๑๙. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ
๒๐. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส
๒๑. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต
๒๒. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์
๒๓. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส
๒๔. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
๒๕. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน และระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์
๒๖. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์
๒๗. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา
๒๘. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์
๒๙. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
๓๐. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ
๓๑. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
๓๒. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

สาระเคมี

๓. เข้าใจหลักการปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความระมัดระวังในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ
๒. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
๓. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียนรายงานการทดลอง
๔. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
๕. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
๖. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
๗. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
๘. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
๙. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
๑๐. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
๑๑. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม
๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ
๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ

สาระฟิสิกส์

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

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
๒. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง
๓. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๔. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
๕. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๖. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๗. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน
๘. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง
๙. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ
๑๐. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย
๑๑. อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์
๑๒. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

สาระฟิสิกส์

๑. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔ (ต่อ)

๑๓. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล
๑๔. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม
๑๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกัน在一มิติ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
๑๖. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
๑๗. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

สาระพินิลกส์

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๒. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและการเกิดการสั่นพ้อง
๓. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น
๔. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๕. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยของศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๖. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๗. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกต และอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน
๘. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๙. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุเมื่อแสงตกกระทบบนกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
๑๐. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบบน และมุมหักเห รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

สาระฟิลิกส์

๒. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕ (ต่อ)

๑๑. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง หาดำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
๑๒. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน
๑๓. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

สาระพินิลกส์

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

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. ทดลอง และอธิบายการท้าวตลู่ที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
๒. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์
๓. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์
๔. อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ
๕. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๖. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน
๗. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๘. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน
๙. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า
๑๐. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน
๑๑. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้าโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

สาระฟิลิกส์

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

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบาย และคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกต และอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรง และโซเลนอยด์
๒. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน
๓. อธิบายหลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๔. สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
๕. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอส และกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส
๖. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ๓ เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๗. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ ไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้นและแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
๘. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

สาระฟิสิกส์

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุงและหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
๒. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน
๓. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์และเครื่องอัดไฮดรอลิก
๔. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพุงจากของไหล
๕. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว
๖. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
๗. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๘. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๙. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน
๑๐. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

สาระฟิสิกส์

๔. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยางค์และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖ (ต่อ)

๑๑. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะ
๑๒. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรออยล์
๑๓. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา
๑๔. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต
๑๕. อธิบายแรงแวนเดอร์วาลส์ เสถียรภาพของนิวเคลียสและพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๑๖. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน และฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์
๑๗. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ
๑๘. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐาน และการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในด้านต่าง ๆ

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๑. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัย และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

๑. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่น่าสนใจ
๒. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี
๓. ระบุสาเหตุ และอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ
๔. วิเคราะห์หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบัน และอธิบายลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต
๕. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด และปัจจัยที่ทำให้ความรุนแรงของการปะทุและรูปร่างของภูเขาไฟแตกต่างกัน รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
๖. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
๗. อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
๘. ตรวจสอบ และระบุชนิดแร่ รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติ และนำเสนอการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแร่ที่เหมาะสม
๙. ตรวจสอบ จำแนกประเภท และระบุชื่อหิน รวมทั้งวิเคราะห์สมบัติและนำเสนอการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรหินที่เหมาะสม
๑๐. อธิบายกระบวนการเกิด และการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน โดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา
๑๑. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและถ่านหิน พร้อมนำเสนอการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม
๑๒. อ่าน และแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ที่กำหนด พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๒. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

๑. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและคายพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันและผลที่มีต่ออุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณของโลก
๒. อธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก
๓. อธิบายผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลาง และแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ
๔. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ
๕. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร
๖. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร
๗. อธิบายผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
๘. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศและการเกิดเมฆ
๙. อธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง
๑๐. อธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลสนับสนุน
๑๑. วิเคราะห์ และอภิปรายเหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และนำเสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
๑๒. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศบนแผนที่อากาศ
๑๓. วิเคราะห์ และคาดการณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ เพื่อวางแผนในการประกอบอาชีพและการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

-

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๓. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้า และปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๔

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๕

-

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖

๑. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบง ในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ
๒. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของ กาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ
๓. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะ พร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก
๔. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิ ขนาด จากดาวฤกษ์ ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์
๕. อธิบายกระบวนการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์และผลที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์ปฏิกิริยา ลูทซ์ไโปรตอน-โปรตอน และวัฏจักรคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน
๖. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่าง กับโชติมาตรของดาวฤกษ์
๗. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์
๘. อธิบายวิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ พร้อมคำนวณหาระยะทางของ ดาวฤกษ์
๙. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้น และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของดาวฤกษ์ในลำดับวิวัฒนาการ จากแผนภาพแฮร์ซปรุง-รัสเซลล์
๑๐. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ และลักษณะของดาวเคราะห์ ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต
๑๑. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน พร้อมคำนวณคาบการโคจรของดาวเคราะห์
๑๒. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และวิเคราะห์ นำเสนอปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลก รวมทั้งประเทศไทย

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

๓. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้า และปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ ๖ (ต่อ)

๑๓. สร้างแบบจำลองทรงกลมฟ้า สังเกต และเชื่อมโยงจุดและเส้นสำคัญของแบบจำลองทรงกลมฟ้ากับท้องฟ้าจริง และอธิบายการระบุดีถีของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร
๑๔. สังเกตท้องฟ้า และอธิบายเส้นทางการขึ้น การตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์
๑๕. อธิบายเวลาสุริยคติปรากฏ โดยรวบรวมข้อมูล และเปรียบเทียบเวลาขณะที่ดวงอาทิตย์ผ่านเมริเดียนของผู้สังเกตในแต่ละวัน
๑๖. อธิบายเวลาสุริยคติปานกลางและการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก
๑๗. อธิบายมุมห่างที่สัมพันธ์กับตำแหน่งในวงโคจร และอธิบายเชื่อมโยงกับตำแหน่งปรากฏของดาวเคราะห์ที่สังเกตได้จากโลก
๑๘. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียม ยานอวกาศ สถานีอวกาศ และนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต
๑๙. สืบค้นข้อมูล ออกแบบ และนำเสนอกิจกรรมการสังเกตดาวบนท้องฟ้าด้วยตาเปล่าและ/หรือกล้องโทรทรรศน์

