

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
กระทรวงศึกษาธิการ

๑๔ กรกฎาคม ๒๕๕๑

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์	๑
เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์	๑
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	๒
คุณภาพผู้เรียน	๔
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	๕
สาระที่ ๑ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	๕
สาระที่ ๒ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	๒๔
สาระที่ ๓ สารและสมบัติของสาร	๓๑
สาระที่ ๔ แรงแและการเคลื่อนที่	๔๑
สาระที่ ๕ พลังงาน	๔๓
สาระที่ ๖ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	๕๔
สาระที่ ๗ ดาราศาสตร์และอวกาศ	๖๒
สาระที่ ๘ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	๖๘
อภิธานศัพท์	๗๘
คณะผู้จัดทำ	๘๐

## กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

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

### เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

- **สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต** สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

- **ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม** สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

- **สารและสมบัติของสาร** สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

- **แรงและการเคลื่อนที่** ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
- **พลังงาน** พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- **กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก** โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ
- **ดาราศาสตร์และอวกาศ** วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

## สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

### สาระที่ ๑ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

- มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต
- มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ ๒ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

- มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### สาระที่ ๓ สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ ๔ แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ ๕ พลังงาน

มาตรฐาน ว ๕.๑ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ ๖ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว ๖.๑ เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ ๗ ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๗.๑ เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๗.๒ เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและ  
ทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหา  
ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมี  
คุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

## สาระที่ ๘ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว ๘.๑ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การ  
แก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน  
สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ  
เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

## คุณภาพผู้เรียน

### จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓

- เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายใน  
สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น
- เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของ  
พลังงาน
- เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว
- ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต สำรวจ  
ตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ
- ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม  
ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ
- แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว  
แสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
- ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จ  
และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

### จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖

- เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของ  
สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

- เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย
- เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า
- เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ
- ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
- แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓

- เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายเทอกลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้
- สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
- แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

- เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มีวาทะชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
- เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว



- เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
- วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
- สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย
- แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น
- แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

## ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

### สาระที่ ๑ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. ๑	๑. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต	- สิ่งมีชีวิตมีลักษณะแตกต่างจากสิ่งไม่มีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตจะมีการเคลื่อนที่ กินอาหาร ขับถ่าย หายใจ เจริญเติบโต สืบพันธุ์และตอบสนองต่อสิ่งเร้า แต่สิ่งไม่มีชีวิตจะไม่มีลักษณะดังกล่าว
	๒. สังเกตและอธิบายลักษณะและหน้าที่ของโครงสร้างภายนอกของพืชและสัตว์	- โครงสร้างภายนอกของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอกและผล แต่ละส่วนทำหน้าที่ต่างกัน - โครงสร้างภายนอกของสัตว์ ได้แก่ ตา หู จมูก ปาก เท้า และขา แต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกัน
	๓. สังเกตและอธิบายลักษณะหน้าที่และความสำคัญของอวัยวะภายนอกของมนุษย์ตลอดจนการดูแลรักษาสุขภาพ	- อวัยวะภายนอกของมนุษย์มีลักษณะและหน้าที่แตกต่างกัน อวัยวะเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต จึงต้องดูแลรักษาและป้องกันไม่ให้อวัยวะเหล่านั้นได้รับอันตราย
ป. ๒	๑. ทดลองและอธิบาย น้ำ แสง เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช	- พืชต้องการน้ำและแสงในการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต
	๒. อธิบายอาหาร น้ำ อากาศ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- พืชและสัตว์ต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เพื่อการดำรงชีวิตดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต - นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการดูแลพืชและสัตว์เพื่อให้เจริญเติบโตได้ดี

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๓. สสำรวจและอธิบาย พืชและสัตว์ที่สามารถตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ และการสัมผัส	- พืชและสัตว์มีการตอบสนองต่อ แสง อุณหภูมิ และการสัมผัส
	๔. ทดลองและอธิบาย ร่างกายของมนุษย์สามารถ ตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ และการสัมผัส	- ร่างกายมนุษย์สามารถตอบสนองต่อ แสง อุณหภูมิและการสัมผัส
	๕. อธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของมนุษย์	- มนุษย์ต้องการอาหาร น้ำ อากาศเพื่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต
ป. ๓	-	-
ป. ๔	๑. ทดลองและอธิบายหน้าที่ของท่อลำเลียงและ ปากใบของพืช	- ภายในลำต้นของพืชมีท่อลำเลียง เพื่อลำเลียงน้ำและอาหาร และใบมีปากใบทำหน้าที่คายน้ำ
	๒. อธิบายน้ำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แสงและคลอโรฟิลล์ เป็นปัจจัยที่จำเป็นบางประการต่อ การเจริญเติบโตและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	- ปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ได้แก่ น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แสง และคลอโรฟิลล์
	๓. ทดลองและ อธิบาย การตอบสนองของพืชต่อแสง เสียง และการสัมผัส	- พืชมีการตอบสนองต่อแสง เสียง และการสัมผัส ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมภายนอก
	๔. อธิบายพฤติกรรมของสัตว์ที่ตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ การสัมผัส และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- พฤติกรรมของสัตว์ เป็นการแสดงออกของสัตว์ในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น แสง อุณหภูมิ การสัมผัส - นำความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของสัตว์ไปใช้ประโยชน์ในการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ และเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร
ป. ๕	๑. สังเกตและระบุส่วนประกอบของดอกและ โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืชดอก	- ดอกโดยทั่วไปประกอบด้วย กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย - ส่วนประกอบของดอกที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ ได้แก่ เกสรเพศเมีย

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ประกอบด้วย รังไข่ ออวุล และเกสรเพศผู้ ประกอบด้วยอับเรณูและละอองเรณู
	๒. อธิบายการสืบพันธุ์ของพืชดอก การขยายพันธุ์พืช และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พืชดอกมีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ</li> <li>- การขยายพันธุ์พืชเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของพืช ทำได้หลายวิธี โดยการเพาะเมล็ด การปักชำ การตอนกิ่ง การติดตา การทาบกิ่ง การเสียบยอด และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ</li> </ul>
	๓. อธิบายวัฏจักรชีวิตของพืชดอกบางชนิด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พืชดอกเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ จะออกดอกดอกได้รับการผสมพันธุ์กลายเป็นผล ผลมีเมล็ด ซึ่งสามารถงอกเป็นต้นพืชต้นใหม่ หมุนเวียนเป็นวัฏจักร</li> </ul>
	๔. อธิบายการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของสัตว์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สัตว์มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ</li> <li>- การขยายพันธุ์สัตว์โดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์และการผสมเทียม ทำให้มนุษย์ได้สัตว์ที่มีปริมาณและคุณภาพตามที่ต้องการ</li> </ul>
	๕. อภิปรายวัฏจักรชีวิตของสัตว์บางชนิด และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สัตว์บางชนิด เช่น ผีเสื้อ ยุง กบ เมื่อไข่ได้รับการผสมพันธุ์จะเจริญเป็นตัวอ่อนและตัวอ่อน เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย จนกระทั่งสามารถสืบพันธุ์ได้ หมุนเวียนเป็นวัฏจักร</li> <li>- มนุษย์นำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของสัตว์ มาใช้ประโยชน์มากมาย ทั้งทางด้านการเกษตร การอุตสาหกรรม และการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม</li> </ul>
ป. ๖	๑. อธิบายการเจริญเติบโตของมนุษย์ จากวัยแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มนุษย์มีการเจริญเติบโตและมีการเปลี่ยนแปลง ทางด้านร่างกายตั้งแต่แรกเกิดจนเป็นผู้ใหญ่</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๒. อธิบายการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	- ระบบย่อยอาหาร ทำหน้าที่ย่อยอาหารให้เป็นสารอาหารขนาดเล็กแล้วจะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด แก๊สออกซิเจนที่ได้จากระบบหายใจจะทำให้สารอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงจนกลายเป็นพลังงานที่ร่างกายนำไปใช้ได้
	๓. วิเคราะห์สารอาหารและอภิปรายความจำเป็นที่ร่างกายต้องได้รับสารอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย	- สารอาหาร ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ มีความจำเป็นต่อร่างกาย มนุษย์จำเป็นต้องได้รับสารอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัยเพื่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต
ม. ๑	๑. สังเกตและอธิบายรูปร่าง ลักษณะของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์	- เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีรูปร่าง ลักษณะแตกต่างกัน
	๒. สังเกตและเปรียบเทียบส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	- นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และเยื่อหุ้มเซลล์เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ที่เหมือนกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ - ผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ เป็นส่วนประกอบที่พบได้ในเซลล์พืช
	๓. ทดลองและอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	- นิวเคลียส ไซโทพลาซึม เยื่อหุ้มเซลล์ แวกิวโอล เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์สัตว์ มีหน้าที่แตกต่างกัน - นิวเคลียส ไซโทพลาซึม เยื่อหุ้มเซลล์ แวกิวโอล ผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืช มีหน้าที่แตกต่างกัน
	๔. ทดลองและอธิบายกระบวนการสารผ่านเซลล์ โดยการแพร่และออสโมซิส	- การแพร่เป็นการเคลื่อนที่ของสาร จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ออสโมซิสเป็น การเคลื่อนที่ของน้ำผ่านเข้าและออกจากเซลล์ จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูง โดยผ่านเยื่อเลือกผ่าน</li> </ul>
	<p>๕. ทดลองหาปัจจัยบางประการที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และอธิบายว่าแสง คลอโรฟิลล์ แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสง คลอโรฟิลล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช</li> </ul>
	<p>๖. ทดลองและอธิบายผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- น้ำตาล แก๊สออกซิเจนและน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช</li> </ul>
	<p>๗. อธิบายความสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและต่อสิ่งแวดล้อมใน ด้านอาหาร การหมุนเวียนของแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</li> </ul>
	<p>๘. ทดลองและอธิบายกลุ่มเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำของพืช</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำเป็นกลุ่มเซลล์เฉพาะเรียงต่อเนื่องกันตั้งแต่วาก ลำต้น จนถึงใบ ทำหน้าที่ ในการลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร</li> </ul>
	<p>๙. สังเกตและอธิบายโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบลำเลียงน้ำและอาหารของพืช</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารเป็นกลุ่มเซลล์ที่อยู่คู่ขนานกันเป็นท่อลำเลียง จากราก ลำต้นถึงใบ ซึ่งการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่จะแตกต่างกัน</li> <li>- เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจากรากสู่ใบ ส่วน</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>เนื้อเยื่อลำเลียงอาหารทำหน้าที่ลำเลียงอาหารจากใบสู่ส่วนต่างๆ ของพืช</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การคายน้ำมีส่วนช่วยในการลำเลียงน้ำของพืช</li> </ul>
	๑๐. ทดลองและอธิบายโครงสร้างของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืช	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียเป็นโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก</li> </ul>
	๑๑. อธิบายกระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอกและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืช โดยใช้ส่วนต่างๆ ของพืชเพื่อช่วยในการขยายพันธุ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์ไข่ในออวุล</li> <li>- การแตกหน่อ การเกิดไหล เป็นการสืบพันธุ์ของพืชแบบไม่อาศัยเพศ โดยไม่มีการปฏิสนธิ</li> <li>- ราก ลำต้น ใบ และกิ่งของพืชสามารถนำไปใช้ขยายพันธุ์พืชได้</li> </ul>
	๑๒. ทดลองและอธิบายการตอบสนองของพืชต่อแสง น้ำ และการสัมผัส	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พืชตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยสังเกตได้จากการเคลื่อนไหวของส่วนประกอบของพืช ที่มีต่อแสง น้ำ และการสัมผัส</li> </ul>
	๑๓. อธิบายหลักการและผลของการใช้เทคโนโลยี ชีวภาพในการขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ เพิ่มผลผลิตของพืชและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อ ทำให้สิ่งมีชีวิตหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต มีสมบัติตามต้องการ</li> <li>- การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช พันธุวิศวกรรม เป็นเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ในการขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และเพิ่มผลผลิตของพืช</li> </ul>



ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. ๒	๑. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ ของมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งระบบประสาทของมนุษย์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ และระบบประสาทของมนุษย์ ในแต่ละระบบ ประกอบด้วยอวัยวะหลายชนิดที่ทำงานอย่างเป็นระบบ</li> <li>- ระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ ของสัตว์ ประกอบด้วยอวัยวะหลายชนิดที่ทำงานอย่าง เป็นระบบ</li> </ul>
	๒. อธิบายความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ ของ มนุษย์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ ของมนุษย์ในแต่ละระบบมีการทำงานที่สัมพันธ์กันทำให้มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ ถ้าระบบใดระบบหนึ่งทำงานผิดปกติ ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบอื่นๆ ดังนั้นจึงต้องมีการดูแลรักษาสุขภาพ</li> </ul>
	๓. สังเกตและอธิบายพฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกและภายใน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสง อุณหภูมิ และการสัมผัส จัดเป็นสิ่งเร้าภายนอก ส่วนการเปลี่ยนแปลงระดับสารใน ร่างกาย เช่น ฮอโมน จัดเป็นสิ่งเร้าภายใน ซึ่งทั้ง สิ่งเร้าภายนอกและสิ่งเร้าภายในมีผลต่อมนุษย์และสัตว์ ทำให้แสดงพฤติกรรมต่างๆ ออกมา</li> </ul>
	๔. อธิบายหลักการและผลของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และเพิ่มผลผลิตของสัตว์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เทคโนโลยีชีวภาพเป็นการใช้เทคโนโลยี เพื่อ ทำให้สิ่งมีชีวิตหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต มีสมบัติตามต้องการ</li> <li>- การผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลน เป็นการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และเพิ่มผลผลิตของสัตว์</li> </ul>
	๕. ทดลอง วิเคราะห์ และอธิบายสารอาหารในอาหารมีปริมาณ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แป้ง น้ำตาล ไขมัน โปรตีน วิตามินซี เป็นสารอาหารและสามารถทดสอบได้</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	พลังงาน และ สัดส่วน ที่เหมาะสมกับเพศและวัย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การบริโภคอาหาร จำเป็นต้องให้ได้สารอาหาร ที่ครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย และได้รับปริมาณพลังงานที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย</li> </ul>
	๖. อภิปรายผลของสารเสพติดต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย และแนวทางในการป้องกันตนเองจากสารเสพติด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สารเสพติดแต่ละประเภทมีผลต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย ทำให้ระบบเหล่านั้นทำหน้าที่ผิดปกติ ดังนั้นจึงต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารเสพติด และหาแนวทางในการป้องกันตนเองจาก สารเสพติด</li> </ul>
ม.๓	-	-
ม. ๔-ม. ๖	๑. ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สารต่าง ๆ เคลื่อนที่ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ ตลอดเวลา เซลล์จึงต้องมีการรักษาคุณภาพ เพื่อให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตได้ตามปกติ</li> <li>- เซลล์มีการลำเลียงสารผ่านเซลล์โดยวิธีการแพร่ การออสโมซิส การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต การลำเลียงแบบใช้พลังงาน และการลำเลียงสารขนาดใหญ่</li> <li>- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการลำเลียงสารเกิดขึ้นภายในเซลล์เพียงหนึ่งเซลล์ แต่สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ต้องอาศัยการทำงานประสานกันของเซลล์จำนวนมาก</li> </ul>
	๒. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พืชมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำ โดยมี การควบคุมสมดุลระหว่างการคายน้ำผ่านปากใบ และการดูดน้ำที่ราก</li> <li>- การเปิดปิดของปากใบเป็นการควบคุมอัตราการคายน้ำของพืช ซึ่งช่วยในการรักษาคุณภาพของน้ำภายในพืชให้มีความชุ่มชื้นในระดับที่พอเหมาะ</li> </ul>
	๓. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไตเป็นอวัยวะสำคัญในการรักษาคุณภาพของน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งมี</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์ และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>โครงสร้างและการทำงานร่วมกับอวัยวะอื่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ภายในไตมีหน่วยไต ของเหลวที่ผ่านเข้าสู่หน่วยไตส่วนหนึ่งจะถูกดูดซึมกลับสู่หลอดเลือด ส่วนที่ไม่ถูกดูดซึมกลับจะผ่านไปยังท่อปัสสาวะ</li> <li>- ยูเรีย โซเดียม ไอออน และคลอไรด์ ไอออน เป็นของเสียจากกระบวนการเมแทบอลิซึม จะถูกขับออกจากไตไปพร้อมกับปัสสาวะ</li> <li>- อะมีบาและพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีโครงสร้างภายในเซลล์ที่เรียกว่าคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลในการกำจัดน้ำและของเสียออกจากเซลล์</li> <li>- ปลาน้ำจืดมีเซลล์บริเวณเหงือกที่น้ำเข้าสู่ร่างกาย ได้โดยการออสโมซิส ส่วนปลาน้ำเค็มป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายโดยมีผิวหนังและเกล็ดที่ป้องกันไม่ให้แร่ธาตุจากน้ำทะเลซึมเข้าสู่ร่างกาย และที่บริเวณเหงือกมีกลุ่มเซลล์ซึ่งขับแร่ธาตุส่วนเกินออกโดยวิธีการลำเลียงแบบใช้พลังงาน</li> <li>- มนุษย์มีกลไกในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม โดยศูนย์ควบคุมอุณหภูมิจะอยู่ที่สมองส่วนไฮโปทาลามัส</li> <li>- สัตว์เลือดอุ่นสามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ให้เกือบคงที่ได้ในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ส่วนสัตว์เลือดเย็น อุณหภูมิร่างกายจะแปรผันตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม</li> </ul>
	<p>๔. อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ร่างกายมนุษย์ มีภูมิคุ้มกันซึ่งเป็นกลไกในการป้องกันเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย</li> <li>- ผิวหนัง เซลล์เม็ดเลือดขาวและระบบ</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>น้ำเหลืองเป็นส่วนสำคัญของร่างกายที่ทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย</p> <p>- ระบบภูมิคุ้มกันมีความสำคัญยิ่งต่อร่างกาย</p> <p>มนุษย์การรับประทานอาหารที่ถูกสุขลักษณะ การออกกำลังกาย การดูแลสุขภาพอนามัย ตลอดจนการหลีกเลี่ยงสารเสพติด และพฤติกรรมที่เสี่ยงทางเพศ และการได้รับวัคซีนในการป้องกันโรคต่าง ๆ ครบตามกำหนด จะช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและรักษาภูมิคุ้มกันของร่างกายได้</p>

## สาระที่ ๑ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. ๑	๑. ระบุลักษณะของสิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นและนำมาจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์	- สิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นจะมีทั้งลักษณะที่เหมือนกัน และแตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำมาจำแนกโดยใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์
ป. ๒	๑. อธิบายประโยชน์ของพืชและสัตว์ในท้องถิ่น	- พืชและสัตว์มีประโยชน์ต่อมนุษย์ในแง่ของปัจจัยสี่ คือ เป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค
ป. ๓	๑. อภิปรายลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตใกล้ตัว	- สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกัน
	๒. เปรียบเทียบและระบุลักษณะที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูก	- สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีลักษณะภายนอกที่ปรากฏคล้ายคลึงกับพ่อแม่ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น
	๓. อธิบายลักษณะที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูกว่าเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- ลักษณะภายนอกที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูกเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม - มนุษย์นำความรู้ที่ได้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาสายพันธุ์ของพืชและสัตว์
ป. ๔	๔. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่สูญพันธุ์ไปแล้ว และที่ดำรงพันธุ์มาจนถึงปัจจุบัน (ว ๑.๒.๓)	- สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ก็จะสูญพันธุ์ไปในที่สุด - สิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ที่เปลี่ยนแปลงไปได้จะสามารถอยู่รอดและดำรงพันธุ์ต่อไป
	-	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. ๕	๑. ตำราจ เปรียบเทียบและระบุลักษณะของตนเองกับคนในครอบครัว	- ลักษณะของตนเองจะคล้ายคลึงกับคนในครอบครัว
	๒. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในแต่ละรุ่น	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นการถ่ายทอดลักษณะบางลักษณะจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลาน ซึ่งบางลักษณะจะเหมือนพ่อหรือเหมือนแม่ หรืออาจมีลักษณะเหมือน ปู่ ย่า ตา ยาย
	๓. จำแนกพืชออกเป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก	- พืชแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ พืชดอกกับพืชไม่มีดอก
	๔. ระบุลักษณะของพืชดอกที่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ โดยใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์	- พืชดอกแบ่งออกเป็น พืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับพืชใบเลี้ยงคู่ โดยสังเกตจากราก ลำต้น และใบ
	๕. จำแนกสัตว์ออกเป็นกลุ่มโดยใช้ลักษณะภายในบางลักษณะ และลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์	- การจำแนกสัตว์เป็นกลุ่ม โดยใช้ลักษณะภายนอกและลักษณะภายในบางลักษณะเป็นเกณฑ์แบ่งออกได้เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง - สัตว์มีกระดูกสันหลังแบ่งเป็นกลุ่มปลา สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
ป. ๖	-	-
ม. ๑	-	-
ม. ๒	-	-
ม. ๓	๑. สังเกตและอธิบายลักษณะของโครโมโซมที่มีหน่วยพันธุกรรมหรือยีนในนิวเคลียส	- เมื่อมองเซลล์ผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเส้นใยเล็กๆ พันกันอยู่ในนิวเคลียส เมื่อเกิดการแบ่ง เซลล์ เส้นใยเหล่านี้จะขดสั้นเข้าจนมีลักษณะเป็นท่อนสั้น เรียกว่าโครโมโซม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอและโปรตีน</li> <li>- ยีนหรือหน่วยพันธุกรรมเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่บนดีเอ็นเอ</li> </ul>
	๒. อธิบายความสำคัญของสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ และกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เซลล์หรือสิ่งมีชีวิต มีสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอที่ควบคุมลักษณะของการแสดงออก</li> <li>- ลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีนจากพ่อและแม่สามารถถ่ายทอดสู่ลูกผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิ</li> </ul>
	๓. อภิปรายโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของยีนและโครโมโซมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โรคธาลัสซีเมีย ตาบอดสี เป็นโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของยีน</li> <li>- กลุ่มอาการดาวน์เป็นความผิดปกติของร่างกาย ซึ่งเกิดจากการที่มีจำนวนโครโมโซมเกินมา</li> <li>- ความรู้เกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมสามารถนำไปใช้ในการป้องกันโรค ดูแลผู้ป่วยและวางแผนครอบครัว</li> </ul>
	๔. สืบค้นและอธิบายความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพที่ทำให้สิ่งมีชีวิตอยู่อย่างสมดุล ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของระบบนิเวศ ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต และความหลากหลายทางพันธุกรรม</li> </ul>
	๕. อธิบายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การตัดไม้ทำลายป่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ พืชและสิ่งแวดล้อม</li> <li>- การใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ สัตว์และพืชทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๖. อภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ทั้งด้านการแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม</li> </ul>
ม. ๔-ม. ๖	๑. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะที่ปรากฏ</li> <li>- ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวา แต่ละสายประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทสในโครงเจนเบส ลิขินิดและหมู่ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่</li> <li>- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนหรือโครโมโซม ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ โดยมิวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกและหลานได้</li> <li>- การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ</li> </ul>
	๒. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยี ชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุวิศวกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ มากขึ้นและแพร่หลาย</li> <li>- การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้น หรือสิ่งมีชีวิตที่มีการคัดแปรพันธุกรรมส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม</li> </ul>



ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๓. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โลกมีความหลากหลายของระบบนิเวศซึ่งมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมายหลายสปีชีส์ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันก็ยังมี ความหลากหลายทางพันธุกรรม</li> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพส่งผลทำให้มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์และขยายพันธุ์ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงพันธุ์อยู่ได้</li> <li>- สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีความต้องการปัจจัยต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตแตกต่างกันซึ่งจะช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศบนโลกได้</li> </ul>
	๔. อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และ ผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีความหลากหลายที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตในสปีชีส์เดียวกันจะผสมพันธุ์และสืบลูกหลานต่อไปได้</li> <li>- การคัดเลือกตามธรรมชาติจะส่งผลทำให้ลักษณะพันธุกรรมของประชากรในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มแตกต่างกันไปจนกลายเป็นสปีชีส์ใหม่ทำให้เกิดเป็นความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต</li> </ul>

## สาระที่ ๒ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว ๒. ๑ เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. ๑	-	-
ป. ๒	-	-
ป. ๓	๑. สํารวจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ของ ตน และ อธิบาย ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต กับสิ่งแวดล้อม	- สิ่งแวดล้อมหมายถึง สิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวเรามี ทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งกับ สิ่งมีชีวิตด้วยกันและกับสิ่งไม่มีชีวิต
ป. ๔	-	-
ป. ๕	-	-
ป. ๖	๑. สํารวจ และ อธิบาย ความสัมพันธ์ของกลุ่ม สิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ	- กลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน และมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ในลักษณะของแหล่งอาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์ และแหล่งเลี้ยงดูลูกอ่อน
	๒. อธิบายความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูป ของโซ่อาหารและสายใยอาหาร	- ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูป ของโซ่อาหาร และสายใยอาหาร ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค
	๓. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกับ สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	- สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแต่ละแหล่งที่อยู่จะมี โครงสร้างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตใน แหล่งที่อยู่นั้น และสามารถปรับตัวให้เข้ากับ สภาพแวดล้อมเพื่อหาอาหารและมีชีวิตอยู่รอด
ม. ๑	-	-
ม. ๒	-	-

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. ๓	๑. ตำราวาระบบนิเวศต่างๆในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ	- ระบบนิเวศในแต่ละท้องถิ่นประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพเฉพาะถิ่น ซึ่งมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
	๒. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร	- สิ่งมีชีวิตมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยการถ่ายทอดพลังงานในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร
	๓. อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ	- น้ำและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต - น้ำและคาร์บอนจะมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรในระบบนิเวศ ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนำไปใช้ประโยชน์ได้
	๔. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ	- อัตราการเกิด อัตราการตาย อัตราการอพยพเข้า และอัตราการอพยพออกของสิ่งมีชีวิต มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ
ม. ๔-ม. ๖	๑. อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ  ๒. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต	- ระบบนิเวศในธรรมชาติจะมีความสมดุลได้ก็ต่อเมื่อมีสภาพแวดล้อมต่างๆที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆในระบบนิเวศ จนทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศบนโลก - ระบบนิเวศในโลกที่มีความหลากหลาย มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากมนุษย์เป็นผู้กระทำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลได้

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อระบบนิเวศเสียดุลจะเกิดการเปลี่ยนแปลง แทนที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพทางธรรมชาติของระบบนิเวศย่อมส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นด้วย</li> </ul>
	<p>๓. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งถูกทำลายหรือสูญหายไป ก็จะส่งผลกระทบต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศด้วย</li> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศหนึ่งยังอาจเกี่ยวเนื่องต่อระบบนิเวศอื่น ๆ ได้ด้วย</li> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อ มนุษย์ มนุษย์ใช้ประโยชน์จากความหลากหลาย ทางชีวภาพมากมาย การใช้ที่ขาดความระมัดระวังอาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพได้ ซึ่งทุกคนควรมีส่วนร่วมในการดูแลและรักษา</li> </ul>

## สาระที่ ๒ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. ๑	-	-
ป. ๒	-	-
ป. ๓	๑. สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ และ อภิปรายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น	- ดิน หิน น้ำ อากาศ ป่าไม้ สัตว์ป่าและแร่ จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญ - มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต
	๒. ระบุการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น	- มนุษย์นำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างมากมายจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
	๓. อภิปรายและนำเสนอการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ อย่างประหยัด คุ่มค่า และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ	- มนุษย์ต้องช่วยกันดูแลและรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัดและคุ่มค่า เพื่อให้มีการใช้ได้นานและยั่งยืน
ป. ๔	-	-
ป. ๕	-	-
ป. ๖	๑. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่นที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต	- ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ในแต่ละท้องถิ่น มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
	๒. วิเคราะห์ผลของการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ	- การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกใช้มากขึ้น เป็นผลทำให้ทรัพยากรธรรมชาติลดน้อยลง และสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป
	๓. อภิปรายผลต่อสิ่งมีชีวิต จากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ทั้งโดยธรรมชาติและโดยมนุษย์	- ภัยพิบัติจากธรรมชาติและการทำงานของมนุษย์ ทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลง เป็นผลทำให้พืชและสัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๔. อภิปรายแนวทางในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	- การสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ เฝ้าระวังทรัพยากรธรรมชาติและตลอดจนการปลูกต้นไม้ เพิ่มขึ้นเพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการดูแลรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
	๕. มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น	- ร่วมจัดทำโครงการเฝ้าระวังรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน
ม. ๑	-	-
ม. ๒	-	-
ม. ๓	๑. วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นและเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา	- สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นเกิดจากการกระทำของธรรมชาติและมนุษย์ - ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้น ควรมีแนวทางในการดูแลรักษาและป้องกัน
	๒. อธิบายแนวทางการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ	- ระบบนิเวศจะสมดุลได้จะต้องมีการควบคุมจำนวนผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้สลายสารอินทรีย์ ให้มีปริมาณ สัดส่วน และการกระจายที่เหมาะสม - การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนและการดูแลรักษาสภาพแวดล้อม เป็นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ
	๓. อภิปรายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน	- การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าด้วยการใช้ซ้ำ นำกลับมาใช้ใหม่ ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ ใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดเติม ซ่อมแซมสิ่งของเครื่องใช้ เป็นวิธีการใช้ทรัพยากร ธรรมชาติอย่างยั่งยืน
	๔. วิเคราะห์และอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติควรคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงบนพื้นฐานของทางสายกลาง และความไม่ประมาท โดยคำนึงถึง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>๕. อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา</p> <p>๖. อภิปรายและมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน</p>	<p>ความพอประมาณ ความมีเหตุผลและการเตรียมตัวให้พร้อมที่จะรับผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปัญหาสิ่งแวดล้อม อาจเกิดจากมลพิษทางน้ำ มลพิษทางเสียง มลพิษทางอากาศ มลพิษทางดิน</li> <li>- แนวทางการแก้ปัญหามีหลายวิธี เริ่มจากศึกษาแหล่งที่มาของปัญหา เสาะหากระบวนการในการแก้ปัญหา และทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหานั้น</li> <li>- การดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นให้ยั่งยืน ควรได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่าย และต้องเป็นความรับผิดชอบของทุกคน</li> </ul>
ม. ๔-ม. ๖	<p>๑. วิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก</p> <p>๒. อภิปรายแนวทางในการป้องกันแก้ไข ปัญหา สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมหรือระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกัน มีความสัมพันธ์กันหลายระดับ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก</li> <li>- การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้น ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติลดจำนวนลง และเกิดปัญหามลพิษทางด้านต่าง ๆ ตามมา</li> <li>- ปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นมีด้วยกันหลายสาเหตุ บางปัญหามีผลกระทบเกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น บางปัญหาส่งผลกระทบต่อระดับประเทศ และบางปัญหามีความรุนแรงจนเป็นปัญหาระดับโลก</li> <li>- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่าง จำกัดจำเป็นต้องใช้ด้วยความระมัดระวังและไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในสภาพเสื่อมโทรม หรือเกิด เป็นมลพิษที่เป็นผลเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ต้องการแนวทางในการป้องกัน แก้ไขฟื้นฟูให้กลับมีสภาพที่สามารถใช้งานได้</li> </ul>
	<p>๓. วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวังอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติควรต้องมีการเฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนา ซึ่งทุกคนควรร่วมกันปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน</li> </ul>



### สาระที่ ๓ สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๑	๑. สังเกตและระบุลักษณะที่ปรากฏหรือสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำของเล่น ของใช้ในชีวิตประจำวัน	- วัสดุที่ใช้ทำของเล่นของใช้ในชีวิตประจำวัน อาจมีรูปร่าง สี ขนาด พื้นผิว ความแข็ง เหมือนกันหรือแตกต่างกัน
	๒. จำแนกวัสดุที่ใช้ทำของเล่น ของใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งระบุเกณฑ์ที่ใช้จำแนก	- ลักษณะหรือสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุ สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกวัสดุที่ใช้ทำของเล่น ของใช้ในชีวิตประจำวัน
ป.๒	๑. ระบุชนิดและเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุที่นำมาทำของเล่น ของใช้ในชีวิตประจำวัน	- ของเล่น ของใช้ อาจทำจากวัสดุต่าง ๆ กัน เช่น ไม้ เหล็ก กระดาษ พลาสติก ยาง ซึ่งวัสดุต่างชนิดกันจะมีสมบัติแตกต่างกัน
	๒. เลือกใช้วัสดุและสิ่งของต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม และปลอดภัย	- การเลือกวัสดุและสิ่งของต่าง ๆ มาใช้งานในชีวิตประจำวัน เพื่อความเหมาะสมและปลอดภัย ต้องพิจารณาจากสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำสิ่งของนั้น
ป.๓	๑. จำแนกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้	- ของเล่นของใช้อาจมีส่วนประกอบหลายส่วน และอาจทำจากวัสดุหลายชนิดซึ่งมีสมบัติแตกต่างกัน
	๒. อธิบายการใช้ประโยชน์ของวัสดุแต่ละชนิด	- วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันจึงใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน
ป.๔	-	-
ป.๕	๑. ทดลองและอธิบายสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียวการนำความร้อน การนำไฟฟ้าและความหนาแน่น	- ความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และความหนาแน่นเป็นสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุ ซึ่งวัสดุต่างชนิดกัน จะมีสมบัติบางประการแตกต่างกัน
	๒. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการ	- ในชีวิตประจำวันมีการนำวัสดุต่าง ๆ มา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	นำวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ใช้ทำสิ่งของเครื่องใช้ตามสมบัติของวัสดุ นั้น ๆ
ป.๖	๑. ทดลองและอธิบาย สมบัติของของแข็งของเหลวและแก๊ส	- สารอาจปรากฏในสถานะของแข็ง ของเหลวหรือแก๊ส สารทั้งสามสถานะมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน
	๒. จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง	- การจำแนกสารอาจจำแนกโดยใช้สถานะการนำไฟฟ้า การนำความร้อน หรือสมบัติอื่นเป็นเกณฑ์ได้
	๓. ทดลองและอธิบายวิธีการแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด การระเหยแห้ง	- ในการแยกสารบางชนิดที่ผสมกันออกจากรันต้องใช้วิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสม ซึ่งอาจจะทำได้โดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด การระเหยแห้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติของสารที่เป็นส่วนผสมในสารผสมนั้น ๆ
	๔. สืบค้นและจำแนกประเภทของสารต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้สมบัติและการใช้ประโยชน์ของสารเป็นเกณฑ์	- จำแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันตามการใช้ประโยชน์ แบ่งได้เป็นสารปรุงรสอาหาร สารแต่งสีอาหาร สารทำความสะอาด สารกำจัดแมลง และศัตรูพืช ซึ่งสารแต่ละประเภทมีความเป็นกรด - เบสแตกต่างกัน
	๕. อภิปรายการเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	- การใช้สารต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
ม.๑	๑. ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม	- เมื่อใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ จำแนกสารได้เป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน - เมื่อใช้ขนาดอนุภาคของสารเป็นเกณฑ์ จำแนกสารเป็นสารแขวนลอย คอลลอยด์และสารละลาย ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๒. อธิบายสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร โดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลี รูปร่าง ขนาด ความแข็ง ความหนาแน่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว เป็นสมบัติทางกายภาพของสาร ความเป็นกรด-เบส ความสามารถในการรวมตัวกับสารอื่น ๆ การแยกสลายของสารและการเผาไหม้ เป็นสมบัติทางเคมี</li> <li>- สารในสถานะต่าง ๆ มีลักษณะการจัดเรียงอนุภาค ระยะห่างระหว่างอนุภาค และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสารอธิบายสมบัติบางประการของสารได้</li> </ul>
	๓. ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย อาจจะมีสมบัติเป็นกรด กลาง หรือเบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัส หรืออินดิเคเตอร์</li> </ul>
	๔. ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความเป็นกรด-เบสของสารละลายระบุเป็นค่า pH ซึ่งตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมือวัดค่า pH หรือยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์</li> <li>- ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันอาจมีความเป็นกรดเบสแตกต่างกัน จึงควรเลือกใช้ให้ถูกต้องปลอดภัยต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>
ม.๒	๑. สํารวจและอธิบายของคํ์ประกอบสมบัติของธาตุและสารประกอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ธาตุ เป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกันและไม่สามารถแยกสลายเป็นสารอื่นได้อีกโดยวิธีการทางเคมี</li> <li>- สารประกอบ เป็น สารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยธาตุตั้งแต่สองธาตุขึ้นไปรวมตัวกันด้วยอัตราส่วนโดยมวลคงที่ และมีสมบัติแตกต่างจากสมบัติเดิมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๒. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติของธาตุ โลหะ ธาตุอโลหะ ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสีและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติบางประการที่คล้ายกันและแตกต่างกัน จึงสามารถจำแนกกลุ่มธาตุตามสมบัติของธาตุเป็นธาตุโลหะ กึ่งโลหะ อโลหะ และธาตุกัมมันตรังสี</li> <li>- ในชีวิตประจำวันมีวัสดุ อุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ผลิตมาจากธาตุและสารประกอบ จึงควรเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมปลอดภัย และยั่งยืน</li> </ul>
	๓. ทดลองและอธิบายการหลักการแยกสารด้วยวิธีการกรอง การตกผลึก การสกัด การกลั่น และโครมาโทกราฟี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การกรอง การตกผลึก การสกัด การกลั่นและโครมาโทกราฟี เป็นวิธีการแยกสารที่มีหลักการแตกต่างกัน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</li> </ul>
ม.๓	-	-
ม.๔-ม.๖	๑. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการศึกษาโครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง</li> <li>- อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสำคัญ ๓ ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนเรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่าง ๆ ของธาตุ</li> </ul>
	๒. วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุจะจัดเรียงอยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ และในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอนเป็นค่าเฉพาะ</li> <li>- อิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดจะแสดงสมบัติบางประการของธาตุ เช่น ความเป็นโลหะ อโลหะ และเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาของธาตุนั้น</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๓. อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ	- ตารางธาตุปัจจุบัน จัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและอาศัยสมบัติที่คล้ายกัน ทำให้สามารถทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุได้
	๔. วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสาร	- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะเคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ
	๕. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร	- จุดเดือดจุดหลอมเหลวและสถานะของสาร มีความเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น สารที่อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวหรือพันธะเคมีที่แข็งแรง จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง สารในสถานะของแข็ง อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่แข็งแรงกว่าสารในสถานะของเหลวและแก๊สตามลำดับ

### สาระที่ ๓ สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. ๑	-	-
ป. ๒	-	-
ป. ๓	๑. ทดลองและอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัสดุ เมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลง	- เมื่อมีแรงมากระทำ เช่น การบีบ บิด ทูบ ดัด ดึง ตลอดจนการทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลงจะทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะหรือมีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม
	๒. อภิปรายประโยชน์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	- การเปลี่ยนแปลงของวัสดุอาจนำมาใช้ประโยชน์หรือทำให้เกิดอันตรายได้
ป. ๔	-	-
ป. ๕	-	-
ป. ๖	๑. ทดลองและอธิบายสมบัติของสาร เมื่อสารเกิดการละลาย และเปลี่ยนสถานะ	- เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารละลายหรือเปลี่ยนสถานะ สารแต่ละชนิดยังคงแสดงสมบัติของสารเดิม
	๒. วิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป	- การเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้มีสารใหม่เกิดขึ้น และสมบัติของสารจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
	๓. อภิปรายการเปลี่ยนแปลงของสารที่ก่อให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- การเปลี่ยนแปลงของสาร ทั้งการละลาย การเปลี่ยนสถานะและการเกิดสารใหม่ ต่างก็มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
ม. ๑	๑. ทดลองและอธิบายวิธีเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นร้อยละ และอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับสารละลายไปใช้ประโยชน์	- สารละลายประกอบด้วยตัวละลายและตัวทำละลาย สารละลายที่ระบุความเข้มข้นเป็นร้อยละหมายถึงสารละลายที่มีอัตราส่วนของปริมาณตัวละลาย ละลายอยู่ในสารละลายร้อยละ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ในชีวิตประจำวัน ได้มีการนำความรู้เรื่องสารละลายไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร อุตสาหกรรมอาหาร การแพทย์ และด้านอื่น ๆ</li> </ul>
	๒. ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวลและพลังงานของสาร เมื่อสารเปลี่ยนสถานะและเกิดการละลาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนสถานะและเกิดการละลาย มวลของสารจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่สมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลง รวมทั้งมีการถ่ายโอนพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม</li> </ul>
	๓. ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ และการละลายของสาร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อุณหภูมิ ความดัน ชนิดของสารมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ และการละลายของสาร</li> </ul>
ม.๒	๑. ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวล และพลังงานเมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งอาจเป็นการดูดพลังงานความร้อนหรือคายพลังงานความร้อน</li> <li>- อุณหภูมิ ความเข้มข้น ธรรมชาติของสาร และตัวเร่งปฏิกิริยา มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร</li> </ul>
	๒. ทดลอง อธิบายและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สมการเคมีใช้เขียนแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร ซึ่งมีทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์</li> <li>- ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส และกรดกับคาร์บอเนตเป็นปฏิกิริยาเคมีที่พบทั่วไป</li> <li>- การเลือกใช้วัสดุและสารรอบตัวในชีวิตประจำวัน ได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัยโดยคำนึงถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น</li> </ul>
	๓. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สารเคมีและปฏิกิริยาเคมี มีทั้งประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๔. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง ปลอดภัย วิธีป้องกันและแก้ไขอันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้สารเคมีต้องมีความระมัดระวัง ป้องกัน ไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น โดยใช้ให้ถูกต้อง ปลอดภัยและคุ้มค่า</li> <li>- ผู้ใช้สารเคมีควรรู้จักสัญลักษณ์เตือนภัยบนฉลาก และรู้วิธีการแก้ไข และการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับอันตรายจากสารเคมี</li> </ul>
ม.๓	-	-
ม.๔-ม.๖	๑. ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดในธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้กระทำ ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี</li> <li>- มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้าน ในทางการเกษตรและอุตสาหกรรม แต่สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>
	๒. ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลาเรียกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร</li> <li>- ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้</li> </ul>
	๓. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยก	-



ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	แก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ	<p>และความดันสูงนานนับล้านปี จะเกิดเป็นปิโตรเลียม โดยมีได้ทั้งสถานะของแข็งของเหลวหรือแก๊ส ซึ่งมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดรวมกันและอาจมีสารประกอบอื่นๆ ปะปนอยู่ด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านกระบวนการแยกแก๊ส ส่วนของเหลวหรือน้ำมันดิบจะแยกโดยการกลั่นลำดับส่วน</li> </ul>
	๔. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีเทน อีเทน โพรเพนและบิวเทน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้น ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้นนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน</li> <li>- การสัมผัสตัวทำละลายและไฮโดรคาร์บอนบางชนิดในรูปของไอและของที่ใช้แล้ว อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ รวมถึงการกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย</li> </ul>
	๕. ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พอลิเมอร์เป็นสารประกอบที่โมเลกุลมีขนาดใหญ่ เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น</li> <li>- ปฏิกริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิเมอร์เรียกว่า ปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งอาจเป็นแบบควบแน่น หรือแบบต่อเติม</li> <li>- พอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน</li> </ul>
	๖. อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามสมบัติของพอลิเมอร์ชนิดนั้นๆ เช่น ใช้พลาสติกทำภาชนะ ใช้เส้นใยสังเคราะห์ทำเครื่องนุ่งห่ม</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน บางชนิดสลายตัวยาก การใช้อย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้</li> </ul>
	<p>๗. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลสและไกลโคเจน โดยมีน้ำตาลเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O การตรวจสอบชนิดของน้ำตาลทำได้โดยใช้สารละลายเบนเนดิกต์</li> </ul>
	<p>๘. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน</li> <li>- ไขมันและน้ำมันนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภคและใช้ใน อุตสาหกรรม การบริโภคไขมันที่ขาดความระมัดระวังจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้</li> </ul>
	<p>๙. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของ โปรตีน และกรดนิวคลีอิก</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีนคือกรดอะมิโนซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย <math>\text{CuSO}_4</math> กับ NaOH</li> <li>- กรดนิวคลีอิกเป็นสารโมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน ประกอบด้วย ธาตุ C H O N ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มี ๒ ชนิด คือ DNA และ RNA ซึ่งเกี่ยวข้องับกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม</li> </ul>

## สาระที่ ๔ แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๑	๑. ทดลองและอธิบายการดึงหรือการผลักวัตถุ	- การดึงและการผลักวัตถุ เป็นการออกแรงกระทำต่อวัตถุ ซึ่งอาจทำให้วัตถุเคลื่อนที่หรือไม่เคลื่อนที่ และเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรืออาจไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่าง
ป.๒	๑. ทดลองและอธิบายแรงที่เกิดจากแม่เหล็ก	- แม่เหล็กมีแรงดึงดูดหรือผลักระหว่างแท่งแม่เหล็ก รอบแท่งแม่เหล็กมีสนามแม่เหล็กและสามารถดึงดูดวัตถุที่ทำด้วยสารแม่เหล็ก
	๒. อธิบายการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์	- แม่เหล็กมีประโยชน์ในการทำของเล่น ของใช้ และนำไปแยกสารแม่เหล็กออกจากวัตถุอื่นได้
	๓. ทดลองและอธิบายแรงไฟฟ้าที่เกิดจากการถูวัตถุบางชนิด	- เมื่อถูวัตถุบางชนิดแล้วนำเข้าไปใกล้กัน จะดึงดูดหรือผลักรันได้ แรงที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าแรงไฟฟ้า และวัตถุนั้นจะดึงดูดวัตถุเบา ๆ ได้
ป.๓	๑. ทดลองและอธิบายผลของการออกแรงที่กระทำต่อวัตถุ	- การออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ โดยวัตถุที่หยุดนิ่งจะเคลื่อนที่และวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนทิศทาง
	๒. ทดลองการตกของวัตถุสู่พื้นโลก และอธิบายแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ	- วัตถุตกสู่พื้นโลกเสมอเนื่องจากแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ และแรงนี้คือน้ำหนักของวัตถุ
ป.๔	-	-
ป.๕	๑. ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	- แรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองนั้น

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๒. ทดลองและอธิบายความดันอากาศ	- อากาศมีแรงกระทำต่อวัตถุ แรงที่อากาศกระทำตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันอากาศ
	๓. ทดลองและอธิบายความดันของของเหลว	- ของเหลวมีแรงกระทำต่อวัตถุทุกทิศทาง แรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันของของเหลว ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความลึก
	๔. ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลว การลอยตัว และการจมของวัตถุ	- ของเหลวมีแรงพยุงกระทำต่อวัตถุที่ลอยหรือจมในของเหลว การจมหรือการลอยตัวของวัตถุขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ และแรงพยุงของของเหลวนั้น
ป.๖	-	-
ม.๑	๑. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย ปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์	- ปริมาณทางกายภาพแบ่งเป็นปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ ปริมาณสเกลาร์เป็นปริมาณที่มีแต่ขนาด ปริมาณเวกเตอร์เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง
	๒. ทดลองและอธิบายระยะทางการกระจัด อัตราเร็วและความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ	- การเคลื่อนที่ของวัตถุเกี่ยวข้องกับระยะทางการกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ระยะทางคือ ความยาวที่วัดตามแนวทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย การกระจัดคือ เวกเตอร์ที่ชี้ตำแหน่งสุดท้ายของวัตถุเทียบกับตำแหน่งเริ่มต้น อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ความเร็ว คือ การกระจัดของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา
ม.๒	๑. ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	- แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เมื่อมีแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันกระทำต่อวัตถุเดียวกัน สามารถหาแรงลัพธ์ได้โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๒. อธิบายแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว	- เมื่อแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง วัตถุนั้นก็จะหยุดนิ่งตลอดไป แต่ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตลอดไป
ม.๓	๑. อธิบายความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ	- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เปลี่ยนแปลงเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งซึ่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์
	๒. ทดลองและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- ทุกแรงกิริยาจะมีแรงปฏิกิริยาโต้ตอบด้วยขนาดของแรงเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม - การนำความรู้เรื่องแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไปใช้อธิบาย เช่น การชั๊กเย่อ การจุดบั้งไฟ
	๓. ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ	- แรงพยุง คือ แรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ มีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จมของวัตถุ - ของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีแรงพยุงมาก - วัตถุที่ลอยได้ในของเหลวจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของของเหลว
ม.๔-ม.๖	๑. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- ในสนามโน้มถ่วงจะมีแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก เมื่อปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกแบบเสรี สนามโน้มถ่วงทำให้วัตถุต่างๆ ไม่หลุดจากโลก เช่น การโคจรของดาวเทียมรอบโลก และอาจใช้แรงโน้มถ่วงไปใช้ประโยชน์เพื่อหาแนวตั้งของช่างก่อสร้าง
	๒. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของ	- เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ซึ่งอาจทำให้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	อนุภาคในสนามไฟฟ้า และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	สภาพการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนไป สามารถนำสมบัตินี้ไปประยุกต์สร้าง เครื่องมือบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่น ออสซิลโลสโคป
	๓. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของ อนุภาคในสนามแม่เหล็ก และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ใน สนามแม่เหล็ก จะมีแรงกระทำต่ออนุภาค นั้น ซึ่งอาจทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของ อนุภาคเปลี่ยนไป สามารถนำสมบัตินี้ไป ประยุกต์สร้างหลอดภาพโทรทัศน์
	๔. วิเคราะห์และอธิบายแรง นิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่าง อนุภาคในนิวเคลียส	- อนุภาคในนิวเคลียสเรียกว่า นิวคลีออน นิวคลีออน ประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน นิวคลีออน ในนิวเคลียสยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่าง นิวคลีออน นิวคลีออนจึงอยู่รวมกันใน นิวเคลียสได้

## สาระที่ ๔ แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว ๔.๒ เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๑	-	-
ป.๒	-	-
ป.๓	-	-
ป.๔	-	-
ป.๕	1. ทดลองและอธิบาย แรงเสียดทานและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- แรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานมีประโยชน์ เช่น ในการเดินต้องอาศัยแรงเสียดทาน
ป.๖	-	-
ม.๑	-	-
ม.๒	-	-
ม.๓	๑. ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- แรงเสียดทานสถิตเป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะหยุดนิ่ง ส่วนแรงเสียดทานจลน์เป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะเคลื่อนที่ - การเพิ่มแรงเสียดทาน เช่น การออกแบบพื้นรองเท้าเพื่อกันลื่น - การลดแรงเสียดทาน เช่น การใช้น้ำมันหล่อลื่นที่จุดหมุน
	๒. ทดลองและวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการหมุน - การวิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่างๆ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๑. สังกะและอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นแนวตรง และแนวโค้ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตรง เช่น การตกแบบเสรี และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกบาสเกตบอลในอากาศ การเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุที่ผูกเชือกแล้วแกว่ง เป็นต้น</li> </ul>
ม.๔-ม.๖	๑. อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเคลื่อนที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ในแนวใดแนวหนึ่ง เช่น แนวราบหรือแนวตั้งที่มีการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยความเร่งของวัตถุหาได้จากความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา</li> </ul>
	๒. สังกะและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้งที่มีความเร็วในแนวราบคงตัวและความเร่งในแนวตั้งคงตัว</li> <li>- การเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วในแนวเส้นสัมผัสวงกลมและมีแรงในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลาง</li> <li>- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม เช่น การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย โดยที่มุมสูงสุดที่เบนจากแนวตั้ง มีค่าคงตัวตลอด</li> </ul>
	๓. อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การเล่นเทนนิส บาสเกตบอล</li> <li>- การเคลื่อนที่แบบวงกลมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การวิ่งทางโค้งของรถยนต์ให้ปลอดภัย</li> <li>- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างนาฬิกาแบบลูกตุ้ม</li> </ul>



## สาระที่ ๕ พลังงาน

มาตรฐาน ว ๕. ๑ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. ๑	-	-
ป. ๒	๑. ทดลองและอธิบายได้ว่าไฟฟ้าเป็นพลังงาน	- ไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่สามารถทำงานได้ ไฟฟ้าจึงเป็นพลังงาน
	๒. ลสำรวจและยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น	- พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานอื่นได้ ซึ่งตรวจสอบได้จากเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เช่น พัดลม หม้อหุงข้าวไฟฟ้า
ป. ๓	๑. บอกแหล่งพลังงานธรรมชาติที่ใช้ผลิตไฟฟ้า	- การผลิตไฟฟ้าใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ ซึ่งบางแหล่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีจำกัด เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ บางแหล่งเป็นแหล่งพลังงานที่หมุนเวียน เช่น น้ำ ลม
	๒. อธิบายความสำคัญของพลังงานไฟฟ้าและเสนอวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	- พลังงานไฟฟ้ามีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน เช่น เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่าง จึงต้องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด เช่น ปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน รวมทั้งใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย เช่น เลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีมาตรฐาน
ป. ๔	๑. ทดลองและอธิบายการเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิด	- แสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดทุกทิศทางและเคลื่อนที่เป็นแนวตรง
	๒. ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบวัตถุ	- แสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนของแสงโดยมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
	๓. ทดลองและจำแนกวัตถุตามลักษณะการมองเห็นจากแหล่งกำเนิดแสง	- เมื่อแสงกระทบวัตถุต่างกัน จะผ่านวัตถุแต่ละชนิดได้ต่างกัน ทำให้จำแนกวัตถุออกเป็นตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสงและวัตถุทึบแสง
	๔. ทดลองและอธิบายการหักเห	- เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างชนิดกัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสสองชนิด	ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยน เรียกการหักเหของแสง
	๕. ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- เซลล์สุริยะเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดมีเซลล์สุริยะเป็นส่วนประกอบ เช่น เครื่องคิดเลข
	๖. ทดลองและอธิบายแสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- แสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายของแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ นำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น การเกิดสีรุ้ง
ป.๕	๑. ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	- เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทางโดยอาศัยตัวกลาง
	๒. ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	- แหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยความถี่ต่ำจะเกิดเสียงต่ำ แต่ถ้าสั่นด้วยความถี่สูงจะเกิดเสียงสูง
	๓. ทดลองและอธิบายเสียงดัง เสียงค่อย	- แหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานมากจะทำให้เกิดเสียงดัง แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานน้อยจะเกิดเสียงค่อย
	๔. ตำรวจและอภิปราบายันตรายที่ เกิดขึ้นเมื่อฟังเสียงดังมาก ๆ	- เสียงดังมาก ๆ จะเป็นอันตรายต่อการได้ยิน และเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ เรียกว่ามลพิษทางเสียง
ป.๖	๑. ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	- วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า
	๒. ทดลองและอธิบายตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	- วัสดุที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้เป็นตัวนำไฟฟ้า ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านไม่ได้เป็นฉนวนไฟฟ้า
	๓. ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- เซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์ต่อเรียงกัน โดยขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรเพิ่มขึ้น - การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย
	๔. ทดลองและอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมแบบขนาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม จะมีกระแสไฟฟ้าปริมาณเดียวกันผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด</li> <li>- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน กระแสไฟฟ้าจะแยกผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้าน</li> </ul>
	๕. ทดลองและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านจะเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การทำแม่เหล็กไฟฟ้า</li> </ul>
ม. ๑	๑. ทดลองและอธิบายอุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การวัดอุณหภูมิเป็นการวัดระดับความร้อนของสาร สามารถวัดด้วยเทอร์มอมิเตอร์</li> </ul>
	๒. สังเกตและอธิบายการถ่ายโอนความร้อน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การถ่ายโอนความร้อนมีสามวิธี คือ การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน</li> <li>- การนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยการสั่นของโมเลกุล</li> <li>- การพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยโมเลกุลของสารเคลื่อนที่ไปด้วย</li> <li>- การแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า</li> <li>- การนำความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนไปใช้ประโยชน์</li> </ul>
	๓. อธิบายการดูดกลืน การคายความร้อน โดยการแผ่รังสี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วัตถุที่แตกต่างกันมีสมบัติในการดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนได้ต่างกัน</li> <li>- การนำความรู้เรื่องการดูดกลืนความร้อนและการคายความร้อนไปใช้ประโยชน์</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๔. อธิบายสมดุลความร้อนและผลของความร้อนต่อการขยายตัวของสาร และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อวัตถุสองสิ่งอยู่ในสมดุลความร้อน วัตถุทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน</li> <li>- การขยายตัวของวัตถุเป็นผลจากความร้อนที่วัตถุได้รับเพิ่มขึ้น</li> <li>- การนำความรู้เรื่องการขยายตัวของวัตถุเมื่อได้รับความร้อนไปใช้ประโยชน์</li> </ul>
ม.๒	๑. ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุหรือตัวกลางอีกตัวกลางหนึ่ง แสงจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่โดยการสะท้อนของแสง หรือการหักเหของแสง</li> <li>- การนำความรู้เกี่ยวกับการสะท้อนของแสง และการหักเหของแสงไปใช้อธิบายแว่นตาทัศนอุปกรณ์ กระจก เส้นใยนำแสง</li> </ul>
	๒. อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นัยน์ตาของคนเราเป็นอวัยวะใช้มองดูสิ่งต่างๆ นัยน์ตามีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่าง</li> <li>- ความสว่างมีผลต่อนัยน์ตามนุษย์ จึงมีการนำความรู้เกี่ยวกับความสว่างมาช่วยในการจัดความสว่างให้เหมาะสมกับการทำงาน</li> <li>- ออกแบบวิธีการตรวจสอบว่าความสว่างมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่น</li> </ul>
	๓. ทดลองและอธิบายการดูดกลืนแสงสี การมองเห็นสีของวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงสีบางสีไว้ และสะท้อนแสงสีที่เหลือออกมาทำให้เรามองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ</li> <li>- การนำความรู้เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงสีการมองเห็นสีของวัตถุไปใช้ประโยชน์ในการถ่ายรูปและในการแสดง</li> </ul>
ม.๓	๑. อธิบายงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การให้งานแก่วัตถุเป็นการถ่ายโอนพลังงานให้วัตถุ พลังงานนี้เป็นพลังงานกลซึ่งประกอบด้วยพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุขณะวัตถุเคลื่อนที่ ส่วนพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุ</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>เป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กฎการอนุรักษ์พลังงานกล่าวว่า พลังงานรวมของวัตถุไม่สูญหาย แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้</li> <li>- การนำกฎการอนุรักษ์พลังงานไปใช้ประโยชน์ในการอธิบายปรากฏการณ์ เช่น พลังงานน้ำเหนือเขื่อนเปลี่ยนรูปจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานจลน์, ปั่นจั่นตอกเสาเข็ม</li> </ul>
	๒. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าและความต้านทานมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม</li> <li>- การนำกฎของโอห์มไปใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</li> </ul>
	๓. คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การคำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดค่าไฟฟ้าและเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้าน</li> </ul>
	๔. สังเกตและอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัย และประหยัด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านต้องออกแบบวงจรติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง โดยการต่อสวิตช์แบบอนุกรม ต่อตัวรับแบบขนาน และเพื่อความปลอดภัยต้องต่อสายดินและฟิวส์รวมทั้งต้องคำนึงถึงการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด</li> </ul>
	๕. อธิบายตัวต้านทาน ไคโอด ทรานซิสเตอร์ และทดลองต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ไคโอด ทรานซิสเตอร์ มีสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน ตัวต้านทานทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าในวงจร ไคโอดมีสมบัติให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ทิศทางเดียวและทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดวงจร</li> <li>- การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์ ๑ ตัวทำหน้าที่เป็นสวิตช์</li> </ul>
ม.๔-ม.๖	๑. ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คลื่นกลมีสมบัติ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน</li> <li>- อัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่นมี</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ความสัมพันธ์กันดังนี้</p> $\text{อัตราเร็ว} = \text{ความถี่} \times \text{ความยาวคลื่น}$
	<p>๒. อธิบายการเกิดคลื่นเสียงบีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยิน เสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง</li> <li>- บีตส์ของเสียงเกิดจากคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย มารวมกัน ทำให้ได้ยินเสียงดังค่อยเป็นจังหวะ</li> <li>- ความเข้มเสียง คือ พลังงานเสียงที่ตกตั้งฉากบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ในหนึ่งหน่วยเวลา</li> <li>- ระดับความเข้มเสียงจะบอกความดังค่อยของเสียงที่ได้ยิน</li> <li>- เครื่องดนตรีแต่ละชนิดที่ใช้ตัวโน้ตเดียวกัน จะให้รูปคลื่นที่แตกต่างกัน เรียกว่ามีคุณภาพเสียงต่างกัน</li> </ul>
	<p>๓. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มลพิษทางเสียงมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ถ้าฟังเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูงกว่ามาตรฐานเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อการได้ยินและสภาพจิตใจได้ การป้องกันโดยการหลีกเลี่ยงหรือใช้เครื่องครอบหูหรือลดการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง เช่น เครื่องจักร</li> </ul>
	<p>๔. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่อเนื่องกัน โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ต่างๆ มีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน เช่น การรับส่งวิทยุ โทรทัศน์ การป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ไม่อยู่ใกล้เตาไมโครเวฟขณะทำงาน</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๕. อธิบายปฏิกริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิกริยานิวเคลียร์เป็นปฏิกริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลง ปฏิกริยาที่นิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลมากแตกตัวเรียกว่า ฟิชชัน ปฏิกริยาที่เกิดจากการหลอมรวมนิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลน้อย เรียกว่า ฟิวชัน ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานเป็นไปตามสมการ <math>E = mc^2</math></li> </ul>
	๖. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิกริยานิวเคลียร์ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>
	๗. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และนำไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนประเภทหนึ่ง ซึ่งได้พลังงานความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์</li> </ul>
	๘. อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีมี ๓ ชนิด คือ แอลฟา บีตาและแกมมา ซึ่งมีอำนาจทะลุผ่านต่างกัน</li> </ul>
	๙. อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กัมมันตภาพรังสีเกิดจากการสลายของไอโซโทปของธาตุที่ไม่เสถียร สามารถตรวจจับได้โดยเครื่องตรวจวัดรังสี ในธรรมชาติมีรังสีแต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก</li> <li>- รังสีมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม การเกษตร การแพทย์ โบราณคดี รังสีในระดับสูงมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต</li> </ul>

## สาระที่ ๖ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว ๖. ๑ เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. ๑	๑. สำรวจ ทดลองและอธิบายองค์ประกอบและสมบัติทางกายภาพของดินในท้องถิ่น	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดินประกอบด้วย เศษหิน ซากพืช ซากสัตว์ โดยมีน้ำและอากาศแทรกอยู่ในช่องว่างของเม็ดดิน</li> <li>- ดินในแต่ละท้องถิ่นมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันในด้านของสี เนื้อดิน การอุ้มน้ำและการจับตัวของดิน</li> </ul>
ป. ๒	๑. สำรวจและจำแนกประเภทของดินโดยใช้สมบัติทางกายภาพเป็นเกณฑ์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดินจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ดินร่วน ดินเหนียวและดินทราย ตามลักษณะที่แตกต่างกันในด้านของสี เนื้อดิน การอุ้มน้ำและการจับตัวของดิน ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามสมบัติของดิน</li> </ul>
ป. ๓	๑. สำรวจและอธิบายสมบัติทางกายภาพของน้ำจากแหล่งน้ำในท้องถิ่น และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- น้ำพบได้ทั้งที่เป็นของเหลว ของแข็งและแก๊ส น้ำละลายสารบางอย่างได้ น้ำเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ และรักษาระดับในแนวราบ</li> <li>- คุณภาพของน้ำพิจารณาจาก สี กลิ่น ความโปร่งใสของน้ำ</li> <li>- น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความจำเป็นต่อชีวิต ทั้งในการบริโภค อุปโภค จึงต้องใช้อย่างประหยัด</li> </ul>
	๒. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายส่วนประกอบของอากาศและความสำคัญของอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อากาศประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊ส อื่น ๆ รวมทั้งไอน้ำ และฝุ่นละออง</li> <li>- อากาศมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องใช้อากาศในการหายใจ และอากาศยังมีประโยชน์ในด้านอื่นๆ อีกมากมาย</li> </ul>



ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๓. ทดลองอธิบายการเคลื่อนที่ของอากาศที่มีผลจากความแตกต่างของอุณหภูมิ	- อากาศจะเคลื่อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่า โดยอากาศที่เคลื่อนที่ในแนวราบทำให้เกิดลม
ป.๔	๑. สำรวจและอธิบายการเกิดดิน	- ดินเกิดจากหินที่ผุพังผสมกับซากพืช ซากสัตว์
	๒. ระบุชนิดและสมบัติของดินที่ใช้ปลูกพืชในท้องถิ่น	- ดิน มี ส่วน ประกอบ ของ เศษ หิน อินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศในสัดส่วนที่แตกต่างกันทำให้เกิดดินหลายชนิด พืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตได้ดีในดินที่แตกต่างกัน ดังนั้นการปลูกพืชจึงควรเลือกใช้ดินให้เหมาะสม
ป.๕	๑. สำรวจ ทดลองและอธิบายการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง ฝน และลูกเห็บ	- ไอน้ำในอากาศที่ควบแน่นเป็นละอองน้ำเล็กๆ ทำให้เกิดหมอกและเมฆละอองน้ำเล็กๆ ที่รวมกันเป็นหยดน้ำจะทำให้เกิดน้ำค้าง และฝน - หยดน้ำที่กลายเป็นน้ำแข็งแล้วถูกพายุพัดวนในเมฆระดับสูงจนเป็นก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่ขึ้นแล้วตกลงมาทำให้เกิดลูกเห็บ
	๒. ทดลองและอธิบายการเกิดวัฏจักรน้ำ	- วัฏจักรน้ำเกิดจากการหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง ระหว่างน้ำบริเวณผิวโลกกับน้ำในบรรยากาศ
	๓. ออกแบบและสร้างเครื่องมืออย่างง่ายในการวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ	- อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่ายได้
	๔. ทดลองและอธิบายการเกิดลม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	- การเกิดลมเกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวพื้นราบ อากาศบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง มวลอากาศจะขยายตัวลอยตัวสูงขึ้น ส่วนอากาศบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ มวลอากาศจะจมตัวลงและเคลื่อนที่ไปแทนที่ - พลังงานจากลมนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและการทำกังหันลม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๖	๑. อธิบาย จำแนกประเภทของหิน โดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- หินแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน จำแนกตามลักษณะที่สังเกตเห็นได้เป็นเกณฑ์ เช่น สี เนื้อหิน ความแข็ง ความหนาแน่น</li> <li>- นักธรณีวิทยาจำแนกหินตามลักษณะการเกิดได้สามประเภท คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร</li> <li>- ลักษณะหินและสมบัติของหินที่แตกต่างกัน นำมาใช้ให้เหมาะกับงานทั้งในด้านก่อสร้างด้านอุตสาหกรรมและอื่นๆ</li> </ul>
	๒. สํารวจและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติโดยการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน ทำให้หินมีขนาดเล็กลง จนเป็นส่วนประกอบของดิน</li> </ul>
	๓. สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มนุษย์ควรเรียนรู้และปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นในท้องถิ่น ได้แก่ น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิและอื่นๆ</li> </ul>
ม.๑	๑. สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บรรยากาศของโลกประกอบด้วยส่วนผสมของแก๊สต่างๆ ที่อยู่รอบโลกสูงขึ้นไปจากพื้นผิวโลกหลายกิโลเมตร</li> <li>- บรรยากาศแบ่งเป็นชั้นตามอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงจากพื้นดิน</li> </ul>
	๒. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศมีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ</li> </ul>
	๓. สังเกต วิเคราะห์และ อภิปราย การเกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อมนุษย์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ได้แก่ การเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน ลมมรสุม ฯลฯ</li> </ul>
	๔. สืบค้น วิเคราะห์ และแปลความหมาย ข้อมูลจากการพยากรณ์อากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การพยากรณ์อากาศอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ปริมาณเมฆ ปริมาณน้ำฝนและนำมาแปลความหมายเพื่อใช้ในการทำนายสภาพอากาศ
	๕. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	- สภาพลมฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงบนโลกทำให้เกิดพายุ ปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานีญา ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม
	๖. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายปัจจัยทางธรรมชาติและการทำงานของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก รุโหว่โอโซน และฝนกรด	- ปัจจัยทางธรรมชาติและการทำงานของมนุษย์ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การตัดไม้ทำลายป่า การเผาไหม้ของเครื่องยนต์และการปล่อยแก๊สเรือนกระจกมีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน รุโหว่ของชั้นโอโซน และฝนกรด - ภาวะโลกร้อนคือปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น
	๗. สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายผลของภาวะโลกร้อน รุโหว่โอโซน และฝนกรด ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- ภาวะโลกร้อนทำให้เกิดการละลายของธารน้ำแข็ง ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น การกัดเซาะชายฝั่งเพิ่มขึ้น น้ำท่วม ไฟป่า ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์และทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป - รุโหว่โอโซน และฝนกรดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
ม.๒	๑. สสำรวจ ทดลองและอธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน สมบัติของดิน และกระบวนการเกิดดิน	- ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันตามวัตถุดิบกำเนิดดิน ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ พืชพรรณ สิ่งมีชีวิต และระยะเวลาในการเกิดดิน และตรวจสอบสมบัติบางประการของดิน - ชั้นหน้าตัดดินแต่ละชั้นและแต่ละพื้นที่มีลักษณะ สมบัติ และองค์ประกอบแตกต่างกัน
	๒. สสำรวจ วิเคราะห์และอธิบายการใช้ประโยชน์และการปรับปรุงคุณภาพของดิน	- ดินในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติต่างกันตามสภาพของดิน จึงนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- การปรับปรุงคุณภาพดินขึ้นอยู่กับสภาพของดินเพื่อให้ดินมีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์</li> </ul>
	๓. ทดลองเลียนแบบเพื่ออธิบายกระบวนการเกิด และลักษณะองค์ประกอบของหิน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาทั้งบนและใต้พื้นผิวโลก ทำให้เกิดหินที่มีลักษณะองค์ประกอบแตกต่างกันทั้งทางด้านกายภาพ และทางเคมี</li> </ul>
	๔. ทดสอบ และ สังเกต องค์ประกอบและสมบัติของหิน เพื่อจำแนกประเภทของหิน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- หินแบ่งเป็น หินอัคนี หินแปรและหินตะกอนหินแต่ละประเภทมีความสัมพันธ์กัน และนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม การก่อสร้างและอื่นๆ</li> </ul>
	๕. ตรวจสอบและอธิบาย ลักษณะทางกายภาพของแร่ และการนำไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อสภาวะแวดล้อมธรรมชาติที่อยู่ภายใต้ อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม ธาตุและสารประกอบจะตกผลึกเป็นแร่ที่มีลักษณะและสมบัติต่างกัน ซึ่งต้องใช้วิธีตรวจสอบสมบัติแต่ละอย่างแตกต่างกันไป</li> <li>- แร่ที่สำรวจพบในประเทศไทยมีหลายชนิด แต่ละชนิดตรวจสอบทางกายภาพได้จาก รูปผลึก ความถ่วงจำเพาะ ความแข็ง ความวาว แนวแตกเรียบ สีและสีผงของแร่และนำไปใช้ประโยชน์ต่างกันเช่น ใช้ทำเครื่องประดับ ใช้ในด้านอุตสาหกรรม</li> </ul>
	๖ สืบค้นและอธิบายกระบวนการเกิด ลักษณะและสมบัติของปิโตรเลียม ถ่านหิน หินน้ำมัน และการนำไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปิโตรเลียม ถ่านหิน หินน้ำมัน เป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะ สมบัติและวิธีการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน</li> </ul>
	๗. สำรวจและอธิบายลักษณะแหล่งน้ำธรรมชาติ การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์แหล่งน้ำในท้องถิ่น	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แหล่งน้ำบนโลก มีทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม โดยแหล่งน้ำจืดมีอยู่ทั้งบนดิน ใต้ดิน และในบรรยากาศ</li> <li>- การใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ ต้องมีการวาง</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>แผนการใช้ การอนุรักษ์ การป้องกัน การแก้ไข และผลกระทบ ด้วยวิธีการที่เหมาะสม</p>
	<p>๘. ทดลองเลียนแบบ และอธิบาย การเกิดแหล่งน้ำบนดิน แหล่งน้ำใต้ดิน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แหล่งน้ำบนดินมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำ ในแต่ละฤดูกาล</li> <li>- น้ำบนดินบางส่วนจะไหลซึมสู่ใต้ผิวดิน ถูกกักเก็บไว้ในชั้นดินและหิน เกิดเป็นน้ำใต้ดิน ซึ่งส่วนหนึ่งจะซึมอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน เรียกว่าน้ำในดิน อีกส่วนหนึ่งจะไหลซึมลึกลงไป จนถูกกักเก็บไว้ตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน ตามรูพรุน หรือตามรอยแตกของหิน หรือชั้นหินเรียกว่าน้ำบาดาล</li> <li>- สมบัติของน้ำบาดาลขึ้นอยู่กับชนิดของดิน แหล่งแร่ และหิน ที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล และชั้นหินอุ้มน้ำ</li> </ul>
	<p>๙. ทดลองเลียนแบบและอธิบาย กระบวนการสุ้งอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม การตกผลึกและผลของ กระบวนการดังกล่าว</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสุ้งอยู่กับที่การกร่อน การพัดพา การทับถม และการตกผลึก เป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้พื้นผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นภูมิลักษณะ ต่าง ๆ โดยมีลม น้ำ ธารน้ำแข็ง คลื่นและแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นตัวการสำคัญ</li> </ul>
	<p>๑๐. สืบค้น สร้างแบบจำลองและอธิบาย โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครงสร้างของโลกประกอบด้วยชั้นเปลือกโลก ชั้นเนื้อโลก และชั้นแก่นโลก โครงสร้างแต่ละชั้นจะมีลักษณะและส่วนประกอบแตกต่างกัน</li> </ul>
ม.๓	-	-
ม.๔-ม.๖	<p>๑. สืบค้นและอธิบายหลักการในการแบ่งโครงสร้างโลก</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โลกเป็นดาวเคราะห์หินดวงหนึ่งในระบบสุริยะ ภายในโลกยังคงมีอุณหภูมิสูงมาก และมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นับตั้งแต่โลกเริ่มเกิดจนถึงปัจจุบัน</li> <li>- นักวิทยาศาสตร์แบ่งโครงสร้างโลกโดยใช้</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๒. ทดลองเลียนแบบและอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลก	<p>ข้อมูลและหลักฐานต่างๆ ทางธรณีวิทยาและทางฟิสิกส์</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเปลี่ยนแปลงของโลกสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาค</li> <li>- การเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลกส่วนใหญ่จะเกิดในชั้นธรณีภาค และชั้นฐานธรณีภาค</li> <li>- ชั้นธรณีภาคแตกออกเป็นแผ่นใหญ่ๆ หลายแผ่น เรียกว่า แผ่นธรณีภาค ซึ่งมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรณีวิทยานบนผิวโลกที่สามารถศึกษาได้จากร่องรอยหลักฐานที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน เช่น รอยต่อ รอยแยกของแผ่นธรณีภาค เทือกเขาใต้มหาสมุทร และซากดึกดำบรรพ์ เป็นต้น</li> </ul>
	๓. ทดลองเลียนแบบ และอธิบายกระบวนการเกิดภูเขา รอยเลื่อน รอยคดโค้ง แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จากการศึกษาทฤษฎีการแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาคและปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาตั้งแต่อดีตจนถึง ปัจจุบัน ทำให้พบว่าแผ่นดินไหวและภูเขาไฟส่วนใหญ่จะเกิดอยู่ตามแนวรอยตะเข็บของขอบแผ่นธรณีภาค ที่เรียกว่าวงแหวนแห่งไฟ</li> <li>- รอยเลื่อน เป็นแนวรอยแตกของหินที่เคลื่อนที่สัมพันธ์กันและขนานไปกับรอยแตก ซึ่งอาจสัมพันธ์กับการเกิดแผ่นดินไหวและภูเขาไฟระเบิด</li> <li>- รอยคดโค้ง เป็นรอยที่ปรากฏในหิน เกิดจากการแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาค</li> <li>- กระบวนการเกิดรอยเลื่อน รอยคดโค้ง การแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาค เป็นส่วนหนึ่งของการเกิดเทือกเขาบนโลก</li> </ul>
	๔. สืบค้นและอธิบายความสำคัญ ของปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาที่สำคัญและมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่เห็นได้ชัดเจน ได้แก่</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิดที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<p>แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- แผ่นดินไหวและภูเขาไฟระเบิดเป็นปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดธรณีพิบัติภัยรูปแบบอื่นตามมา ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์ เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะธรณีสัณฐาน ชนิดหิน และสภาพแวดล้อม</li> </ul>
	๕. ตำรวจ วิเคราะห์และอธิบายการลำดับชั้นหิน จากการวางตัวของชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์ และโครงสร้างทางธรณีวิทยา เพื่ออธิบายประวัติความเป็นมาของพื้นที่	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตของโลกสามารถอธิบายได้จากร่องรอยต่างๆที่ปรากฏเป็นหลักฐานอยู่บนหิน</li> <li>- ข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ใช้อธิบายความเป็นมาของโลก ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์ ชนิดของหิน โครงสร้างทางธรณีวิทยา และการลำดับชั้นหิน</li> <li>- ประวัติความเป็นมาของพื้นที่ ได้จากการลำดับชั้นหินตามอายุการเกิดของหินจากอายุมากขึ้นไปสู่หินที่มีอายุน้อย ตามมาตราธรณีกาล</li> </ul>
	๖. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายประโยชน์ของข้อมูลทางธรณีวิทยา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันจะบอกถึงวิวัฒนาการของการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกซึ่งจะให้ประโยชน์ ทั้งทางด้านวิวัฒนาการ และการสำรวจค้นหาทรัพยากรธรณี</li> </ul>

## สาระที่ ๗ ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๗.๑ เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำถามรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๑	๑. ระบุว่าในท้องฟ้ามีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดวงดาว	- ในท้องฟ้ามีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดวงดาว โดยจะมองเห็นท้องฟ้ามีลักษณะเป็นครึ่งทรงกลมครอบแผ่นดินไว้
ป.๒	๒. สืบค้นและอภิปรายความสำคัญของดวงอาทิตย์	- ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลกเพราะให้ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานแสง ซึ่งช่วยในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
ป.๓	๑. สังเกต และอธิบายการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ การเกิดกลางวันกลางคืน และการกำหนดทิศ	โลกหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่อไปนี้ - ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ - เกิดกลางวันและกลางคืน โดยด้านที่หันรับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางวันและด้านตรงข้ามที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางคืน - กำหนดทิศโดยสังเกตจากการขึ้นและการตกของดวงอาทิตย์ ให้ด้านที่เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นเป็นทิศตะวันออก และด้านที่เห็นดวงอาทิตย์ตกเป็นทิศตะวันตก เมื่อใช้ทิศตะวันออกเป็นหลัก โดยให้ด้านขวามืออยู่ทางทิศตะวันออก ด้านซ้ายมืออยู่ทางทิศตะวันตก ด้านหน้าจะเป็นทิศเหนือและด้านหลังจะเป็นทิศใต้
ป.๔	๑. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะของระบบสุริยะ	- ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีบริวารโคจรอยู่โดยรอบคือ ดาวเคราะห์แปดดวง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ ส่วนดาวตก หรือผีพุ่งไต้



ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>อุกกาบาต อาจเกิดมาจาก ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย หรือวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ</p>
ป.๕	<p>๑. สังเกตและอธิบายการเกิดทิสและปรากฏการณ์การขึ้นตกของดวงดาวโดยใช้แผนที่ดาว</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การที่โลกหมุนรอบตัวเองนี้ทำให้เกิดการกำหนดทิส โดยโลกหมุนรอบตัวเอง ทวนเข็มนาฬิกาจากทิสตะวันตกไปยังทิสตะวันออกเมื่อสังเกตจากขั้วเหนือ จึงปรากฏให้เห็นดวงอาทิตย์และดวงดาวต่างๆ ขึ้นทางทิสตะวันออก และตกทางทิสตะวันตก</li> <li>- แผนที่ดาวช่วยในการสังเกตตำแหน่งดาวบนท้องฟ้า</li> </ul>
ป.๖	<p>๑. สร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดฤดู ข้างขึ้นข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา ๑ ปี ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจร ทำให้บริเวณส่วนต่างๆ ของโลกรับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน เป็นผลให้เกิดฤดูต่าง ๆ</li> <li>- ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แสงสว่างที่เห็นเกิดจากแสงอาทิตย์ตกกระทบดวงจันทร์แล้วสะท้อนมายังโลก การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์จึงเปลี่ยนตำแหน่งไปทำให้มองเห็นแสงสะท้อนจากดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละคืนซึ่งเรียกว่าข้างขึ้น ข้างแรม และนำมาใช้จัดปฏิทินในระบบจันทรคติ</li> <li>- การที่โลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทำให้ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ เรียกว่า เกิดสุริยุปราคา และเมื่อดวงจันทร์เคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในเงาของโลก เรียกว่าเกิดจันทรุปราคา</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.๑	-	-
ม.๒	-	-
ม.๓	๑. สืบค้นและอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์อยู่เป็นระบบได้ภายใต้แรงโน้มถ่วง</li> <li>- แรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ทำให้ดวงจันทร์โคจรรอบโลก แรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์กับบิรวาร ทำให้บิรวารเคลื่อนรอบดวงอาทิตย์กลายเป็นระบบสุริยะ</li> <li>- แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก</li> </ul>
	๒. สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เอกภพประกอบด้วยกาแล็กซีมากมายนับแสนล้านแห่ง แต่ละกาแล็กซีประกอบด้วยดาวฤกษ์จำนวนมาก ที่อยู่เป็นระบบด้วยแรงโน้มถ่วง กาแล็กซีทางช้างเผือกมีระบบสุริยะอยู่ที่แขนของกาแล็กซีด้านกลุ่มดาวนายพราน</li> </ul>
	๓. ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กลุ่มดาวฤกษ์ประกอบด้วยดาวฤกษ์หลายดวงที่ปรากฏอยู่ในขอบเขตแคบๆ และเรียงเป็นรูปต่างๆกันบนทรงกลมฟ้า โดยดาวฤกษ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กันอย่างที่ตาเห็น แต่มีตำแหน่งที่แน่นอนบนทรงกลมฟ้า จึงใช้บอกทิศและเวลาได้</li> </ul>
ม.๔-ม.๖	๑. สืบค้นและอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เอกภพกำเนิด ณ จุดที่เรียกว่าบิกแบง เป็นจุดที่พลังงานเริ่มเปลี่ยนเป็นสสาร เกิดเป็นอนุภาค ควาร์ก อิเล็กตรอน นิวตริโน พร้อมปฏิอนุภาค เมื่ออุณหภูมิของเอกภพลดต่ำลง ควาร์กจะรวมตัวกันเป็นอนุภาค</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>พื้นฐาน คือ โปรตรอนและนิวตรอน ต่อมา โปรตรอนและนิวตรอนรวมตัวกันเป็น นิวเคลียสของฮีเลียม และเกิดเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลียม อะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเนบิวลาดั้งเดิม เนบิวลาดั้งเดิมกระจายอยู่เป็นหย่อมๆ กลายเป็นกาแล็กซี ภายในกาแล็กซี เกิดเป็นดาวฤกษ์ ระบบดาวฤกษ์</p>
	<p>๒. สืบค้นและอธิบายธรรมชาติ และวิวัฒนาการของดาวฤกษ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดาวฤกษ์ เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ กำเนิดมาจากเนบิวลา ที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นธาตุไฮโดรเจน ที่แก่นกลางของดาวฤกษ์จะเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ หลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม ได้พลังงานออกมา</li> <li>- อันดับความสว่างของดาวฤกษ์ที่สังเกตเห็น ได้มาจาก ความสว่างปรากฏที่ขึ้นอยู่กับ ความสว่างจริงและระยะห่างจากโลก</li> <li>- สีของดาวฤกษ์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์และอายุของดาวฤกษ์</li> <li>- ดาวฤกษ์มีอายุยาวหรือสั้น มีจุดจบเป็นหลุมดำ หรือดาวนิวตรอน หรือดาวแคระขาว ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์</li> </ul>

## สาระที่ ๗ ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว ๗.๒ เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๑	-	-
ป.๒	-	-
ป.๓	-	-
ป.๔	-	-
ป.๕	-	-
ป.๖	๑. สืบค้นอภิปรายความก้าวหน้าและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความก้าวหน้าของจรวด ดาวเทียม และยานอวกาศ</li> <li>- ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ ได้นำมาใช้ในการสำรวจข้อมูลของวัตถุท้องฟ้า ทำให้ได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบสุริยะทั้งในและนอกระบบสุริยะเพิ่มขึ้นอีกมากมายและยังมีประโยชน์ในการพัฒนาเทคโนโลยี ในด้านการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ การสื่อสาร การสำรวจสภาพอวกาศ ด้านการแพทย์ และด้านอื่นๆ อีกมากมาย</li> </ul>
ม.๑	-	-
ม.๒	-	-
ม.๓	๑. สืบค้นและอภิปรายความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาพะอากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตรและการสื่อสาร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มนุษย์ใช้กล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาพะอากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตรและใช้ในการสื่อสาร</li> </ul>
ม.๔-ม.๖	๑. สืบค้นและอธิบายการส่งและ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การส่งดาวเทียมไปโคจรรอบโลก ณ ระดับ</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	คำนวณความเร็วในการโคจรของดาวเทียมรอบโลก	ความสูงจากผิวโลกต่าง ๆ กัน จรวดต้องมีความเร็วที่แตกต่างกัน
	๒. สืบค้นและอธิบายประโยชน์ของดาวเทียมในด้านต่าง ๆ	- ดาวเทียมถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอุตุนิยมวิทยา สำรวจทรัพยากรโลก การสื่อสารและบอกตำแหน่งของวัตถุบนโลก
	๓. สืบค้นและอธิบายการส่งและสำรวจอวกาศโดยใช้ยานอวกาศและสถานีอวกาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ระบบยานขนส่งอวกาศถูกพัฒนาขึ้นมาใช้ส่งดาวเทียมและยานอวกาศ แทนการใช้จรวดอย่างเดียวเนื่องจากสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้</li> <li>- ในการส่งยานอวกาศไปสำรวจอวกาศ จรวดที่พายานอวกาศ ต้องมีความเร็วมากกว่าความเร็วหลุดพ้น จึงจะสามารถออกจากวงโคจรของโลกได้</li> <li>- ยานอวกาศและสถานีอวกาศมีภารกิจในการสำรวจโลกและวัตถุท้องฟ้าอื่นๆ</li> </ul>

## สาระที่ ๘ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว.๘.๑ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๑	๑. ตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้หรือตาม ความสนใจ	-
	๒. วางแผนการสังเกต สํารวจ ตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ความคิดของตนเองและของครู	-
	๓. ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสํารวจ ตรวจสอบ และบันทึกผลด้วยวิธีง่ายๆ	-
	๔. จัดกลุ่มข้อมูลที่ได้อากการ สํารวจตรวจสอบและนำเสนอผล	-
	๕. แสดงความคิดเห็นในการ สํารวจ ตรวจสอบ	-
	๖. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต สํารวจตรวจสอบ โดยเขียนภาพหรือข้อความสั้นๆ	-
	๗. นำเสนอผลงานด้วยวาจาให้ผู้อื่นเข้าใจ	-
ป.๒	๑. ตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ	-
	๒. วางแผนการสังเกต สํารวจ ตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ความคิดของตนเองของกลุ่มและของครู	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๓. ใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสมในการสำรวจ ตรวจสอบ และบันทึกข้อมูล	-
	๔. จัดกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบ และนำเสนอผล	-
	๕. ตั้งคำถามใหม่จากผลการสำรวจตรวจสอบ	-
	๖. แสดงความคิดเห็นเป็นกลุ่ม และรวบรวมเป็นความรู้	-
	๗. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ อย่างตรงไปตรงมา โดยเขียน ภาพ แผนภาพหรือคำอธิบาย	-
	๘. นำเสนอผลงานด้วยวาจาให้ผู้อื่น เข้าใจกระบวนการและผลของงาน	-
ป.๓	๑. ตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ	-
	๒. วางแผนการสังเกต เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ศึกษา ค้นคว้า โดยใช้ความคิดของตนเอง ของกลุ่มและคาดการณ์สิ่งที่พบจากการสำรวจ ตรวจสอบ	-
	๓. เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ และบันทึกข้อมูล	-
	๔. จัดกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้และ	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	นำเสนอผล	
	๕. ตั้งคำถามใหม่จากผลการสำรวจตรวจสอบ	-
	๖. แสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มนำไปสู่การสร้างความรู้	-
	๗. บันทึกและ อธิบายผลการสังเกต สำรวจตรวจสอบตามความเป็นจริง มีแผนภาพประกอบคำอธิบาย	-
	๘. นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนแสดงกระบวนการและผลของงานให้ ผู้อื่นเข้าใจ	-
ป.๔	๑. ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ	-
	๒. วางแผนการสังเกต เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า และคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ	-
	๓. เลือกอุปกรณ์ ที่ถูกต้องเหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ	-
	๔. บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณ นำเสนอ ผลสรุปผล	-
	๕. สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจตรวจสอบ ต่อไป	-
	๖. แสดงความคิดเห็นและสรุปสิ่งที่ได้ เรียนรู้	-



ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๗. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบอย่างตรงไปตรงมา	-
	๘. นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา หรือเขียนอธิบายกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	-
ป.๕	๑. ตั้งคำถาม เกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ	-
	๒. วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า และคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ	-
	๓. เลือกอุปกรณ์ที่ถูกต้องเหมาะสมในการสำรวจ ตรวจสอบให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้	-
	๔. บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป	-
	๕. สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจตรวจสอบต่อไป	-
	๖. แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบาย และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้	-
	๗. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบตามความเป็นจริง มีการอ้างอิง	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๘. นำเสนอ จัดแสดง ผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา หรือ เขียนอธิบายแสดงกระบวนการ และผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	-
ป.๖	๑. ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็น หรือเรื่อง หรือสถานการณ์ ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และ ตามความสนใจ	-
	๒. วางแผนการสังเกต เสนอการ ดำรวจตรวจสอบ หรือศึกษา ค้นคว้า คาดการณ์ สิ่งที่จะ พบจากการสำรวจตรวจสอบ	-
	๓. เลือกอุปกรณ์ และวิธีการ ดำรวจตรวจสอบที่ถูกต้อง เหมาะสม ให้ได้ผล ที่ ครอบคลุมและเชื่อถือได้	-
	๔. บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณ และคุณภาพ วิเคราะห์ และ ต ร ว จ ส อ บ ผล กับ สิ่ง ที่ คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและ ข้อสรุป	-
	๕. สร้างคำถามใหม่เพื่อการ ดำรวจ ตรวจสอบต่อไป	-
	๖. แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบาย ลงความเห็นและสรุป สิ่งที่ได้เรียนรู้	-
	๗. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริง มี เหตุผล และมีประจักษ์พยาน อ่างอิง	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๘. นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนรายงานแสดงกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	-
ม. ๑-ม.๓	๑. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้	-
	๒. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี	-
	๓. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม	-
	๔. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ	-
	๕. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ	-
	๖. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ	-
	๗. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	
	๘. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และขอรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม	-
	๙. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	-
ม.๔-ม.๖	๑. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้	-
	๒. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๓. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือ ตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ	-
	๔. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ	-
	๕. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล	-
	๖. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม	-
	๗. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	-
	๘. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจ	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ	
	๕. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตจริง	-
	๑๐. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง	-
	๑๑. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิมซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	๑๒. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	-

## อภิธานศัพท์

### กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process)

เป็นกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสื่อสาร

### การแก้ปัญหา (Problem Solving)

เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยาศาสตร์โดยตรง และปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์ต่างๆ

### การวิเคราะห์ (Analyzing)

เป็นระดับของผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถแยกแยะข้อมูลหรือข้อสนเทศ เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์

### การสังเกต (Observation)

เป็นวิธีการหาข้อมูลโดยตรงโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การดู การดม การฟัง การชิม และการสัมผัส

### การสืบค้นข้อมูล (Search)

เป็นการหาข้อมูลหรือข้อสนเทศที่มีผู้รวบรวมไว้แล้วจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นต้น

### การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่น ๆ เช่น การสำรวจ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น

### การสำรวจ (Exploration)

เป็นการหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยใช้วิธีการและเทคนิคต่าง ๆ เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การเก็บตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์ จำแนก หรือหาความสัมพันธ์



### **การสำรวจตรวจสอบ (Scientific Investigation)**

เป็นวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการรวบรวมข้อมูล ใช้ความคิดที่มีเหตุผลในการตั้งสมมติฐาน อธิบายและแปลความหมายข้อมูล การสำรวจตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกต การสำรวจ การทดลอง เป็นต้น

### **ความเข้าใจ (Understanding)**

เป็นระดับของผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถอธิบาย เปรียบเทียบ แยกประเภท ยกตัวอย่าง เขียนแผนภาพ เลือกรูปแบบ เลือกใช้เกี่ยวกับเรื่องต่างๆ

### **จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind / Scientific attitudes)**

เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

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

### **เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward Sciences)**

เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่า

## คณะผู้จัดทำ

### คณะที่ปรึกษา

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| ๑. คุณหญิงกษมา วรวรรณ ณ อยุธยา | เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน       |
| ๒. นายวินัย รอดจ่าย            | รองเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน    |
| ๓. นายสุชาติ วงศ์สุวรรณ        | ที่ปรึกษาด้านพัฒนากระบวนการเรียนรู้          |
| ๔. นางเบญจลักษณ์ น้ำฟ้า        | ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา    |
| ๕. นางภาวนี ชำรงเลิศฤทธิ       | รองผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา |

### คณะทำงานยกร่าง

- |                               |   |          |
|-------------------------------|---|----------|
| ๑. นายชูศิลป์ อัทธู           | สถาบันส่งเสริมการสอน<br>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี   | ประธาน   |
| ๒. นายประมวล ศิริพันธ์แก้ว    | ข้าราชการบำนาญ                                    | คณะทำงาน |
| ๓. นายณรงค์ศิลป์ ฐูปพนม       | สถาบันส่งเสริมการสอน<br>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี   | คณะทำงาน |
| ๔. นายไชยยันต์ ศิริโชติ       | สถาบันส่งเสริมการสอน<br>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี   | คณะทำงาน |
| ๕. นางผกาขดาว สวัสดิ์สว่าง    | สถาบันส่งเสริมการสอน<br>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี   | คณะทำงาน |
| ๖. นางดวงสมร คล่องสารา        | สถาบันส่งเสริมการสอน<br>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี   | คณะทำงาน |
| ๗. นางสาวจิตรา พิณโอภาส       | สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา<br>กรุงเทพมหานคร เขต ๒ | คณะทำงาน |
| ๘. นางฉวีวรรณ สุนัย           | สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา<br>ปทุมธานี เขต ๒      | คณะทำงาน |
| ๙. นายสุนทร จอนสมจิต          | โรงเรียนวัดหงส์รัตนาราม                           | คณะทำงาน |
| ๑๐. นางวิลาวัลย์ ภูริวัฒนพงษ์ | โรงเรียนแจรงร้อนวิทยา                             | คณะทำงาน |
| ๑๑. นางสาวชาลินี บัวบังศรี    | โรงเรียนสุลักษณ์                                  | คณะทำงาน |
| ๑๒. นางกนิษฐา อุ่ยนันต์       | โรงเรียนบดินทรเดชา ๒                              | คณะทำงาน |
| ๑๓. นางสาวอัญชลี ยุวจิต       | โรงเรียนหอวัง                                     | คณะทำงาน |
| ๑๔. นายอุดม ฤกษ์ทรัพย์        | โรงเรียนบดินทรเดชา                                | คณะทำงาน |

	(สิงห์ สิงหเสนีย์)	
๑๕. นางช่อทิพย์ ตระกูลสว่างภพ	โรงเรียน ภปร. ราชวิทยาลัย	คณะทำงาน
๑๖. นางนิรมล ตู้อินดา	สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา	คณะทำงาน
๑๗. นายธัญญา เรืองแก้ว	สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา	คณะทำงาน
๑๘. ว่าที่ ร.ต.อุดมศักดิ์ ฐานะกิจรุ่งเรือง	สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา	คณะทำงานและเลขานุการ
๑๙. นางสาวกอบกุล สุขกะ	สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

#### คณะบรรณาธิการ

๑. ดร. พรพรรณ ไวทยางกูร	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒. ดร. จารุวรรณ แสงทอง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๓. นายชูศิลป์ อัครชู	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๔. นายณรงค์ศิลป์ รูปพนม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๕. นางนันทวรรณ หารยาเวก	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๖. นางสาวสุพรรณิชา ชาญประเสริฐ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๗. นางสุทธาทิพย์ หวังอำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๘. นางสาวกมลวรรณ แสนบุญรัตน์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๙. ดร.วนิดา ชนประโยชน์ศักดิ์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๐. นางสาวอรสา ชูสกุล	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๑. นายธีรพัฒน์ เวชชประสิทธิ์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๒. นายไชยยันต์ ศิริโชติ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๓. นางรังสรรค์ ศรีสาคร	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๔. นายราม ติวารี	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๕. นายสุพจน์ วุฒิสถาณ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๖. นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๗. นางสาวกมลนารี ลายคราม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๘. นางกัญญาภรณ์ สวัสดิ์สว่าง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๙. นางสุจิตรา ศิริสวัสดิ์พัฒน์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๐. นายกนกศักดิ์ ทองตั้ง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

๒๑. นางสาวสุนิสา แสงมงคลพิพัฒน์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๒. นายวัฒน์ วัฒนากุล	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๓. นางสาวโอริสา สังข์กลมเกลี้ยง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๔. นางสาวชุติมา เตมียสถิต	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๕. นางสาวทิพย์วรรณ สุขปฐม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๖. นางณัฐสรวง ทิพานุกะ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๗. นางสาวไทนี อนรรฆสันต์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๘. นายไพรัตน์ วรรณศักดิ์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๙. นางมาลินี นิมเสมอ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๓๐. นางพรรณทิพา ธนากรโยธิน	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๓๑. นางสาวชุนทกานต์ กัลลัประวิทย์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๓๒. นางจันทร์เพ็ญ พรหมจันทร์	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต ๑
๓๓. ว่าที่ ร.ต.อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
๓๔. นายพิเชษฐ จับจิตต์	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

### ฝ่ายเลขานุการโครงการ

๑. นางสาวรุ่งนภา นุตราวังศ์	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	หัวหน้าโครงการ
๒. นางสาวจันทร์ดา ตันติพิงสานุรักษ์	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๓. นางครุณี จำปาทอง	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๔. นางสาวพรนิภา ศิลป์ประคอง	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๕. นางสาวภา ศักดา	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๖. นางสาวกอบกุล สุขชะ	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๗. นางสุขเกษม เทพสิทธิ์	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๘. นายวีระเดช เชื้อนาม	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๙. ว่าที่ ร.ต. สุราษฎร์ ทองเจริญ	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๑๐. นางสาวประภาพรธรรม แม่นสมุทร	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน
๑๑. นายอนุจินต์ ลาภธนาภรณ์	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	คณะทำงาน

### คณะผู้รับผิดชอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

๑. ว่าที่ ร.ต.อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
๒. นางนิรมล ตูจินดา	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
๓. นายพิเชษฐ จับจิตต์	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา