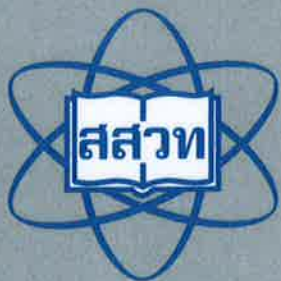
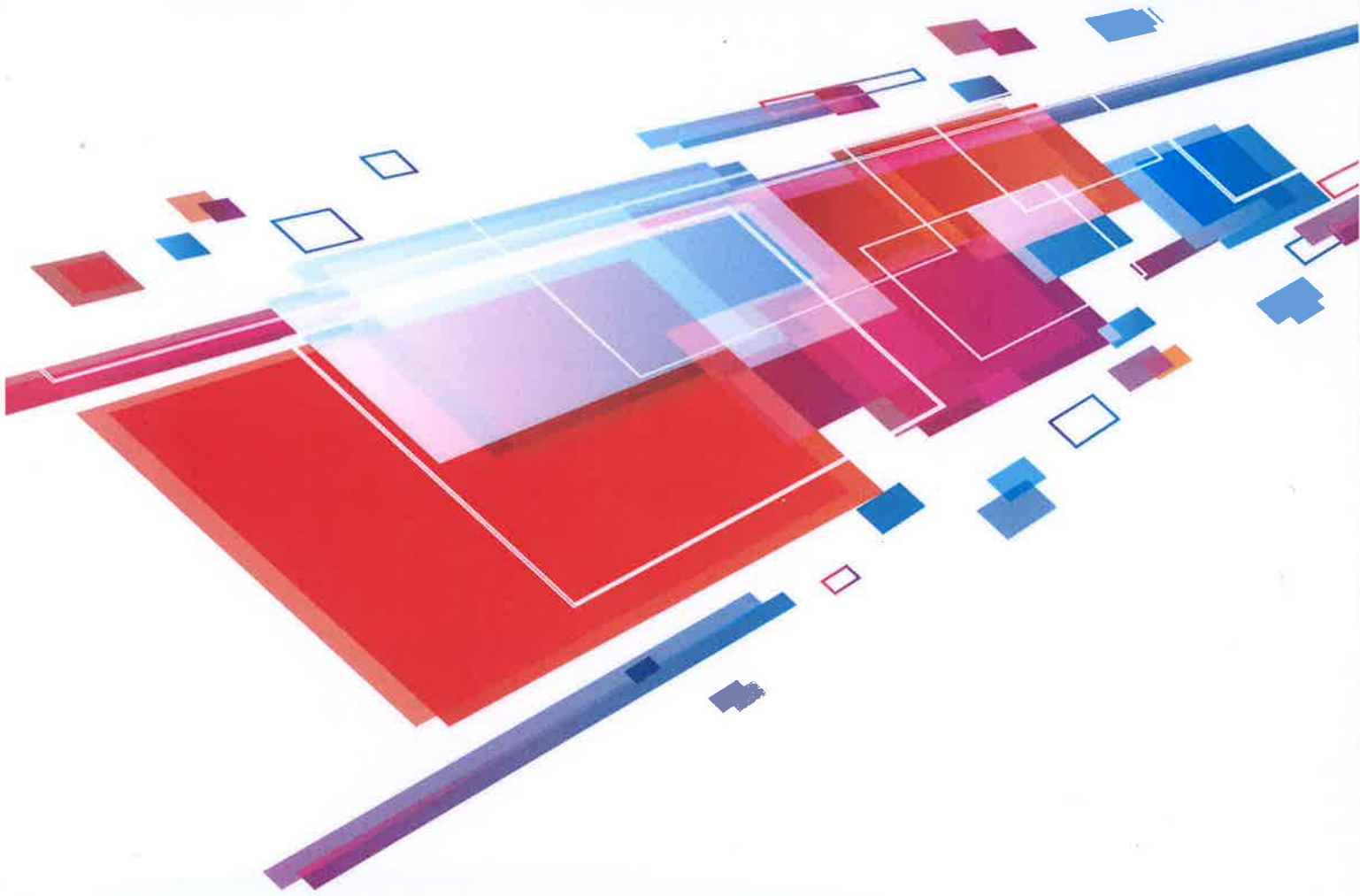


# คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓



สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช ๒๕๕๖

## สารบัญ

	หน้า
บทนำ.....	1
เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	2
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน.....	2
ธรรมชาติของวิชา.....	3
คุณภาพผู้เรียน.....	3
ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์.....	4
ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.....	6
แนวทางการจัดการเรียนรู้.....	7
แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	21
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด.....	35
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	39
ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	50
โครงสร้างเวลาเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	66
การนำหลักสูตรสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน.....	68
ผังมโนทัศน์สรุปขอบเขตของเนื้อหา.....	68
ผังมโนทัศน์รายปี.....	69
แนวทางการจัดการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	70
ภาคผนวก.....	111



## คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับหลักสูตรอนาคต

### 1. บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และในหลักสูตรอนาคต โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรอนาคตนี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่สำคัญเป็น 3 กลุ่มได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Life science) วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical science) และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and space science) ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรอนาคตนี้ ได้กำหนดหัวข้อ (topic) สาระสำคัญ (main ideas) และตัวชี้วัด (practice) ที่ผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปีต้องเรียนเพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและในอาชีพได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาทั้ง 3 สาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้ (knowledge) กับกระบวนการเรียนรู้ (learning process) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำคู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับหลักสูตรอนาคตขึ้นมา เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่างๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยหลักสูตรอนาคตที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระเดียวกันและระหว่างสาระของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มสาระคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงหลักสูตรเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่างๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ โดยมีตัวอย่างการจัดกิจกรรมและการประเมินผลการเรียนรู้ตามรายตัวชี้วัดไว้ให้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรได้ในทิศทางเดียวกันต่อไป ซึ่งผู้ที่นำคู่มือการใช้หลักสูตรเล่มนี้ไปใช้สามารถดัดแปลงหรือคิดกิจกรรมอื่นๆ ได้นอกเหนือจากที่จัดไว้ให้ตามความเหมาะสม



● **เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบและทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

● **สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน**

หลักสูตรมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ ๕ ประการ ดังนี้

1. **ความสามารถในการสื่อสาร** เป็นความสามารถในการรับและสื่อสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษา ถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. **ความสามารถในการคิด** เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม
3. **ความสามารถในการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. **ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต** เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมอันไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น
5. **ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี** เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

#### ● **ธรรมชาติของวิชา**

**วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Life science)** ศึกษาเกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

**วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical science)** ศึกษาเกี่ยวกับ ธรรมชาติของสสาร การเปลี่ยนรูปสสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

**วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and space science)** ศึกษาเกี่ยวกับ โลกในเอกภพ ระบบโลก และมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงของโลก

#### ● **คุณภาพผู้เรียน**

##### **จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

- เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การถ่ายเทพลังงานในสิ่งมีชีวิต การหมุนเวียนสารในระบุนิเวศ การใช้และดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- เข้าใจแรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ แรงเสียดทาน การหมุนของวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน ความสัมพันธ์ระหว่างงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่างๆ เสียง การสะท้อน การหักเห และความเข้มของแสง
- เข้าใจตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้า สมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์แต่ละดวงในระบบสุริยะ และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก ความสำคัญและประโยชน์ในการใช้งานของเทคโนโลยีอวกาศ สมบัติและประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้นที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

- เข้าใจระบบโลก โครงสร้างของโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนโลกและใต้ผิวโลก กระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ กระบวนการเกิดธรณีพิบัติภัย และปรากฏการณ์เรือนกระจกที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐานหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกลงมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย
- วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่นๆ และศึกษานหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงถึงความซื่อสัตย์ ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

#### ● ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ จากการศึกษาวิทยาศาสตร์ หรือจากการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปการตีความหมายข้อมูล และการสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสังเกต: เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง เพื่อหาข้อมูล หรือรายละเอียดของสิ่งต่างๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

2. การวัด: การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของ สิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท: เป็นการแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยใช้เกณฑ์ ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา: วัตถุต่างๆ ในโลกนี้จะทรงตัวอยู่ได้ ล้วนแต่ ครอบที่ที่ว่าง การครอบที่ของวัตถุในที่ว่างนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิติยาว มิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา

5. การคำนวณ: การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล: เป็นการนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่างๆ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมาย ของข้อมูลดียิ่งขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ และการเขียนบรรยาย

7. การลงความเห็นจากข้อมูล: การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์: การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์มีสองทาง คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขต ของข้อมูลที่มีอยู่และ การพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน: การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปร ตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลอง หากคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้าน สมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ: การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่างๆ (ที่อยู่ใน สมมติฐานที่ต้องทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร: การกำหนดตัวแปรเป็นการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปร ที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ถ้าหาก ไม่ควบคุมให้เหมือนกัน ก็จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราต้องจัดให้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดผล ซึ่งเราคาดหวังว่าจะ แตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดู ซึ่งเป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราต้องควบคุมจัดให้เหมือนกันเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิด จากตัวแปรต้นเท่านั้น

12. การทดลอง: การทดลองมี 3 ประเภท คือ การทดลองแบบแบ่งกลุ่ม เปรียบเทียบ ไม่มีกลุ่ม เปรียบเทียบและลองผิดลองถูก การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือการทดสอบสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป: การตีความหมายข้อมูล คือ การแปลความหมาย หรือ การบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การลงข้อสรุป คือ การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

14. การสร้างแบบจำลอง: นำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบของแบบจำลองแบบต่างๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

### ● ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องก้าวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งต้องอาศัยทักษะต่างๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร มีรายละเอียดดังนี้

1. **ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ:** การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการวิเคราะห์ เข้าถึง จัดการ บูรณาการ วัตถุประสงค์ข้อมูลในรูปแบบและสื่อต่างๆ รวมทั้งเข้าใจในบทบาทของสื่อในสังคม

2. **ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา:** ประกอบด้วย

2.1 **ทักษะการคิด:** การใช้ความคิดระดับสูง เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) การคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

- **การคิดอย่างมีวิจารณญาณ:** การใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลโดยการวิเคราะห์ความชัดเจน ความน่าเชื่อถือ ความสัมพันธ์และความสมบูรณ์ของข้อมูล หรือจากพยานหลักฐานในการแก้ปัญหาแล้วลงความเห็นหรือประเมินหรือลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

- **การคิดสร้างสรรค์:** ความสามารถในการคิดที่เกิดจากการเชื่อมโยงความคิดหลากหลายแนวทาง แล้วนำมาจัดเป็นระบบความคิดนำไปสู่จินตนาการและสร้างความรู้ใหม่ โดยมีความรู้และทักษะต่างๆ ไป ความรู้ และทักษะเฉพาะเรื่องที่ศึกษาเป็นพื้นฐาน

2.2 **ทักษะการแก้ปัญหา:** การใช้ความคิดที่เป็นระบบ ความสามารถทางสติปัญญาด้านต่างๆ ทักษะและประสบการณ์เดิมมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาหาแนวทางปฏิบัติหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

3. **ทักษะการสื่อสาร:** ความเข้าใจ การจัดการและสร้างสรรค์ด้วยวาจาอย่างมีประสิทธิภาพ การสื่อสารด้วยการเขียนและการใช้สื่อมัลติมีเดียในรูปแบบและบริบทที่หลากหลาย

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

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

### ● เจตคติต่อวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์ (Attitudes Toward Sciences)

เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่า

## 2. แนวทางการจัดการเรียนรู้

### ● หลักการการจัดการเรียนรู้

#### การเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

ในส่วนของจัดการกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการ ดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างที่สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ
6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนทั้งของครูและนักเรียน กล่าวคือลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ กิจกรรมต่างๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่างๆ ในที่สุดสร้างองค์ความรู้ ทั้งนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวต้องพัฒนานักเรียนให้เจริญพัฒนาทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติภูมิ การทำโครงการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างกันในที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาที่คาดหวังว่าจะได้รับการพัฒนาขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ มีดังนี้

- ความสนใจใฝ่รู้
- ความซื่อสัตย์
- ความอดทน มุ่งมั่น
- การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น
- ความคิดสร้างสรรค์
- มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ
- ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ทั้งนี้ ได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้มาโดยลำดับ กล่าวคือ ในระยะเริ่มแรกของการพัฒนาหลักสูตร สสวท. เน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แต่กำหนดแนวในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก (structured inquiry) นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตาม ลงมือปฏิบัติ ออกแบบบันทึกข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเอง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา สสวท. ได้เริ่มพัฒนาโดยให้ปัญหาปลายเปิด (open-ended problems) ให้นักเรียนได้คิดวางแผน ออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้า ตรวจสอบความคิดด้วยตนเองมากขึ้น การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมาคือกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (science and technology project) ซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาหรือคำถามตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่ม แล้ววางแผนหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกหลากหลาย โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติ และประเมินผลการแก้ปัญหาสรุปเป็นความรู้ใหม่

ในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการและผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด แล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายให้เหมาะสม

กับเนื้อหาสาระ เหมาะกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียน แหล่งความรู้ของท้องถิ่น และที่สำคัญคือศักยภาพของผู้เรียนด้วย ดังนั้น ในเนื้อหาสาระเดียวกัน ผู้สอนแต่ละโรงเรียนย่อมจัดการเรียนการสอนและใช้สื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกันได้ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้น

### ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในวัยต่างๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบด้วย

#### 1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Theory of Cognitive Development)

เด็กมีการพัฒนาด้านต่างๆ มาแล้วตั้งแต่อยู่ที่บ้าน ทั้งในส่วนของร่างกาย จิตใจและความรู้ความสามารถต่างๆ เมื่อเด็กเหล่านั้นเข้ามาสู่ระบบโรงเรียนจึงมีความรู้ความสามารถมาส่วนหนึ่งแล้ว ที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตามระบบของโรงเรียนต่อไป ในการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการของเด็กได้มีการศึกษาเป็นจำนวนมากและศึกษาในหลายทิศทาง แต่การศึกษาที่ได้มีการตั้งเป็นทฤษฎีและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget นักจิตวิทยาชาวสวิส ซึ่งได้เสนอไว้ว่าพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

1) ระยะใช้ประสาทสัมผัส (sensory-organs stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ตลอดจนเริ่มมีการพัฒนาการใช้อวัยวะให้สามารถทำงานเบื้องต้นได้ เช่น ฝึกใช้มือหยิบจับสิ่งของต่างๆ ฝึกการได้ยินและการมองเห็น ฝึกเดิน ยืน ฝึกพูดและโต้ตอบ การพัฒนาเหล่านี้จัดเป็นการพัฒนาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาขั้นต่อไป เด็กในวัยนี้จึงเรียนรู้โดยการได้หยิบ จับ สัมผัสกับสิ่งต่างๆ รอบตัว

2) ระยะก่อนควบคุมอวัยวะต่างๆ (preoperational stage) เป็นการพัฒนาในช่วงอายุ 2 ปี จนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มพัฒนาร่างกายอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองเพื่อใช้ควบคุมการพัฒนาลักษณะนิสัย เช่น นิสัยการขับถ่าย มีการฝึกใช้อวัยวะต่างๆ ให้มีความสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของสมองและเชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมที่เด็กได้สัมผัส เช่น การเล่นเกม การขี่จักรยาน การเล่นล้อเลื่อน

3) ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (concrete-operational stage) เป็นการพัฒนาการในช่วงอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กช่วงนี้จะมีพัฒนาการสมองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่จะยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เด็กในวัยนี้จึงสามารถเล่นสิ่งของที่เป็นรูปทรงต่างๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถเรียนรู้เรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เช่น โครงสร้างอะตอม การถ่ายทอดทางพันธุกรรม เป็นต้น

4) ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (formal-operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 12 - 15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ เด็กในช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่าง

เป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้ว จะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะต่อไป

การพัฒนาของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากระดับต้นในวัยเด็กไปสู่ระดับที่สูงขึ้น จนเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่ โดยทั่วไปการพัฒนาของเด็กจะไม่กระโดดข้ามขั้น แต่ในบางช่วงของการพัฒนาอาจเกิดขึ้นเร็วหรือช้าได้ การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และประเพณีรวมทั้งวิธีการดำรงชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาได้ช้าเร็วแตกต่างกันได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาดังกล่าวเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย และใช้เป็นหลักการพื้นฐานในกระบวนการเรียนการสอน และทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ในช่วงระยะ 20 ปีที่ผ่านมา

## 2. ทฤษฎีการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคม

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างครบถ้วน จึงไม่เป็นเรื่องง่าย นักปรัชญาและนักจิตวิทยาการศึกษาหลายคน ได้พยายามคิดค้นทฤษฎีและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้กันมานานแล้ว เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (learning by doing) ของ John Dewey (1922) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (theory of cognitive development) ของ Jean Piaget (1958) การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (discovery learning) ของ Jerome S. Bruner (1961) การเรียนรู้ด้วยความหมายของ David P. Ausubel (1969) เป็นต้น กาจเย์ (Robert M. Gagne : 1970) ได้เสนอเงื่อนไขของการเรียนรู้ (conditions of learning) ไว้ 8 ประการ คือ การเรียนรู้เมื่อได้รับสัญญาณ (signal learning) การเรียนรู้ในลักษณะของการกระตุ้นและการตอบสนอง (stimulus response learning) การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงการกระตุ้นและการตอบสนองหลายๆ อย่างเข้าด้วยกัน (chaining) การเรียนรู้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการกระตุ้นและการตอบสนองหลายๆ อย่างด้วยภาษา (verbal association) การเรียนรู้แบบแยกแยะ (discrimination learning) การเรียนรู้ในแนวความคิดหลัก (concept learning) การเรียนรู้ในกฎเกณฑ์ (rule learning) และการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา (problem solving process)

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่พุดกันมากในปัจจุบันนี้คือ **ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (constructivism)** ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนัก ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหา สำนวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process)

## 2. กระบวนการแก้ปัญหา (problems solving process)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา

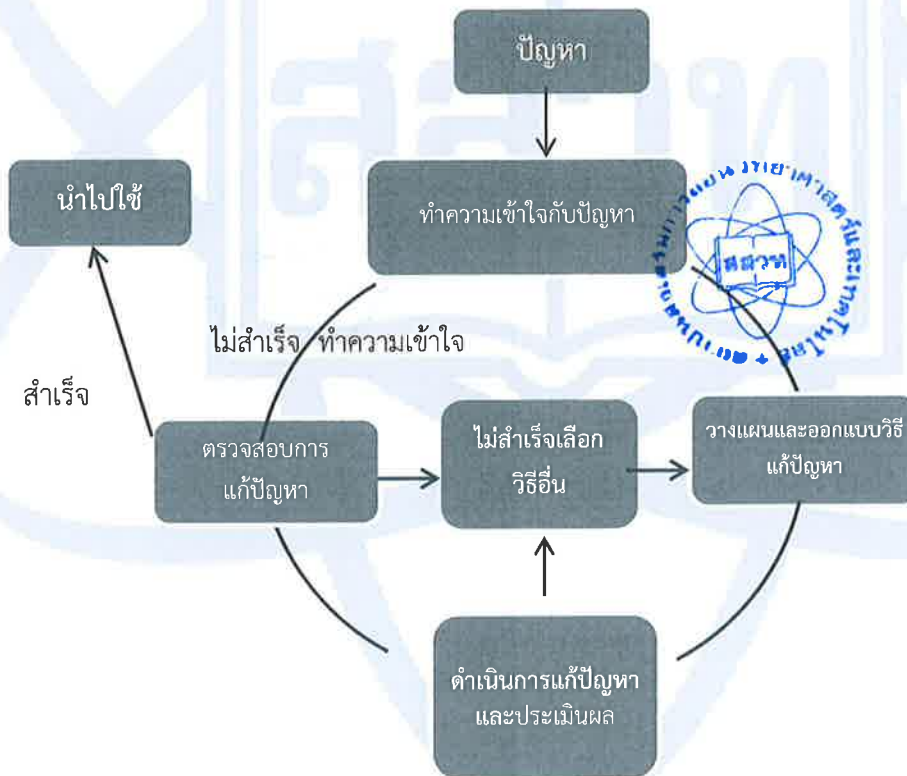
เพื่อให้เข้าใจได้ตรงกันถึงความหมายที่แท้จริงของปัญหา หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

“ปัญหา” หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

“แบบฝึกหัด” หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วสามารถแก้ไขหรือเลือกวิธีแก้ไขได้ทันที หรือมองเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีวิธีแก้ไขที่แน่นอน

การแก้ไขปัญหามักทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น

กระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์ดังแผนภาพ



แผนภาพที่ 2 แสดงกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

**1) ทำความเข้าใจปัญหา** ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่างๆ คือ (1) ปัญหาถามว่าอย่างไร (2) มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และ (3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างดีจะช่วยให้ขั้นตอนต่อไปดำเนินไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด ทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงถึงประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

**2) วางแผนแก้ปัญหา** ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ปัญหาต้องตรวจสอบโดยการทดลอง ขั้นตอนนี้ก็จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลองหรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทางการประเมินผลการแก้ปัญหา

**3) ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล** ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้อง ก็จะมีการประเมินต่อไปว่า วิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นที่ 2 และถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอเพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

**4) ตรวจสอบการแก้ปัญหา** เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใดๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

แม้ว่าจะดำเนินตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วก็ตาม ผู้แก้ปัญหายังต้องมีความมั่นใจว่าจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ รวมทั้งต้องมุ่งมั่นและทุ่มเทให้กับการแก้ปัญหา เนื่องจากบางปัญหาต้องใช้แรงและความพยายามเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ ถ้านักเรียนเกิดความเหนื่อยล้าจากการแก้ปัญหา ก็ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสพักผ่อน

### 3. กิจกรรมคิดและปฏิบัติ (Hands-on Mind-on Activities)

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์แนะนำให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือได้ทำการทดลองต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็จะเกิดความคิดและคำถามที่หลากหลาย ตัวอย่างกิจกรรมได้แก่

- นำแม่เหล็กเข้าใกล้วัสดุต่างๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ใช้วัตถุต่างๆ กระทบผ้าชนิดต่างๆ แล้วนำมาแขวนไว้ใกล้กัน หรือนำมาแตะขึ้นกระดาษ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
- ต่อหลอดไฟฟ้าหลายหลอดกับถ่านไฟฉาย สังเกตและเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้น
- ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต สังเกตและเปรียบเทียบเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตต่างๆ
- เป่าลมหายใจลงไปในน้ำปูนใส สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ฯลฯ

เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมลักษณะนี้ จะทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย หาข้อสรุปและการศึกษาต่อไป กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจและเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

#### 4. การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันในกลุ่ม นักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกของกลุ่ม และการที่แต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้เป็นอย่างดี แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่มีประสิทธิผลนั้น ต้องมีรูปแบบหรือมีการจัดระบบอย่างดี นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวางเพื่อจะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่างๆ รวมทั้งวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ด้วย

แนวคิดหลักที่จะนำไปสู่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจอย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วย ๖ ประการ ดังแผนภาพ



แผนภาพที่ 3 แนวคิดหลักของการเรียนรู้แบบ cooperative learning

ที่มา : Kagan : Cooperative Learning : ๑๙๙๔

1) **การจัดกลุ่ม** กลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นกลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง ปานกลาง ค่อนข้างต่ำ และต่ำ และหญิงชายเท่าๆ กัน ในบางกรณีอาจจัดกลุ่มโดยวิธีอื่น เช่น ในการศึกษาเรื่องลึกเฉพาะ เช่น ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ควรจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจ หรือจัดกลุ่มโดยวิธีสุ่ม เมื่อต้องการทบทวนความรู้ และจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันประมาณ 6 สัปดาห์ จึงเปลี่ยนกลุ่มใหม่

2) **อุดมการณ์** หมายถึง ความมุ่งมั่นและอุดมการณ์ของนักเรียนที่จะร่วมงานกัน นักเรียนจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่างๆ ร่วมกัน สิ่งเหล่านี้ต้องสร้างให้เกิดขึ้นและให้คงไว้ โดยให้ทำกิจกรรมหลากหลาย เช่น การสร้างความมุ่งมั่นของกลุ่มที่จะทำงานร่วมกัน การสร้างความมุ่งมั่นของชั้นเรียนที่จะช่วยกัน

3) **การจัดการ** เพื่อให้กลุ่มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการจัดการของครูและการจัดการของนักเรียนภายในกลุ่ม ครูจะต้องมีการจัดการที่ดี เพื่อให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ เช่น การควบคุมเวลา การกำหนดสัญญาณให้นักเรียนหยุดกิจกรรม ฯลฯ

4) **ทักษะทางสังคม** เป็นทักษะในการทำงานร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ให้ความช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน

5) **หลักการพื้นฐาน** ได้แก่

- การช่วยเหลือซึ่งกันและกันโดยมีแนวคิดที่ว่า เมื่อเราได้รับประโยชน์จากเพื่อน เพื่อนก็จะได้ประโยชน์จากเรา ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของแต่ละคน
- ยอมรับว่าแต่ละคนในกลุ่มต่างมีความสามารถและมีความสำคัญต่อกลุ่ม แต่ละคนมีส่วนร่วมในการทำงานให้กลุ่มสำเร็จ
- ทุกคนในกลุ่มต้องให้ความร่วมมือ และมีส่วนร่วมในงานของกลุ่มอย่างเท่าเทียมกัน
- ทุกคนในกลุ่มต้องมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลาที่ทำงานในกลุ่ม

6) **โครงสร้างของกิจกรรม** หมายถึงรูปแบบของกิจกรรมในการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีหลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหา หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตัวอย่างเช่น

- กิจกรรมจับคู่สลับกันพูดในหัวข้อและในเวลาที่กำหนด (timed - pair - share) เช่น เมื่อคนหนึ่งพูด อีกคนหนึ่งฟัง แล้วสลับกันคนละ 1 นาที
- นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเขียนแสดงความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งในกระดาษแผ่นเดียวกันแล้ววนไปเรื่อยๆ (round table) จนนักเรียนทุกคนเขียนทั้งหมด แล้วนำมาสรุป
- มอบหมายให้ตัวแทนของสมาชิกในกลุ่มไปรวมกลุ่มใหม่ เรียกว่า กลุ่มเชี่ยวชาญ (expert group) กลุ่มเชี่ยวชาญนี้จะศึกษาเรื่องย่อยที่แบ่งไว้เป็นตอนในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วกลับมาอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเดิม (home group) ในที่สุดนักเรียนทั้งหมดจะเรียนรู้เรื่องทั้งหมดจากเพื่อน นั่นคือนักเรียนแต่ละคนในหนึ่งกลุ่มได้รับมอบหมายงานเพียงหนึ่งชิ้นย่อย แต่ต้องต่อชิ้นย่อยให้เต็มรูป (jigsaw) นั่นคือต้องเรียนรู้ทั้งเรื่อง แล้วมีการทดสอบเป็นคะแนนของแต่ละคน

จะเห็นว่ารูปแบบของกิจกรรมที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยร่วมมือร่วมใจกันทำงานในกลุ่มไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด นักเรียนจะได้ใช้ความคิดและต้องมีการปฏิบัติด้วย แล้วจึงแสดงความคิดของตนเองแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม กับเพื่อนต่างกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจจึงทำให้นักเรียนพัฒนา กระบวนการคิด ทักษะในการสื่อสาร ทักษะทางสังคม รวมทั้งการจัดการ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่กล่าวมาแล้ว กิจกรรมภายในห้องเรียนส่วนใหญ่จะดำเนินไปด้วยตัวนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ วางแผนจัดกิจกรรม และจัดหาแหล่งข้อมูลที่จะให้เกิดการเรียนรู้รวมทั้งเป็นผู้ขยายความรู้ ความคิดของนักเรียนให้สมบูรณ์ ครูจึงมีบทบาทสำคัญหลายประการมากกว่า

เป็นผู้สอนอย่างเดียว จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบร่วมมือร่วมใจนี้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกคนพัฒนาก้าวหน้าขึ้น

### การพัฒนาความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ นั้น นอกจากมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนแล้ว ยังมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ พัฒนาความคิดขั้นสูง และพัฒนาทักษะการสื่อสารด้วย

#### การพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ (Decision Making)

การจัดกิจกรรมต่างๆ ครูควรจัดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกตัดสินใจ เช่น กิจกรรมการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ การสืบเสาะหาความรู้ หรืออาจจัดกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติ โดยสร้างสถานการณ์ขึ้นเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติโดยเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในเรื่องที่สำคัญของบ้านเมือง เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ การแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโรงเรียน หรือชุมชน การตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาบ้านเมืองนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้อย่างมีเหตุผลและส่งผลดีต่อส่วนรวม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้จะต้องพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนและคุณภาพชีวิตที่ดี

#### การพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher - ordered Thinking)

ความคิดขั้นสูงเป็นความสามารถทางสติปัญญาประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่ยังนักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่างๆ ความคิดขั้นสูงประกอบด้วยความคิดในด้านต่างๆ คือ

1. **ความคิดวิเคราะห์ (analytical thinking)** เป็นความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ รวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่างๆ เช่น การจำแนกชนิดของหินโดยพิจารณาลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ การจำแนกใบไม้โดยพิจารณารูปร่างของใบ ขอบใบ และเส้นใบเป็นเกณฑ์ หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือ การพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาอายุเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นหนึ่ง ก็ต้องจำแนกปัญหาเป็นกระบวนการ (procedure) ย่อย คือ กระบวนการหาอายุรวมและกระบวนการหาจำนวนนักเรียนในชั้น แล้วนำกระบวนการทั้งสองมาหาอายุเฉลี่ย

2. **ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (critical thinking)** คือ ความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้านบวกหรือด้านลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประเด็นที่คนทั่วโลกให้ความสนใจ คือ เรื่อง GMOs ผลการใช้เทคโนโลยีชีวภาพดังกล่าวมีผลให้สิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากพันธุ์เดิมและการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมมีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม จากประเด็นดังกล่าวเป็นสถานการณ์จริงที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า รวบรวมความรู้เกี่ยวกับ GMOs เป็นข้อมูลในการอภิปรายแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์เชิงสนับสนุนหรือโต้แย้งเทคโนโลยีดังกล่าว

3. **ความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking)** คือความคิดที่แปลกใหม่ ยืดหยุ่น และแตกต่างจากผู้อื่น เช่น ให้นักเรียนทำกิจกรรมคิดออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์กำเนิดเสียงแทนการใช้กระดิ่งไฟฟ้า หรือออกแบบวงจรเตือนภัยโดยใช้เซนเซอร์ความร้อน หรือนักเรียนบางคนได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการฟักไข่ของสัตว์

พวกนก จึงมีความคิดที่จะทดสอบว่า คนจะสวมารถปีกไขว่ได้หรือไม่ โดยออกแบบหนึบไขว่ไว้ได้รักรัแล้วคอยติดตามดูผลว่าจะเป็นอย่างไร

**4. ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (logical thinking)** คือความสามารถที่จะคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่างๆ ซึ่งเป็นประเด็นโต้แย้งทางสังคมที่ไม่อยู่บนข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุน ไม่ใช่ใช้ความรู้สึกหรือใช้อารมณ์ในการตัดสินว่าควรดำเนินการพัฒนาหรือไม่อย่างไร

**5. ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific thinking)** คือความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง เช่น ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเทคโนโลยีชาวบ้าน การดองผักด้วยน้ำข้าวข้าวหรือน้ำมะพร้าว หรือการใส่ฟริกสกลงในน้ำกะทิเพื่อถนอมการบูดได้ เทคโนโลยีดังกล่าวเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้รับสืบทอดกันมาโดยไม่ทราบหลักการทางวิทยาศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมา วางแผนในการตรวจสอบ พิสูจน์เพื่ออธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไปแล้วความคิดขั้นสูงด้านต่างๆ เหล่านี้จะไม่สามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน ต้องพัฒนาไปพร้อมๆ กันและอาจรวมทั้งพัฒนาไปพร้อมกับความสามารถด้านอื่นๆ ด้วย ไม่จำเป็นต้องเน้นว่าจะต้องพัฒนาเรื่องใดก่อนหรือหลัง การพัฒนาความคิดขั้นสูงนี้จะทำได้มากในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา

### การพัฒนาทักษะการสื่อสาร (Communication Skills)

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะในการสื่อสาร หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่านหรืออื่นๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียน ในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความรู้และแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำๆ เพื่อให้เกิดทักษะ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถฝึกทักษะการสื่อสารได้ดังต่อไปนี้

1. การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่างๆ จาก การดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่วิธีหนึ่ง กิจกรรมนี้อาจใช้เวลาครั้งละ ๑๐ นาที ก่อนที่จะมีการสอนตามปกติก็ได้

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา หรือการศึกษาภาคสนาม ในโอกาสที่นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้ ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์เปิดที่เขาเขียว นักเรียนควรจะเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณสวนสัตว์ ลักษณะนิสัยของสัตว์ป่าบางชนิด รวมทั้งสภาพความเป็นอยู่ และข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมให้กับสัตว์ป่าเหล่านั้น หรือเมื่อไปศึกษาการบำบัดน้ำเสีย นักเรียนควรจะเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียและอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้

3. การจัดแสดงผลงาน ในกรณีที่นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการอื่นๆ ควรกำหนดให้มีวันที่แน่นอนเพื่อจัดแสดงผลงานให้เพื่อนๆ ในชั้นหรือทั้งโรงเรียนได้ชม และถ้าเป็นไปได้ควรเชิญบุคคลในชุมชนมาชม

ด้วย ไม่ควรถือว่าการจัดแสดงผลงานเป็นการประกวด ในการจัดแสดงผลงานนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสออกแบบการจัดแสดงผลงาน รวมทั้งการจัดการเพื่อให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นักเรียนจะต้องคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่ที่กำหนด ซึ่งควรมีทั้งข้อความโดยสรุปและตัวอย่างชิ้นงาน ในการนำเสนอควรให้มีทั้งการเสนอด้วยวาจาและผลงาน

4. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยมนุษย์ในการทำงานได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ วิทยาการคอมพิวเตอร์จึงเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและจินตนาการ อันจะนำไปสู่การแปลงรูปจากจินตนาการมาเป็นชิ้นงานสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์มากมายล้วนแล้วแต่มีส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์เข้าไปร่วมด้วย ทำให้ระบบการทำงานต่างๆ ได้รับการพัฒนาเข้าสู่ความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น

เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร ทำให้สามารถรับส่งสารจากทุกมุมโลกได้อย่างรวดเร็ว จนทำให้โลกปัจจุบันเป็นโลกไร้พรมแดน การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในด้านรู้จักข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์ รู้จักเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักใช้การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านค้นหาข้อมูลและหาความรู้ รู้จักนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสมและทันสมัย ตลอดจนรู้จักเก็บและรักษาสารสนเทศให้ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน ความสามารถของนักเรียนต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วจะเป็นเป้าหมายที่สำคัญและเป็นสิ่งจำเป็น อันจะทำให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องที่สนใจจากทุกสถานที่และทุกเวลาได้

ถึงแม้ว่าจะมีผู้คิดค้นและเสนอแนะแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนไว้มากมายก็ตาม ครูจะต้องนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนของตนเองและสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น และควรพยายามทำการวิจัยเพื่อหารูปแบบ วิธี และกลยุทธ์ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลด้วยตนเองอยู่ตลอดเวลา อาชีพครูจึงเป็นที่ยอมรับกันว่าเป็น วิชาชีพชั้นสูง (professional) อันจะส่งผลไปถึงการสร้างเยาวชนของชาติให้เติบโตอย่างมีคุณภาพในสังคมแห่งการเรียนรู้ ปลูกฝังความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ สามารถเลือกใช้ และผลิตผลงานทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์และเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

### ปัจจัยความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้

1. ผู้บริหาร เป็นผู้ที่มีความสำคัญที่สุดในการสนับสนุนให้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมาย ผู้บริหารต้องมีความรู้ความเข้าใจในปรัชญา กระบวนการเรียนรู้ และธรรมชาติของการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อจะได้สนับสนุน

- งบประมาณในการจัดซื้อสื่อต่างๆ
- อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมที่ต้องใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นภายนอกโรงเรียน
- ช่วยเสนอแนะแหล่งวิทยาการและแหล่งเรียนรู้
- นิเทศ ติดตามผลการจัดการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ
- ให้กำลังใจทั้งครูและนักเรียน

2. ครูผู้สอน เป็นผู้ที่มีความสำคัญในการที่จะแปลมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่เป็นตัวหนังสือให้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม น่าสนใจ และมีกระบวนการเรียนรู้หลากหลายวิธีอย่างอิสระ ครูผู้สอนจำเป็นต้อง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างดี รวมถึงรู้วิธีการเรียนรู้
- มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา
- มีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวนักเรียน พร้อมทั้งจะเรียนรู้เรื่องราวใหม่ๆ พร้อมๆ กับนักเรียน
- เป็นผู้ที่มีความสนใจใฝ่หาความรู้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนาตนเอง
- มีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ มีการใช้สื่อการเรียนการสอนหลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้
- มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในอาชีพครูในฐานะครูวิชาชีพ
- มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีทั้งกับเพื่อนครูในโรงเรียนและชุมชน เพื่อจะหาความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอน

3. **ผู้เรียน** เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งบุคลิกภาพ สติปัญญา ความถนัด ความสนใจและความสมบูรณ์ของร่างกาย ผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมคิด ร่วมวางแผนในการจัดการเรียนการสอน และมีโอกาสเลือกวิธีเรียนได้อย่างหลากหลายตามความเหมาะสมภายใต้การแนะนำของครูผู้สอน

4. **สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนการสอน** ครูผู้สอนต้องมีวิธีการที่จะจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทางวิชาการ เช่น จัดห้องขวนคิด ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จัดระบบนิเวศจำลอง จัดบริเวณโรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ทางชีววิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ มีการดัดแปลงห้องเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้ดี และจัดกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้ปกครอง และชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนด้วย

### ● **แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

เพื่อที่จะทราบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่เพียงใด จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ในอดีตที่ผ่านมา การวัดและประเมินผลส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการหลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ ดังนั้น ผู้สอนต้องตระหนักว่าการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และจะต้องวางแผนไปพร้อมๆ กัน

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ต้องวัดผลและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม ในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. วิธีการวัดผลและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

4. ผลการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
5. การวัดผลและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมินผล

#### จุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผล

1. เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด
3. เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การวัดผลและประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการวัดผลและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ทั้ง ๓ ด้าน ตามที่กล่าวมาแล้ว จึงต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (authentic assessment)

#### การวัดและประเมินผลจากสภาพจริง

กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลาย เช่น กิจกรรมสำรวจภาคสนาม กิจกรรมสำรวจตรวจสอบ การทดลอง กิจกรรมศึกษาค้นคว้า กิจกรรมศึกษาปัญหาพิเศษหรือโครงการวิทยาศาสตร์ ฯลฯ อย่างไรก็ตาม ในการทำกิจกรรมเหล่านี้ต้องคำนึงว่าผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพแตกต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนจึงอาจทำงานชิ้นเดียวกันได้เสร็จในเวลาที่แตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกันด้วย เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมเหล่านี้แล้วก็ต้องเก็บรวบรวมผลงาน เช่น รายงาน ชิ้นงาน บันทึก และรวมถึงทักษะปฏิบัติต่างๆ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรัก ความซาบซึ้ง กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทำและผลงานเหล่านั้นต้องมาชี้วิธีประเมินที่มีความเหมาะสมและแตกต่างกันเพื่อช่วยให้สามารถประเมินความรู้ความสามารถและความรู้สึกนึกคิดที่แท้จริงของผู้เรียนได้ การวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน หลากหลายวิธี ในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

#### ลักษณะสำคัญของการวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริง

การวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริงมีลักษณะที่สำคัญคือ

1. ใช้วิธีการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในด้านของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิต มากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
2. เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียน เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในส่วนที่ควรส่งเสริมและส่วนที่ควรแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพตามความสามารถ ความสนใจและความต้องการของแต่ละบุคคล
3. เป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของทั้งตนเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเอง สามารถพัฒนาตนเองได้

4. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้หรือไม่
5. ประเมินความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงได้
6. ประเมินด้านต่างๆ ด้วยวิธีที่หลากหลายในสถานการณ์ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง

#### วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดผลและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
6. การวัดผลและประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment)
7. การวัดผลและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)
8. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)

ฯลฯ

#### การวัดผลและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแก้ไขปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูง และผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถคือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

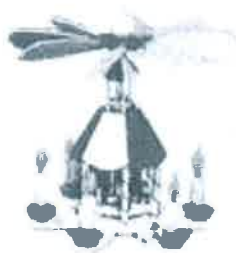
**1) การมอบหมายงานให้ทำ** งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กันหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

ตัวอย่างที่มอบหมายให้ทำ เช่น

- บทความในเรื่องที่กำลังเป็นประเด็นที่น่าสนใจและมีความสำคัญอยู่ในขณะนั้น เช่น พายุฝนดาวตก น้ำจะท่วมประเทศไทยจริงหรือ การโคลนนิ่งสิ่งมีชีวิต
- รายงานสิ่งที่คุณเรียนสนใจโดยเฉพาะ เช่น การศึกษาชีวิตของแมลงวันทอง การสำรวจความหลากหลายของพืชในบริเวณโรงเรียน
- สิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่สนใจ เช่น การสร้างระบบนิเวศจำลองในระบบปิด อุปกรณ์

ไฟฟ้าใช้ควบคุมการปิดเปิดน้ำ ชุดอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพดิน เครื่องร่อนที่สามารถร่อนได้ไกลและอยู่ในอากาศได้นาน

2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่น กิจกรรมศึกษาการเกิดกระแสอากาศของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ให้นักเรียนทดลองใช้อุปกรณ์แสดงการเกิดกระแสอากาศ บันทึกผลการทดลอง พร้อมกับอธิบายเพื่อตอบปัญหาต่อไปนี้

1. ถ้านักเรียนจุดเทียนไขจะเกิดอะไรขึ้น
2. ถ้านักเรียนดับเทียนไขจะเกิดอะไรขึ้น
3. อุปกรณ์นี้ทำงานได้อย่างไร เพราะเหตุใด
4. ถ้านักเรียนจะปรับปรุงอุปกรณ์ชุดนี้ให้ทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น จะปรับปรุงอะไรบ้าง

อย่างไร เพราะเหตุใด

5. ถ้าต้องปรับปรุงอุปกรณ์ให้ดีขึ้น จะมีวิธีการทำและตรวจสอบได้อย่างไร
6. ถ้าจะนำอุปกรณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ประโยชน์ จะหาประโยชน์อะไรได้บ้าง จงอธิบาย

3) กำหนดตัวอย่างชิ้นงานให้ แล้วให้ผู้เรียนศึกษางานนั้น และสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะของการทำงานได้เหมือนหรือดีกว่าเดิม เช่น การประดิษฐ์เครื่องร่อน การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำกระดาษจากพืชในท้องถิ่น ฯลฯ

4) สร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน โดยกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา

#### ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 1

“มีลำไยที่เก็บมาจากสวน 4 แห่ง ต้องการตรวจสอบว่าลำไยจากสวนใดมีความหวานมากที่สุด”

- 1) ใช้หลักการออสโมซิส
- 2) ใช้วิธีการอื่น

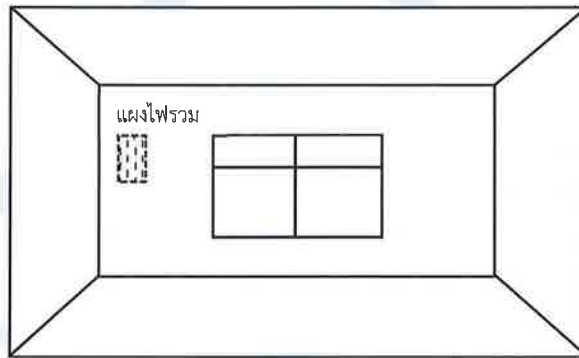
ให้นักเรียน

1. บอกขั้นตอนของวิธีการตรวจสอบแต่ละวิธี
2. ระบุวิธีการเก็บข้อมูลของแต่ละวิธี
3. เลือกวิธีการทดสอบจากที่กำหนดไว้ใน 1) หรือ 2) พร้อมให้เหตุผลที่เลือก
4. ดำเนินการตรวจสอบโดยวิธีการออสโมซิสและวิธีที่เลือกในข้อ 3

## 5. เปรียบเทียบผลการทดลองและลงข้อสรุปว่าวิธีใดได้ผลดีกว่ากัน

### ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 2

ถ้านักเรียนมีเครื่องใช้ไฟฟ้า ประกอบด้วยหลอดไฟ ๓ หลอด พัดลมติดเพดาน ให้นักเรียนออกแบบผังวงจรที่ติดกับอุปกรณ์ พร้อมกับให้เหตุผลประกอบ



### ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 3

โรงงานทำกระทะแห่งหนึ่งต้องการทดสอบวัสดุที่มีผู้นำมาเสนอขาย จำนวน ๓ ชนิด ว่าชนิดใดเหมาะสมที่สุด จึงให้พนักงานทดสอบ แล้วมารายงานให้ทราบ

- 1) นักเรียนคิดว่าปัญหาคืออะไร
- 2) ถ้านักเรียนต้องทดสอบ จะต้องวางแผนการตรวจสอบและลงมือปฏิบัติอย่างไร
- 3) การรายงานผลการทดสอบจะมีเนื้อหาสาระอะไรบ้าง

### ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 4

“มีคำกล่าวที่ว่าไม่สามารถชูปเหล็กให้เป็นทองได้โดยตรง”

- 1) นักเรียนจะมีวิธีการทดสอบคำกล่าวนี้ได้อย่างไรบ้าง
- 2) นักเรียนคิดว่าวิธีการทดสอบใดจะได้ผลดีที่สุด
- 3) จงพิจารณาว่าวิธีการทดสอบที่เลือกนั้นเป็นไปได้เพียงใด
- 4) จะทำการทดสอบเพื่อยืนยันได้อย่างไรว่าวิธีที่เลือกนั้นถูกต้อง

### ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 5

“นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าน้ำทะเลจะไม่เป็นพองกับสบู่”

- 1) นักเรียนจะมีวิธีใดบ้างที่จะตรวจสอบว่าข้อความนี้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ
- 2) จงเลือกวิธีที่คิดว่าสามารถทดสอบได้ผลดีที่สุด พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ
- 3) จงลงมือทดสอบด้วยวิธีการที่เลือก
- 4) จงพิจารณาว่าวิธีเลือกมาทดสอบแตกต่างกันอย่างไร

### ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 6

“น้ำบาดาลที่นำมาใช้บริโภคไม่สะอาดเพียงพอ”

- 1) มีวิธีทดสอบได้อย่างไรว่าข้อความดังกล่าวเป็นจริง
- 2) วิธีการใดจะช่วยให้การตรวจสอบได้ผลดีที่สุด
- 3) ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าน้ำบาดาลนั้นไม่สะอาด ท่านจะมีวิธีแก้ไขอย่างไร
- 4) วิธีใดน่าจะใช้ทำให้น้ำบาดาลสะอาดที่สุด เพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีนี้
- 5) จงแสดงวิธีการตรวจสอบและทำให้น้ำบาดาลสะอาดจนใช้บริโภคได้

### ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 7

เมื่อหย่อนสิ่งของต่างๆ ลงในสระน้ำ

- 1) จงวิเคราะห์และอธิบายว่า เพราะเหตุใดสิ่งของบางชนิดจึงจม บางชนิดจึงลอย
- 2) จงวางแผนและเลือกวิธีที่จะทดสอบสมมติฐาน อธิบายด้วยว่าเหตุใดจึงเลือกวิธีนั้น
- 3) จะนำความรู้จากการศึกษาเรื่องนี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

### ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 8

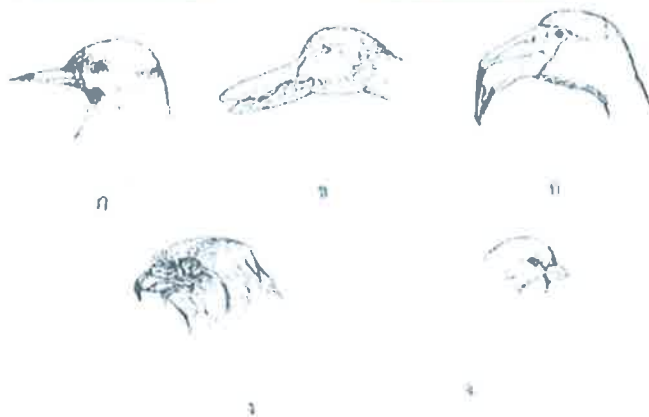
จงวิเคราะห์แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในการขี่จักรยาน

- 1) หาวิธีลดแรงเสียดทานให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 2) ออกแบบจักรยานที่มีแรงเสียดทานที่น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

การประเมินตามสภาพจริงยังคงใช้การทดสอบด้วยการเขียนตอบ แต่จะลดการทดสอบที่วัดด้านความรู้ความจำ โดยจะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการคิดขั้นสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องสัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน แล้วให้นักเรียนตอบคำถามโดยเขียนตอบ ลักษณะของคำถามควรนำไปสู่การวัดที่สูงกว่าความรู้ความจำ ดังตัวอย่าง

#### ตัวอย่างข้อทดสอบ

- ◆ ถ้านักเรียนไปทำงานเป็นผู้ดูแลสวนสัตว์แห่งหนึ่ง นักเรียนมีอาหารของสัตว์อยู่ 6 ชนิด คือ เมล็ดพืช ผลไม้ ปลาตัวเล็ก แหน ปู และหอยตัวเล็กๆ กำหนดนกในสวนสัตว์ที่มีปากดังภาพ นักเรียนจะให้อะไรเป็นอาหาร



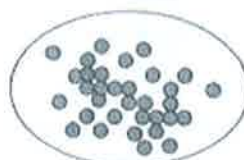
จงระบุอาหารของนกเหล่านี้ลงในตารางข้างล่างนี้

ชื่อนก	อาหาร	เหตุผล
ก		
ข		
ค		
ง		
จ		

- ◆ เมื่อครูแบ่งแป้งข้าวเหนียวให้แก่เด็กหญิงแดงและเด็กชายดำ คนละ 25 กรัม แล้วให้เด็กหญิงแดงและเด็กชายดำปั้นเป็นรูปกลม เพื่อทำขนมบัวลอย เด็กชายดำปั้นดั่งกองที่ 1 ส่วนเด็กหญิงแดงปั้นดั่งกองที่ 2



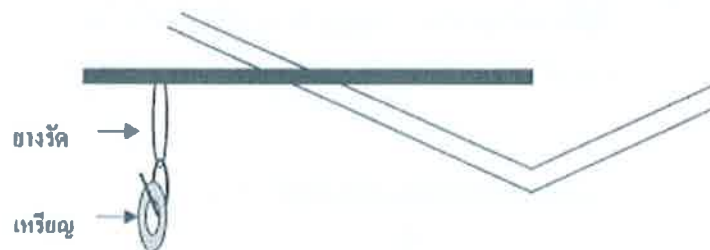
กองที่ 1



กองที่ 2

ถ้านำแป้งบัวลอยไปต้ม แป้งบัวลอยใดจะสุกเร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด

- ◆ ถ้าเราเทน้ำมันจากการทำอาหารในครัวเรือนลงท่อน้ำทิ้ง ซึ่งจะไหลลงไปไหนแหล่งน้ำหลังบ้าน นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อมนั้นหรือไม่ อย่างไร
- ◆ ถ้านำเหรียญที่มีขนาดเดียวกัน 7 อัน ไปสอดที่ปลายลวดหนีบกระดาษที่คล้องอยู่กับยางรัด ซึ่งทนน้ำหนักได้สูงสุด 10 เหรียญ เมื่อวัดความยาวของยางรัดหลังจากคล้องเหรียญ ได้ผลดังนี้



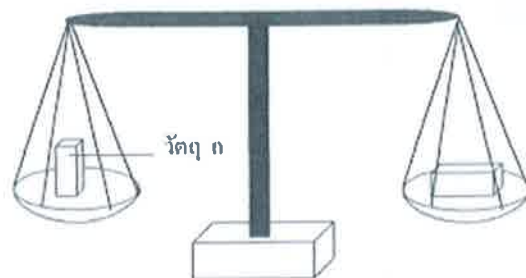
จำนวนเหรียญ (อัน)	ความยาวของยางรัด (เซนติเมตร)
0	9
1	13
2	22
3	31
4	39
5	45
6	49
7	52

จงตอบคำถามโดยใช้ข้อมูลข้างบนนี้

1. ถ้าเพิ่มเหรียญเป็น 8 อัน และยางรัดไม่ขาด ความยาวของยางรัดจะเป็นเท่าใด
  2. การเปลี่ยนแปลงความยาวของยางรัดเกิดขึ้นจากอะไร
  3. จะสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร
- จากการนับจำนวนเมล็ดถั่ว ได้ผลดังนี้

ฝักที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนเมล็ด	5	5	6	6	6	6	7	7	5	6

1. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการนำเสนอข้อมูลใหม่ได้กี่วิธี เลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดมานำเสนอ แล้วอธิบายเหตุผลประกอบการเลือก
  2. ฝักถั่วส่วนใหญ่จะมีกี่เมล็ด และจำนวนเมล็ดเฉลี่ยของถั่วในฝักมีค่าเท่าใด
- ◆ ตามรูป วัตถุ ก. อยู่ในแนวตั้ง ถ้าวางวัตถุ ก. ในแนวนอน ตาซึ่งจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร จงอธิบาย



## การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)

### แฟ้มผลงานคืออะไร

เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนก็ตาม ก็จะมีผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรมเหล่านั้นปรากฏอยู่เสมอ ซึ่งสามารถจำแนกผลงานออกมาตามกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

1. การฟังบรรยาย เมื่อผู้เรียนฟังการบรรยายก็จะมีสมุดจดคำบรรยาย ซึ่งอาจอยู่ในรูปของบันทึกอย่างละเอียดหรือบันทึกแบบย่อ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของความชอบและความเคยชินของผู้เรียนในการบันทึกคำบรรยาย

2. การทำการทดลอง ผลงานของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง อาจประกอบด้วยการวางแผนการทดลองทั้งในรูปของบันทึกอย่างเป็นระบบหรือบันทึกแบบย่อ การบันทึกวิธีการทดลอง ผลการทดลอง และปัญหาที่พบขณะทำการทดลอง การแปลผล สรุปผลและการอภิปรายผลการทดลอง และผลงานสุดท้ายที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง คือการรายงานผลการทดลองที่ผู้เรียนอาจทำเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวก็ได้

3. การอภิปราย ผลงานของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการอภิปราย คือ วางหัวข้อและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการอภิปราย ผลที่ได้จากการอภิปรายรวมทั้งข้อสรุปต่างๆ

4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จัดเป็นผลงานที่สำคัญประการหนึ่งของผู้เรียนที่เกิดจากการได้รับมอบหมายจากครูผู้สอนให้ไปค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือประเด็นที่กำลังศึกษา ผลงานที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติมอาจอยู่ในรูปของรายงาน การทำวิจัยเชิงเอกสารหรือบันทึกประเด็นสำคัญซึ่งอาจนำมาใช้ประกอบการอภิปรายในชั่วโมงเรียนก็ได้

5. การศึกษานอกสถานที่ การศึกษานอกสถานที่จัดเป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่กำลังศึกษา ผลงานที่ได้อาจประกอบด้วย การบันทึก การสังเกต การตอบคำถามหรือปัญหาจากใบงาน การเขียนรายงานสิ่งที่ค้นพบ

6. การบันทึกประจำวัน เป็นผลงานประการหนึ่งของผู้เรียนที่อยู่นอกเหนือจากผลงานที่แสดงถึงการเรียนรู้โดยตรง แต่จะช่วยให้ผู้เรียนหรือผู้ประเมินได้เข้าใจในประเด็นหรือสิ่งที่ผู้เรียนนึกคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย

นอกจากกิจกรรมที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังอาจมีกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ซึ่งผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงความสามารถอื่นๆ อีกด้วย เช่น การสื่อสาร ผลงานเหล่านี้ถ้าได้รับการเก็บรวบรวมอย่างมีระบบด้วยตัวผู้เรียนเองตามช่วงเวลา ทั้งก่อนและหลังการทำกิจกรรมเหล่านี้ โดยได้รับคำแนะนำจากครู และผู้เรียนฝึกทำจนเคยชินแล้วจะถือเป็นผลงานที่สำคัญยิ่งที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อไป

ในการวัดผลและประเมินผลด้านการปฏิบัติ ครอบคลุมถึงการที่นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงความรู้ความสามารถที่ครูได้คาดหวังว่านักเรียนจะมีความรู้เกิดขึ้นจากการเรียนรู้นั้น การวัดผลและประเมินผลในด้านนี้จะช่วยสะท้อนให้ครูและนักเรียนได้ทราบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด มีอะไรที่ครูควรให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษ และเรียนรู้ไปมากน้อยเพียงใดตามจุดประสงค์ที่ครูตั้งไว้ อาจใช้วิธีการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งการสอบย่อยและการสอบใหญ่ การให้นักเรียนสอบปฏิบัติการต่างๆ เป็นต้น

### แนวทางการให้คะแนนเพื่อการประเมิน

จากที่กล่าวมาแล้วว่า การประเมินจากสภาพจริงให้ความสำคัญต่อการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบน้อยมาก แต่จะให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของนักเรียนขณะทำกิจกรรม งานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนทำจะมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงานและมีวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมิใช่ในแนวทางที่กำหนดไว้เสมอไป จึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่สามารถให้ได้อย่างชัดเจนแน่นอนเหมือนการตรวจให้คะแนนแบบข้อสอบเลือกตอบ ดังนั้น การประเมินจากสภาพจริง จึงต้องมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจจัดทำโดยครู คณะครูหรือครูและนักเรียนกำหนดร่วมกัน แนวทางการประเมินนั้นจะต้องมีมาตรฐานว่านักเรียนทำอะไรรู้ได้สำเร็จ และระดับความสำเร็จอยู่ในระดับใด แนวทางการประเมินที่มีมาตรฐานนี้ เรียกว่า Rubric

การประเมินโดยอิง Rubric นี้ โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนภาพรวม (Holistic score)
2. การให้คะแนนแยกองค์ประกอบ (Analytic score)

#### การให้คะแนนภาพรวม (Holistic score)

เป็นการให้คะแนนภาพรวมของงาน จะไม่เก็บเป็นคะแนน แม้ว่าจะใช้การให้คะแนนในการประเมิน ก็ต้องให้ความหมายของคุณภาพรวมให้ได้

#### ตัวอย่างการให้คะแนนภาพรวมในการประเมินโครงงาน

มาตราส่วนประมาณค่าในการประเมินโครงงาน	ระดับคะแนน
1. ไม่เข้าใจปัญหา การออกแบบและการทดลองใช้เทคนิคไม่ถูกวิธี ทำโครงงานได้แต่ไม่สมบูรณ์ การเขียนรายงานต้องช่วยเหลืออย่างมาก	0
2. เข้าใจปัญหาแต่ใช้เวลามาก ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบการทดลอง มีความยากลำบากในการปฏิบัติ ต้องได้รับคำแนะนำในการเขียนรายงาน	1
3. แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การออกแบบและเทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง งานประสบความสำเร็จบางส่วน การนำเสนอรายงานเป็นลำดับ	2
4. แสดงถึงความเข้าใจปัญหา สามารถออกแบบการทดลองและเทคนิควิธีต่างๆ จนโครงงานประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี	3
5. แสดงถึงความเข้าใจปัญหา มีความคิดริเริ่มในการออกแบบการทดลอง และเทคนิควิธีต่างๆ จนโครงงานประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี	4

การกำหนดระดับคะแนนที่กล่าวข้างต้นเป็นการกำหนดระดับการยอมรับประกอบคำอธิบายว่า นักเรียนทำอะไรรู้ได้บ้าง อย่างไร

การกำหนดระดับคะแนน อาจกำหนดตามระดับความผิดพลาด

ตัวอย่าง เช่น ถ้าการประเมินโครงการ จะประเมิน 6 ประเด็นด้วยกันคือ

1. การกำหนดปัญหาและสมมติฐานถูกต้อง
2. การออกแบบการทดลองถูกต้อง
3. การดำเนินการทดลองถูกต้อง
4. การจัดการกระทำข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลถูกต้อง
5. การสรุปผลการทดลองถูกต้อง
6. การนำเสนอโครงการถูกต้อง

การกำหนดระดับคะแนนอาจเป็นดังนี้

ไม่มีประเด็นใดปฏิบัติถูกต้อง	0
ปฏิบัติถูกต้องเพียงประเด็นเดียว	1
ปฏิบัติถูกต้อง 2 – 3 ประเด็น	2
ปฏิบัติถูกต้อง 4 – 5 ประเด็น	3
ปฏิบัติถูกต้องทุกประเด็น	4

**การให้คะแนนแยกองค์ประกอบ (Analytic score)**

การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบจะมีการวิเคราะห์ว่าผลงานของนักเรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง แต่ละประเด็นนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด

**ตัวอย่างการประเมินโครงการแบบแยกองค์ประกอบ**

ตารางการประเมินโครงการแบบแยกองค์ประกอบ

ประเด็นที่ประเมิน	การให้คะแนน			หมายเหตุ
	1	2	3	
1. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์				
2. การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐาน				
3. ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงการ				
4. การออกแบบการทดลอง				
5. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง				
6. การดำเนินการทดลอง				
7. การบันทึกข้อมูล				
8. การจัดการกระทำข้อมูล				
9. การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปผลของข้อมูล				
10. การเขียนรายงาน				
<b>รวม</b>				

เมื่อได้ประเด็นที่ประเมินแล้ว จะนำประเด็นแต่ละประเด็นมาวิเคราะห์ว่านักเรียนมีความสามารถระดับใด ดังตัวอย่าง

### ตัวอย่างมาตราส่วนประเมินค่าการประเมินโครงการ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน
<b>1. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</b>	
- โครงการคล้ายคลึงกับสิ่งที่เคยทำมาแล้ว	1
- บางส่วนของโครงการแปลกใหม่จากโครงการที่มีผู้ทำแล้ว	2
- โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3
<b>2. การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐาน</b>	
- สมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา	1
- สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา	2
- สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างชัดเจน	3
<b>3. ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงการ</b>	
- ไม่มีการศึกษาหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่างๆ	1
- มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงแต่ไม่ครอบคลุมประเด็นที่จะศึกษา	2
- มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงครอบคลุมทุกประเด็นที่ศึกษาอย่างเพียงพอ	3
<b>4. การออกแบบการทดลอง</b>	
- สอดคล้องกับสมมติฐานแต่การควบคุมตัวแปรไม่ถูกต้อง	1
- สอดคล้องกับสมมติฐานแต่การควบคุมตัวแปรยังไม่ครบถ้วน	2
- สอดคล้องกับสมมติฐานและควบคุมตัวแปรถูกต้องครบถ้วน	3
<b>5. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง</b>	
- เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง	1
- เลือกใช้อุปกรณ์บางส่วนถูกต้อง	2
- เลือกใช้อุปกรณ์ถูกต้องเหมาะสม	3
<b>6. การดำเนินการทดลอง</b>	
- ดำเนินการทดลองไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	1
- ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	2
- ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องสมบูรณ์	3
<b>7. การบันทึกข้อมูล</b>	
- บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษา	1
- บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาและถูกต้อง	2
- บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาและละเอียด	3

### 8. การจัดกระทำข้อมูล

- มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้องบางส่วน 1
- มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้อง 2
- มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้องชัดเจน 3

### 9. การแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลของข้อมูล

- การแปลความหมายถูกต้องบางส่วน 1
- การแปลความหมายถูกต้องแต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล 2
- การแปลความหมายถูกต้องและการสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล 3

### 10. การเขียนรายงาน

- มีการนำเสนอเป็นขั้นตอนบ้าง 1
- มีการนำเสนอเป็นขั้นตอนดีแต่ยังไม่ชัดเจน 2
- มีการนำเสนอเป็นขั้นตอนสมบูรณ์และชัดเจน 3

เมื่อเก็บคะแนนแบบแยกองค์ประกอบแล้ว จะต้องทำคะแนนนี้ให้มีความหมายของคุณภาพงานในภาพรวมอีกครั้งหนึ่ง

#### การให้คะแนนจากเพิ่มผลงาน

เมื่อนักเรียนได้จัดทำเพิ่มผลงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว การประเมินผลเพิ่มผลงานอาจทำในเชิงคุณภาพ เช่น ดีมาก ดี พอใช้ ต้องแก้ไขปรับปรุง หรือยังใช้ไม่ได้ หรืออาจประเมินในรูปของคะแนนเนื่องจากผลงานที่นักเรียนได้สะสมไว้ในเพิ่มผลงานอาจมีความหลากหลาย ทั้งในด้านปริมาณของผลงาน ชนิดของผลงาน การให้คะแนนจึงอาจต้องทำเกณฑ์ให้ครอบคลุมผลงานเหล่านี้ที่เรียกว่า เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ทั้งนี้ ครูอาจร่วมตกลงกับนักเรียนและแจ้งให้นักเรียนทราบตั้งแต่เริ่มเปิดภาคเรียนว่าจะประเมินด้านไหนเพิ่มผลงานและให้คะแนนอย่างไร ตัวอย่างการให้คะแนนและให้เกรดต่อการทำบันทึกในการทำกิจกรรมหนึ่งของนักเรียนในภาพรวมโดยกำหนดให้คะแนนเป็น 0, 1, 2 และ 3 อาจเป็นดังนี้

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| 0 = ไม่มีรายละเอียด      | - ไม่มีข้อมูลหรือรายละเอียดใดๆ แสดงไว้ในบันทึก  |
| 1 = มีรายละเอียดเล็กน้อย | - มีรายละเอียดแสดงไว้ในบันทึก แต่บางส่วนผิดพลาดหรือไม่ชัดเจน หรือแสดงถึงความไม่เข้าใจในเรื่องนั้น   |
| 2 = มีรายละเอียดเพียงพอ  | - มีรายละเอียดอย่างเพียงพอและไม่มีข้อผิดพลาดหรือแสดงว่าไม่เข้าใจ แต่ข้อมูลเหล่านั้นเป็นลักษณะของการเสนอที่ไม่ได้แสดงถึงบูรณาการระหว่างข้อมูลหรือแนวคิดหลักในเรื่องนี้ |
| 3 = มีรายละเอียด         | - มีรายละเอียดอย่างเพียงพอ ไม่มีข้อผิดพลาดหรือแสดงถึงความไม่เข้าใจและแสดงถึงความเข้าใจและบูรณาการแนวคิดต่างๆ เข้าด้วยกัน  |

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ และบันทึกไว้ในเพิ่มผลงานและได้รับการประเมินผลทุกกิจกรรม ผลรวมของคะแนนที่ได้จะใช้ในการตัดเกรดของนักเรียน โดยอาจมีเกณฑ์ดังนี้

- A : ได้คะแนนรวม 80% ของคะแนนเต็ม  
 B : ได้คะแนนรวม 65% ของคะแนนเต็ม  
 C : ได้คะแนนรวม 50% ของคะแนนเต็ม  
 D : ได้คะแนนรวม 30% ของคะแนนเต็ม

จากที่กล่าวมาแล้วการประเมินจากสภาพจริงต้องมีการประเมินหลายๆ ด้าน หลากหลายวิธีและในสถานการณ์ต่างๆ และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง จึงจะสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน

การประเมินจึงมีวิธีการต่างๆ ขึ้นอยู่กับวิธีการประเมิน ในที่นี้จะยกตัวอย่างการให้คะแนนเพื่อประเมินแบบอื่นๆ อีก

#### ตัวอย่างแบบการให้คะแนนทักษะภาคปฏิบัติ

รายงาน	ปฏิบัติ	รวม

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1..... 2.....  
 3..... 4.....

วันที่ประเมิน.....

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ได้				หมายเหตุ
	3	2	1	0	
- วิธีดำเนินการทดลอง - การปฏิบัติการทดลอง - ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ - การนำเสนอ					
รวม					
ระดับคะแนนที่ได้					

#### ตัวอย่างมาตราส่วนประเมินค่าในการให้คะแนนทักษะภาคปฏิบัติ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน
<b>1. วิธีดำเนินการทดลอง</b>	
- ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการกำหนดวิธีการ ขั้นตอน และการใช้เครื่องมือ	0
- กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูก ต้องให้ความช่วยเหลือ	1
- กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม	2
- กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม	3
<b>2. การปฏิบัติการทดลอง</b>	
- ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	0
- ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	1
- ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ	2

- ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง 3
- 3. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ**
- ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย 0
- ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์ และการดำเนินการทดลอง 1
- มีความคล่องแคล่วในการทำการทดลองและการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะ เรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย 2
- มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ ดำเนินการทดลอง ได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา 3
- 4. การนำเสนอ**
- ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผล และการนำเสนอ 0
- ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลองและการนำเสนอ จึงจะปฏิบัติได้ 1
- บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน 2
- บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม บันทึกการนำเสนอ เป็นขั้นตอนชัดเจน 3

ตัวอย่างการประเมินตนเองของนักเรียนในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม

ชื่อ - สกุล.....วิชา.....ชั้น.....

.....

รายการ	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ในกลุ่มของนักเรียนมีการวางแผนร่วมกันก่อนลงมือปฏิบัติงาน			
2. ในกลุ่มของนักเรียนแบ่งงานกันทำอย่างเท่าเทียมกัน			
3. ทุกคนในกลุ่มร่วมมือกันทำงานเป็นอย่างดี			
4. นักเรียนร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มทำงานอย่างเต็มที่			
5. มีการประชุมปรึกษาหารือร่วมกันขณะลงมือปฏิบัติงาน			
6. สมาชิกทุกคนยอมรับความคิดเห็นของกันและกัน			
7. นักเรียนสนุกกับงานที่ทำอย่างมาก			
8. กิจกรรมที่ทำเป็นกิจกรรมที่ท้าทายมาก			
9. ทุกคนกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม			
10. กลุ่มของนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จทันเวลา			
11. วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมเหมาะสม			
12. กิจกรรมค่อนข้างยุ่งยากสับสน			
13. ในกิจกรรมต่อไปนักเรียนต้องการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่มอีก			

### ข้อคิดเห็นอื่นๆ

๑. นักเรียนได้อะไรจากกิจกรรมที่ .....บ้าง อย่างไร เพราะเหตุใด

๒. จากการทำกิจกรรมที่ ..... นักเรียนคิดว่านักเรียนควรจะปรับปรุงการทำงานของ  
ตนเองอย่างไรบ้าง จึงจะประสบความสำเร็จมากกว่าเดิม

๓. ในกิจกรรมที่ ..... นักเรียนชอบกิจกรรมนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

### ● มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

#### มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรอนาคตของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นี้ ประกอบด้วยเนื้อหา 3 กลุ่มวิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ โดยในแต่ละกลุ่มวิชานั้นได้กำหนด มาตรฐานการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งคุณธรรม และจริยธรรมอันพึงประสงค์ที่จะเกิดแก่ผู้เรียน ดังนี้

#### วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

**มาตรฐาน ขว 1** เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต และระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การหมุนเวียนสาร การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ประชากร ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก และแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

**มาตรฐาน ขว 2** เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารผ่านเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน

**มาตรฐาน ขว 3** เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

#### วิทยาศาสตร์กายภาพ

**มาตรฐาน กว 1** เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

**มาตรฐาน กว 2** เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ การหมุนและสมดุลของวัตถุ  
ธรรมชาติของแรงพื้นฐาน

**มาตรฐาน กว 3** เข้าใจความหมายของพลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน  
ปรากฏการณ์คลื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เสียงในชีวิตประจำวัน แสงและทัศนอุปกรณ์

### วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

**มาตรฐาน ลว ๑** เข้าใจลักษณะและความสำคัญของเอกภพและดวงดาว โลกและระบบสุริยะ  
เทคโนโลยีอวกาศและการนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์

**มาตรฐาน ลว ๒** เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้น  
บนผิวโลกและภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ธรณีพิบัติภัย และการ  
เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

ในแต่ละกลุ่มวิชาจะมีการกำหนดหัวข้อหลัก (Core) หัวข้อรอง (topic) สารการเรียนรู้ช่วงชั้น และ  
สารการเรียนรู้ชั้นปี และตัวชี้วัด ดังนี้

#### 1. หัวข้อหลัก (Core)

กำหนดขอบข่ายของเนื้อหาในภาพรวมที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มี  
รายละเอียดดังนี้

- **กลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพ** มีหัวข้อหลักรวม 6 หัวข้อ ได้แก่

1. ชีวิตในสิ่งแวดล้อม
2. องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต
3. การดำรงชีวิตของสัตว์
4. การดำรงชีวิตของพืช
5. พันธุกรรม
6. ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการ

- **กลุ่มวิทยาศาสตร์กายภาพ** มีหัวข้อหลักรวม 5 หัวข้อ ได้แก่

7. ธรรมชาติของสาร
8. การเปลี่ยนแปลงของสาร
9. การเคลื่อนที่
10. พลังงาน
11. คลื่น

- **กลุ่มวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ** มีหัวข้อหลักรวม 3 หัวข้อ ได้แก่

12. โลกในเอกภพ
13. ระบบโลก
14. มนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงของโลก

#### 2. หัวข้อรอง (topic)

กำหนดขอบข่ายของเนื้อหาภายใต้หัวข้อหลักแต่ละหัวข้อที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ ตามความเหมาะสมและ  
ตามศักยภาพของผู้เรียนในแต่ละช่วงชั้น มีรายละเอียดดังนี้



หัวข้อหลัก (core)	หัวข้อรอง (topic)	ช่วงชั้นที่ 1			ช่วงชั้นที่ 2			ช่วงชั้นที่ 3			ช่วงชั้นที่ 4		
		ป.1	ป.2	ป.3	ป.4	ป.5	ป.6	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4	ม.5	ม.6
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ													
1. ชีวิตในสิ่งแวดล้อม	1.1 ระบบนิเวศ	√	-	-	√	-	-	-	-	√	√	-	-
	1.2 มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	-	-	√	-	-	√	-	-	√	√	-	-
2. องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต	2.1 การจัดระบบในสิ่งมีชีวิต	√	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.2 เซลล์และองค์ประกอบของเซลล์	-	-	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-
3. การดำรงชีวิตของสัตว์	3.1 พลังงานเพื่อการดำรงชีวิต	-	-	-	-	-	√	-	√	-	-	-	-
	3.2 การรักษาสสมดุลของร่างกาย	-	√	-	-	-	√	-	√	-	√	-	-
	3.3 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต	-	√	-	-	√	√	-	√	-	-	-	-
4. การดำรงชีวิตของพืช	4.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของพืช	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.2 การสร้างอาหารของพืช	-	-	-	√	-	-	-	-	-	√	-	-
	4.3 การรักษาสสมดุลของพืช	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-
	4.4 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต	-	√	-	-	√	-	√	-	-	√	-	-
	4.5 การตอบสนองต่อสิ่งเร้า	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-
5. พันธุกรรม	5.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	-	-	-	-	√	-	-	-	√	√	-	-
	5.2 สารพันธุกรรม	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	-	-
	5.3 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	-	-
6. ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการ	6.1 การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-
	6.2 วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-
วิทยาศาสตร์กายภาพ													
7. ธรรมชาติของสาร	7.1 สมบัติของสาร	√	√	√	√	-	√	√	√	-	-	√	-
	7.2 องค์ประกอบของสาร	-	-	-	-	√	√	√	√	-	-	√	-
8. การเปลี่ยนแปลงของสาร	8.1 การเปลี่ยนสถานะ	-	-	√	-	√	-	√	-	-	-	-	-
	8.2 การละลาย	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-
	8.3 การเกิดปฏิกิริยาเคมี	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	√	-
9. การเคลื่อนที่	9.1 การเคลื่อนที่และแรง	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√	-
	9.2 การหมุนและสมดุล	-	√	-	-	-	√	-	-	√	-	√	-
	9.3 ธรรมชาติของแรงพื้นฐาน	√	√	-	√	√	-	√	√	-	-	√	-
10. พลังงาน	10.1 ความหมายของพลังงาน	-	-	√	-	-	√	√	√	√	-	√	-
	10.2 การถ่ายโอนพลังงาน	-	-	√	-	√	-	√	√	√	-	-	-
	10.3 พลังงานในชีวิตประจำวัน	-	-	√	-	-	-	√	-	√	-	√	-
11. คลื่น	11.1 ปรากฏการณ์คลื่น	-	-	√	-	-	-	-	-	√	-	√	-

หัวข้อหลัก (core)	หัวข้อรอง (topic)	ช่วงชั้นที่ 1			ช่วงชั้นที่ 2			ช่วงชั้นที่ 3			ช่วงชั้นที่ 4		
		ป.1	ป.2	ป.3	ป.4	ป.5	ป.6	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4	ม.5	ม.6
	11.2 เสี่ยงในชีวิตประจำวัน	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	√	-
	11.3 แสงและทัศนอุปกรณ์	-	-	-	√	-	-	√	√	-	-	√	-
	11.4 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	-	-	-	-	-	√	-	-	√	-	√	-
วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ													
12. โลกในเอกภพ	12.1 เอกภพและดวงดาว	-	-	-	√	√	-	-	-	√	-	-	√
	12.2 โลกและระบบสุริยะ	√	√	√	√	-	√	-	-	√	-	-	√
	12.3 เทคโนโลยีอวกาศ	-	-	√	-	-	√	-	-	√	-	-	-
13. ระบบโลก	13.1 องค์ประกอบและ ความสัมพันธ์ของระบบโลก	-	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-
	13.2 กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลก	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	√
	13.3 กระบวนการเปลี่ยนแปลงบน ผิวโลก	√	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	-
	13.4 ประวัติของโลก	-	-	-	-	-	√	-	√	-	-	-	√
	13.5 กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลม พายุ อากาศ	-	-	√	-	√	-	√	-	-	-	-	√
14. มนุษย์กับการ เปลี่ยนแปลงของ โลก	14.1 ธรณีพิบัติภัย	-	-	-	-	-	√	-	√	-	-	-	√
	14.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โลก	-	-	-	-	-	√	√	-	-	-	-	-

### 3. สารการเรียนรู้

ประกอบด้วยสารการเรียนรู้ช่วงชั้นและสารการเรียนรู้ชั้นปี เช่นการกำหนดขอบเขตของเนื้อหา ชั้นต่ำภายใต้หัวข้อหลักและหัวข้อรองที่ผู้เรียนจะต้องเรียน โดยในสารการเรียนรู้ช่วงชั้นนั้นได้กำหนดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องภายในช่วงชั้นนั้นที่ใช้สำหรับเป็นตัววัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนเมื่อเรียนจบในแต่ละช่วงชั้น ส่วนสารการเรียนรู้ชั้นปีได้จัดแบ่งเนื้อหาเป็นรายชั้นปีเพื่อให้ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

### 4. ตัวชี้วัด

เป็นการกำหนดหรือระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ในขั้นต่ำของแต่ละระดับชั้นในการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรมที่ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและเป็นเกณฑ์สำหรับการวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนได้ ในตัวชี้วัดมีการวัดทั้งส่วนที่เป็นองค์ความรู้ และทักษะ ในขณะเดียวกันมีการบอกแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ครูผู้สอนด้วย สำหรับคำกริยาที่บ่งบอกถึงการวัด ได้แก่ กำหนดปัญหา แก้ปัญหา เขียนแผนผัง / วาดภาพ คาคคเน คำนวน จำแนก ตั้งคำถาม ทดลอง นำเสนอ บรรยาย บอก บันทึก เปรียบเทียบ แปลความหมาย ยกตัวอย่าง ระบุ เลือกใช้ วัด วิเคราะห์ สร้างแบบจำลอง สังเกต สืบค้นข้อมูล สื่อสาร อธิบาย อภิปราย ออกแบบ การทดลอง

## หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ศึกษาเกี่ยวกับ แรงและการเคลื่อนที่ ไฟฟ้าในบ้าน การเกิดสารใหม่ คลื่นและการใช้ประโยชน์ ระบบบินเวท การถ่ายต่อลักษณะทางพันธุกรรม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ ดวงดาวบนท้องฟ้า และเทคโนโลยีอวกาศ โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ ในกรณีอธิบาย แก้ปัญหา หรือสร้างสรรคที่พัฒนางาน ในชีวิตจริงได้ โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์กับกระบวนการ ทางวิศวกรรมศาสตร์ และให้มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยหลากหลาย และเหมาะสมกับระดับชั้น

หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
<b>วิทยาศาสตร์ 5 ภาคเรียนที่ 1 (40 ชั่วโมง)</b>			
<b>1. แรงและการเคลื่อนที่ (15 ชั่วโมง)</b>			
1.1 ความเร่งและผลของแรงต่อความเร่ง	ความเร่ง เป็นปริมาณเวกเตอร์ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เกิดจากแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โดยความเร่งจะมีทิศทางเดียวกับทิศทางของแรงลัพธ์ แต่แรงลัพธ์จะกระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แรงโน้มถ่วงเกิดจากสนามโน้มถ่วงสามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงกระทำต่อวัตถุ	<p>ก 3-2.1 วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเปลี่ยนแปลงไป เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ซึ่งหาได้จากความเร่งที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่ใช้ เรียกว่าความเร่ง</p> <p>ก 3-2.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวหนึ่งตรงด้วยความเร่งคงตัว เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่คงที่</p> <p>นอกจากนี้ในการมีวัตถุอยู่นิ่งและอยู่ยั้งยั้งด้วยความเร่งกระทำกับศูนย์เช่นกัน</p> <p>ก3-3.1 เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ โดยขนาดของความเร่งขึ้นกับขนาดของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ</p> <p>ก3-2.1 เมื่อปล่อยวัตถุในบริเวณใกล้ผิวโลก วัตถุจะตกสู่ผิวโลกภายใต้แรงโน้มถ่วงด้วยความเร่งเนื่องจากสนามโน้มถ่วง เรียกว่าความเร่งโน้มถ่วง มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก โดยบริเวณใกล้ผิวโลก ความเร่งโน้มถ่วงมีค่าหนึ่ง แต่บริเวณเหนือผิวโลกสูงขึ้นไป ความเร่งโน้มถ่วงมีค่าลดลง</p>	<p>กว3-3.1 ทดลองและวิเคราะห์เพื่ออธิบายความเร่งกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ</p> <p>กว3-3.2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>กว3-3.3 วิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายความเร่งโน้มถ่วงของโลกและการเปลี่ยนแปลงความเร่งโน้มถ่วงในบริเวณใกล้ผิวโลก และในบริเวณไกลออกไป</p>

หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
1.2 แรงเสียดทาน	แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการกระทำต่อวัตถุทีวัตถุไม่มีเคลื่อนที่ และขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ นำไปใช้อธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้	ก3-2.2 นำหนักวัตถุขึ้นกับมวลและความเร่งโน้มถ่วงในบริเวณใกล้ผิวโลก นำหนักวัตถุมีค่าคงตัว แต่เมื่อวัตถุอยู่ไกลจากผิวโลกออกไป น้ำหนักวัตถุมีค่าลดลง ก3-3.2 แรงเสียดทานที่ต้านการกระทำต่อวัตถุขณะวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานสถิต และขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่เรียก แรงเสียดทานจลน์ นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เกี่ยวข้อง	ก3-3.2 ทดลองเพื่ออธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ ก3-3.4 ออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน
1.3 การหมุนและสมดุล	แรงกระทำต่อวัตถุที่ไม่ผ่านศูนย์กลางมวลจะทำให้วัตถุหมุน โดยการหมุนของแต่ละส่วนของวัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมรอบจุดหมุน มีปริมาณที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การกระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุม	ก3-3.1 การหมุนของวัตถุ เช่น การหมุนของล้อ เป็นการเคลื่อนที่ โดยแต่ละส่วนของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมรอบแกนหมุนหรือจุดหมุน มีปริมาณที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การกระจัดเชิงมุมและความเร็วเชิงมุม ก3-3.2 การหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว เป็นการหมุนรอบแกนหมุนที่อยู่ในแนวเดิม ไม่เปลี่ยนทิศทางการหมุน และไม่เปลี่ยนขนาดความเร็วจึงมุม	ก3-3.1 สังเกตและอธิบายการกระจัดเชิงมุม และความเร็วจึงมุมของวัตถุที่มีการหมุน วิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน
1.4 ทอร์ก	ทอร์กกระทำต่อวัตถุขึ้นกับขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุ และระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง การเห็นความสำคัญของทอร์กของวัตถุและการนำทอร์กไปใช้ประโยชน์	ก3-3.3 เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุที่รับน้ำหนักกลางมวลจะทำให้วัตถุเกิดการหมุน ก3-3.4 ทอร์กกระทำต่อวัตถุขึ้นกับขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุ และระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง	ก3-3.2 ทดลองและอธิบายทอร์กกระทำต่อวัตถุและคำนวณหาทอร์กได้ ก3-3.3 ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่น โดยใช้หลักการของการหมุน สมดุล และทอร์ก โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน
2. ไฟฟ้าในบ้าน (8 ชั่วโมง)			
2.1 กระแสไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์	ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันที่สำคัญ ได้แก่ ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน	ก3-3.1 กระแสไฟฟ้าเกิดจากอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะออกจากขั้วบวกผ่านวงจรภายนอกไปยังขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า โดยความต่างศักย์ระหว่างสองจุดในวงจรที่ได้จากคุณสมบัติระหว่าง	ก3-3.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
2.2 การใช้ไฟฟ้าในบ้าน	พลังงานไฟฟ้าถูกนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหลายด้าน พลังงานที่เรานำมาใช้ถูกเก็บมีปริมาณมากเพียงพอเพื่อให้สามารถทำงานที่ต้องการได้ การใช้พลังงานไฟฟ้าควรใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และ ประหยัด	<p>กระแสไฟฟ้าและความต้านทานระหว่างสองจุดนั้น</p> <p>ก3-3.1 กิ่งไฟฟ้าที่เป็นปริมาณที่แสดงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหนึ่งหน่วยเวลา เครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่าของกำลังไฟฟ้าและความต้านทานที่ต่างกัน</p> <p>ก3-3.2 ค่าไฟฟ้าส่วนหนึ่งคิดจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งหาได้จากผลคูณของกำลังไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ กับเวลาในหน่วยชั่วโมง โดยวัดเป็น หน่วยหรือยูนิต์</p> <p>ก3-3.3 วงจรไฟฟ้าในบ้านมีการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบขนานเพื่อให้ความต่างศักย์เท่ากัน ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชิ้นใช้การไม่ได้เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ยังคงใช้งานได้ตามปกติ</p> <p>ก3-3.4 การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันต้องใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและประหยัด</p> <p>ก3-3.2 ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทราานซิสเตอร์ ทำหน้าที่แตกต่างกัน ซึ่งการทำงานได้ตามต้องการ</p>	<p>กว3-3.1 อธิบายและคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ และกำลังไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน</p> <p>กว3-3.2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน และยกตัวอย่างการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และประหยัด</p>
2.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย	เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญได้แก่ ตัวต้านทาน ทราานซิสเตอร์ ไดโอด ซึ่งแต่ละชิ้นทำหน้าที่แตกต่างกัน	 <p>ก3-3.2 ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทราานซิสเตอร์ ทำหน้าที่แตกต่างกัน ซึ่งการทำงานได้ตามต้องการ</p>	<p>กว3-3.2 สังเกตและอธิบายการทำงานของตัวต้านทาน ไดโอด ทราานซิสเตอร์ และการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้วงจรทำงานตามต้องการ</p> <p>กว3-3.3 ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่าย โดยใช้หลักการของไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์อย่าง โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน</p>
3. การเกิดสารใหม่ (7 ชั่วโมง)			
3.1 การเกิดปฏิกิริยาและการเปลี่ยนแปลง	การเกิดปฏิกิริยาเคมีมีทั้งการทำลายและสร้างแรงยึด-เหนี่ยวระหว่างอะตอมเพื่อเกิดเป็นสารใหม่ และเป็นไปตามกฎทรงมวล	<p>C3-3.1 ปฏิริยาเคมีเป็นกระบวนการที่มีการสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมในสารเดิมและสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมเพื่อเกิดเป็นสารใหม่ ผลรวมของมวลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาเท่ากับผลรวมของมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล</p>	<p>CP3-3.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม มวล กับกาการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p>

หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
3.2 ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	ในชีวิตประจำวันพบปฏิกิริยาเคมีหลายชนิดซึ่งมีทั้งประเภทคายความร้อนและดูดความร้อน	C3-3.2 ปฏิกริยาการเผาไหม้ ปฏิกริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน ปฏิกริยาระหว่างกรดกับเบส และ ปฏิกริยาระหว่างกรดกับคาร์บอเนตเป็นปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวัน มีทั้งประเภทดูดความร้อนและคายความร้อน ปฏิกริยาที่มีผลรวมของพลังงานที่เกิดจากการสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมมากกว่าผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการสลายแรงยึดเหนี่ยว เป็น ปฏิกริยาคายความร้อน สำหรับปฏิกิริยาที่มีผลรวมของพลังงานที่เกิดจากการสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมน้อยกว่าผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการสลายแรงยึดเหนี่ยว เป็นปฏิกริยาดูดความร้อน	CP3-3.2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. คลื่นและการใช้ประโยชน์ (10 ชั่วโมง)			
4.1 คลื่นและลักษณะของคลื่น	คลื่นที่ออกจากแหล่งกำเนิดอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่ซ้ำกัน ปรายยได้ด้วยความยาวคลื่น ความถี่และแอมพลิจูด ความยาวคลื่นและความถี่มีความสัมพันธ์กับอัตราเร็ว ซึ่งอัตราเร็วขึ้นกับตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน	<p>ก3-3.1 คลื่นเกิดจากการส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลางและไม่อาศัยตัวกลาง ไม่เคลื่อนที่เคลื่อนจะถูกถ่ายโอนผ่านตัวกลางโดยอนุภาคของตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น อนุภาคของตัวกลางจะเคลื่อนที่ทางตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น เรียกว่าคลื่นตามขวาง หรือสั้นในแนวเดียวกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น เรียกว่าคลื่นตามยาว</p> <p>ก3-3.2 คลื่นที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นอย่างต่อเนื่อง และมีรูปแบบที่ซ้ำกัน อธิบายได้ด้วยความยาวคลื่น ความถี่ อัตราเร็วและแอมพลิจูด</p> <p>ก3-3.3 อัตราเร็วคลื่นหาได้จากผลคูณของความถี่และความยาวคลื่น อัตราเร็วและความยาวคลื่นขึ้นกับตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน ส่วนความถี่ขึ้นกับแหล่งกำเนิด</p>	<p>กว3-3.1 สังเกตและอธิบายลักษณะคลื่นตามยาว คลื่นตามขวาง ความยาวคลื่น ความถี่คลื่น และหาอัตราเร็วคลื่น</p>

หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
4.2 เสียงและการได้ยิน	เสียงเป็นคลื่นที่เกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงแล้วถ่ายโอนพลังงานกลของการสั่นผ่านโมเลกุลของตัวกลางไปจนถึงหูผู้ฟัง การได้ยินเสียงขึ้นอยู่กับความถี่และระดับเสียง ความถี่เสียงที่คนทั่วไปได้ยินมีค่าอยู่ในช่วงหนึ่ง เสียงที่มีความถี่ต่ำหรือสูงกว่าช่วงนี้จะไม่ได้ยิน ส่วนระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกความดังของเสียง ซึ่งขึ้นกับความเข้มเสียง การเห็นความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการได้ยินเสียงและอันตรายที่เกิดขึ้นต่อหู	<p>ก3-3.1 เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้อนุภาคของตัวกลางเกิดการอัดและขยายในแนวเดียวกับแนวการเคลื่อนที่ของเสียง เสียงจึงเป็นคลื่นตามยาว</p> <p>ก3-3.2 คนทั่วไปได้ยินเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 20-20000 เฮิรตซ์ เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงนี้ เรียกว่า คลื่นใต้เสียง และเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงนี้ เรียกว่า คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวนด์</p> <p>ก3-3.3 ความเข้มเสียงเป็นพลังงานเสียงที่ตกตึกฉากบนพื้นที่หน่วยในหนึ่งหน่วยเวลา ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกความดังของเสียง ซึ่งขึ้นกับความเข้มเสียง เสียงที่ดังเกินไปเป็นอันตรายต่อหู</p>	<p>กว3-3.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะของคลื่นเสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ กัน ผลของความถี่และระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง</p> <p>ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียง</p>
4.3 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้างมาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละช่วงความถี่มีทั้งประโยชน์และโทษต่อมนุษย์	<p>ก3-3.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องกัน ช่วงกว้างมาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถูกจัดเรียงเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้</p> <p>ก3-3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความถี่มีอัตราเร็วเท่ากันในสุญญากาศเท่ากับอัตราเร็วแสง สำหรับในตัวกลางอื่น อัตราเร็วจะต่างกันขึ้นกับแต่ละตัวกลาง</p> <p>ก3-3.3 แสงที่มองเห็นหรือแสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายแสงเป็นแสงสีต่างๆ เรียกว่า สเปกตรัมของแสงขาว เนื่องจากแสงสีมีความยาวคลื่นต่างกัน จึงมีการหักเหต่างกัน</p>	<p>กว3-3.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และ อธิบายสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้ประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละชนิด อันตรายที่อาจเกิดขึ้นและการป้องกัน</p> <p>กว3-3.2 สังเกตและอธิบายการกระจายแสงของแสงขาว</p>

หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
4.4 เลขอร์	เลขอร์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นหรือความถี่เดียว เป็นลำแสงขนานและมีความเข้มสูง ใช้ประโยชน์หลายด้าน และมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ	ก3-3.4 เลขอร์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเดียวเป็นลำแสงขนานและมีความเข้มสูง นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสาร การใช้เลขอร์สำหรับส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสงโดยอาศัยหลักการสะท้อนกลับหมดของแสง ด้านการแพทย์ใช้ในการผ่าตัด	กว3-3.3.3 สังเกต และอธิบายลักษณะของเลเซอร์ และรวบรวมข้อมูล และบรรยายการใช้ประโยชน์ของเลขอร์ในด้านต่างๆ อย่างปลอดภัย
<b>วิทยาศาสตร์ 6 ภาคเรียนที่ 2 (40 ชั่วโมง)</b>			
<b>1. ระบบนิเวศ (16 ชั่วโมง)</b>			
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	ระบบนิเวศในธรรมชาติมีลักษณะแตกต่างกัน แบ่งเป็นระบบนิเวศบกและระบบนิเวศในน้ำ ระบบนิเวศในแต่ละท้องถิ่นประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กัน รูปแบบของความสัมพันธ์อาจเกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตก็ได้ ภายในระบบนิเวศมีการถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคลำดับต่างๆ การตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทต่างๆ กันในระบบนิเวศ จะทำให้สามารถดูแลรักษาไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ ซึ่งระบบนิเวศจะคงอยู่ตลอดไป	<p>B3-3.3 ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์ จุลินทรีย์ แร่ธาตุ แก๊ส องค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน ในแต่ละท้องถิ่นที่มีสภาพธรรมชาติที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดเป็นระบบนิเวศที่มีความแตกต่างกัน</p> <p>B3-3.4 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ทั้งความสัมพันธ์แบบแข่งขันภาวะอิงอาศัย การล่าเหยื่อ ภาวะปรสิต</p> <p>B3-3.5 สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิต โดยพืชต้องการแสง น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหาร สัตว์ต้องการอุณหภูมิ ความชื้นที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต</p> <p>B3-3.6 พลังงานจากผู้ผลิตจะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับต่างๆ โดยการกินต่อกันเป็นทอดๆ ในโซ่อาหารและสายใยอาหาร แต่พลังงานจะลดลงเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันสารบนเบื้อนต่างๆ ที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตจะถูกถ่ายทอดไปตามโซ่อาหารและสายใยอาหารด้วย และมีระดับความเข้มข้นมากขึ้น</p>	<p>BP3-3-2 สำรวจ และระบุองค์ประกอบของระบบนิเวศที่พบในท้องถิ่น</p> <p>BP3-3-3 สังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ</p> <p>BP3-3-4 วิเคราะห์และอธิบายบทบาทของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารและสายใยอาหาร และเขียนแผนภาพแสดงโซ่อาหารและสายใยอาหาร</p> <p>BP3-3-5 วิเคราะห์และอธิบายการถ่ายทอดพลังงาน การลดลงของพลังงาน การถ่ายทอดและสะสมสารบนเบื้อนในโซ่อาหารและสายใยอาหาร</p>

หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
1.2 วัฏจักรของคาร์บอน และ วัฏจักรของน้ำ	สารประกอบและธาตุบางชนิดในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอย่างเป็นวัฏจักร กิจกรรมบางอย่างมีผลกระทบต่อวัฏจักรของคาร์บอน	B3-3.7 นำ คาร์บอน เป็นองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมีการหมุนเวียนกันเป็นวัฏจักร B3-3.8 กิจกรรมหลายอย่างของมนุษย์มีผลกระทบต่อวัฏจักรของคาร์บอน เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การตัดไม้ทำลายป่า ทำให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏจักรคาร์บอนเพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน	BP3-3.6 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และเขียนแผนภาพแสดงวัฏจักรของน้ำ และคาร์บอน BP3-3.7 รวบรวมข้อมูลและอภิปรายกิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลกระทบต่อวัฏจักรของคาร์บอนที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน
1.3 ประชากร	ประชากรของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่นั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจาก การเกิด การตาย การอพยพเข้า และการอพยพออก	B3-3.9 ประชากรประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ที่อาศัยอยู่ในที่เดียวกันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง B3-3.10 การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเป็นผลมาจากการเกิด การตาย การอพยพเข้าและการอพยพออก	BP3-3.8 สำรวจและยกตัวอย่างประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิต
1.4 การอนุรักษ์และการแก้ไข ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ทรัพยากรธรรมชาติมีหลายชนิดและมีประโยชน์ต่อมนุษย์ มนุษย์จำเป็นต้องใช้ ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติให้ ประหยัด และคุ้มค่า เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาตินั้นมีใช้อย่างยั่งยืนและไม่ส่งผลกระทบท่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นทุกคนจึงควรตระหนัก เห็นคุณค่าและความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการดูแล รักษา สิ่งแวดล้อม ใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่าง ประหยัดและคุ้มค่า และร่วมกันอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ	B3-3.11 ทรัพยากรธรรมชาติแบ่งเป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดสิ้น ทรัพยากรที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้ และ ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้ B3-3.12 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้น และไม่ประหยัด ขาดความรู้และความระมัดระวัง ทำให้เกิดการขาดแคลนทรัพยากร และมีสิ่งแวดล้อม B3-3.13 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติควรคำนึงถึง ปริมาณของเศรษฐกิจพอเพียง B3-3.14 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ทำได้ โดยการ ใช้ ทรัพยากร ธรรมชาติอย่างประหยัด คุ้มค่า โดยลดการใช้ การนำเข้า และการนำกลับมาใช้ใหม่ B3-3.15 การดูแลและแก้ไขปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องใช้วิธีการและมาตรการที่เหมาะสม มีความรู้และความเข้าใจในปัญหานั้นๆ และเป็นหน้าที่ของทุกคนที่ต้องร่วมมือกัน ในแก้ไขปัญหา	BP3-3.9 สำรวจ วิเคราะห์ และอธิบายสถานการณ์ทรัพยากร ธรรมชาติในท้องถิ่นและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ BP3.11 วิเคราะห์ อภิปราย และเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการดูแลและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
1.5 ใดโคโตนมีลักษณะอย่างไร	การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้ลักษณะต่างๆ ที่เป็นลักษณะสำคัญร่วมกันที่แต่ละคู่ สามารถใช้ในการสร้างใดโคโตนมีลักษณะได้	B3-3.27 สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างกัน จะมีลักษณะสำคัญบางประการร่วมกันเสมอ B3-3.29 ลักษณะสำคัญร่วมกันนี้ สามารถนำมาใช้ในการสร้างใดโคโตนมีลักษณะได้ โดยพิจารณาที่ละจุดๆ และใดโคโตนมีลักษณะนี้ใช้ในการระบุชนิดหรือกลุ่มของสิ่งมีชีวิต B3-3.30 สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลาย นอกจากจัดอยู่ในกลุ่มของพืชและสัตว์ แล้วยังสามารถจัดอยู่ในกลุ่มอื่นๆ	BP3-3.18 สังเกต รวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างใดโคโตนมีลักษณะอย่างง่าย
<b>2. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (10 ชั่วโมง)</b>			
2.1 เมเนเดลและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมียีนที่ควบคุมลักษณะ ซึ่งมีทั้งยีนที่ควบคุมลักษณะเด่นและยีนที่ควบคุมลักษณะด้อย เมเนเดลได้ทำการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและนำมาสู่หลักการพื้นฐานของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	B3-3.16 การศึกษาของเมนเดลทำให้ทราบว่าสิ่งมีชีวิตมีหน่วยควบคุมลักษณะแต่ละลักษณะ ที่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ B3-3.18 หน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม หรือยีน มีทั้งยีนที่ควบคุมลักษณะเด่นและยีนที่ควบคุมลักษณะด้อย	BP3-3.12 รวบรวมข้อมูล และอธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจากการศึกษาของเมนเดล พร้อมทั้งเขียนแผนภาพแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียว
2.2 ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม	ยีนเป็นส่วนของดีเอ็นเอบนโครโมโซม เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนที่เข้าคู่กันจะแยกจากกัน และกลับมารวมกันอีกครั้ง เมื่อเซลล์สืบพันธุ์รวมกัน การแบ่งเซลล์มีทั้งแบบที่แบ่งแล้วทำให้จำนวนโครโมโซมลดลง หรือแบ่งแล้วทำให้จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม	B3-3.19 ยีนเป็นส่วนของดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอเป็นส่วนของโครโมโซม โครโมโซมมีตำแหน่งอยู่ในนิวเคลียส B3-3.20 ยีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกันจะอยู่บนโครโมโซมในตำแหน่งที่ตรงกัน B3-3.21 เมื่อสิ่งมีชีวิตมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนที่เข้าคู่กันจะแยกจากกัน และจะมาเข้าคู่กันเมื่อเซลล์สืบพันธุ์รวมกัน B3-3.22 การแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะมีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง และเมื่อเซลล์สืบพันธุ์มารวมกัน จะทำให้สิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมเท่า	BP3-3.13 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม BP3-3.14 วิเคราะห์ข้อมูล และเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์ร่างกาย


หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
2.3 โรดทางพันธุกรรม	สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอาจมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากันหรือแตกต่างกัน มนุษย์มีโครโมโซม 23 คู่ เพศชายและเพศหญิงมีโครโมโซมร่างกาย 22 คู่ และมีโครโมโซมเพศ 1 คู่ และถ้าหากมีจำนวนโครโมโซมต่างไปจากปกติ หรือยีนมีความผิดปกติ อาจส่งผลต่อลักษณะบางอย่างได้	เดิม ส่วนการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนของเซลล์ร่างกาย เมื่อแบ่งเซลล์แล้วจำนวนโครโมโซมจะเท่าเดิม B3-3-23 สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากันสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอาจมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้ B3-3-24 โครโมโซมของมนุษย์มี 23 คู่ ในเพศชายและเพศหญิงจะมีโครโมโซมร่างกาย 22 คู่ และมีโครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY B3-3-25 การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมหรือยีนสามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะบางอย่างของสิ่งมีชีวิตได้ ซึ่งเป็นทั้งผลดีและผลเสีย	BP3-3-15 สังเกต และเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมในเพศชายและเพศหญิง BP3-3-16 รวบรวมข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างกลุ่มอาการที่เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมหรือความผิดปกติของยีน BP3-3-17 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอภิปรายผลของเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมและการโคลนต่อ การดำรงชีวิตของมนุษย์
2.4 เทคโนโลยีทางพันธุวิศวกรรม และการโคลน	ความสำคัญและประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพทางด้านพันธุศาสตร์ในการพัฒนาในด้านต่างๆ ที่เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์	B3-3-26 มนุษย์ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม และการโคลนในด้านต่างๆ เช่น การแพทย์ การเกษตร	
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ (6 ชั่วโมง)			
3.1 ปรากฏการณ์ที่เกิดจากโลก โคจรรอบดวงอาทิตย์	การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกว่งโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจร ทำให้เกิดฤดู กลางวันกลางคืนยาวไม่เท่ากัน และตำแหน่งการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้าเปลี่ยนไปในแต่ละวัน การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ทำให้เรามองเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์ เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละคืน เรียกว่าข้างขึ้นข้างแรม	ES3-3.5 การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกว่งโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจร ทำให้เกิดกลางวันกลางคืนยาวไม่เท่ากัน และตำแหน่งการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้าและเส้นทางขึ้นตกของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในรอบปี	ESP3-3.4 สังเกต วิเคราะห์ และอธิบาย การเปลี่ยนแปลงเส้นทางขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในรอบปี และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งขึ้นตกของดวงอาทิตย์


หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
3.2 ปรัชญาการณที่เกิดในระบบโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์	แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง	ES3-3.6 แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก ES3-3.7 ระดับของน้ำขึ้นน้ำลงมีความสัมพันธ์กับช่วงขึ้นช่วงแรม ทำให้เกิดวันน้ำเกิดและวันน้ำตาย	ESP3-3.5.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และอธิบายสาเหตุของการมองเห็นดวงจันทร์ทั้งคืนเดียว และการศึกษาของดวงจันทร์ ชักลงไปในแต่ละวัน ESP3-3.5.2 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และอธิบายการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง และความสัมพันธ์ระหว่างกาเกิดน้ำขึ้นน้ำลงกับช่วงขึ้นช่วงแรม
4. ดวงดาวบนท้องฟ้า (5 ชั่วโมง)			
4.1 สมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ	ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ ซึ่งมีสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกัน ระบบสุริยะอยู่ในกาแล็กซีทางช้างเผือก ซึ่งเป็นกาแล็กซีหนึ่งที่อยู่ในเอกภพ	ES3-3.4 ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์ และบริวาร ซึ่งมีสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยแบ่งเป็นดาวเคราะห์ชั้นใน แถบดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก แถบคอปเปอร์ และดวงดาวหางของออร์ต	ESP3-3.3.1 รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ สมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์แต่ละดวงในระบบสุริยะ และจำแนกดาวเคราะห์เป็นกลุ่ม ESP3-3.3.2 รวบรวมข้อมูลและอธิบายพัฒนาการของแบบจำลองระบบสุริยะ
4.3 กลุ่มดาวฤกษ์และแผนที่ดาว	ดาวฤกษ์มีตำแหน่งที่แน่นอนบนทรงกลมฟ้า จึงใช้ประโยชน์ในการบอกทิศทางได้ กลุ่มดาวฤกษ์บางกลุ่มจัดเป็นกลุ่มดาวจักรราศี ซึ่งมีแนวการเคลื่อนที่อยู่ในแนวสุริยวิถีบนทรงกลมฟ้า การสังเกตตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์สามารถทำได้โดยใช้แผนที่ดาว มุมทิศ และมุมมวงโดยใช้เครื่องมือวัด	ES3-3.1 ดาวฤกษ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กันอย่างที่ตาเห็น แต่มีตำแหน่งที่แน่นอนบนทรงกลมฟ้า จึงใช้ประโยชน์ในการบอกทิศทาง ES3-3.2 กลุ่มดาวฤกษ์บางกลุ่มจัดเป็นกลุ่มดาวจักรราศี ซึ่งอยู่ในแนวสุริยวิถีบนทรงกลมฟ้า ES3-3.3 การสังเกตตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์สามารถทำได้โดยใช้แผนที่ดาว มุมทิศ และมุมมวง	ESP3-3.1 อธิบายการจัดกลุ่มดาวฤกษ์เป็นกลุ่มดาวจักรราศี ESP3-3.2 ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าที่กำหนดให้ โดยใช้แผนที่ดาว
5. เทคโนโลยีอวกาศ (3 ชั่วโมง)			
5.1 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอวกาศ	มนุษย์ใช้กล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบยานขนส่งอวกาศ สถานีอวกาศ เพื่อศึกษาอวกาศ สถานีอวกาศ สำหรับการศึกษาอวกาศ	ES3-3.8 มนุษย์ใช้กล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบยานขนส่งอวกาศ สถานีอวกาศ เพื่อศึกษาอวกาศ สถานีอวกาศ สำหรับการศึกษาอวกาศ	ESP3-3.6 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และบรรยายลักษณะและประโยชน์ของ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบขนส่งยานอวกาศ และสถานีอวกาศ

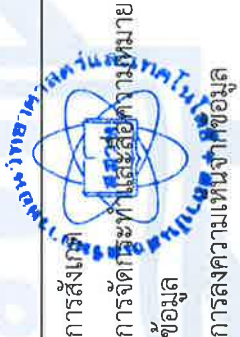
หัวข้อ (topic)	สาระสำคัญ (main ideas)	สาระการเรียนรู้ (core content)	ตัวชี้วัด (Practice)
5.2 สถานการณ์การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศของไทย	วัตถุประสงค์ ฟ้า อวกาศ อากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตร และการสื่อสาร	และการสื่อสาร ES3-3.9 กล้องโทรทรรศน์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยขยายภาพของวัตถุท้องฟ้าให้มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น กล้องโทรทรรศน์ประเภทหักเหแสง ต้องใช้กำลังโมการรวมแสงมาก เลนส์ที่ใช้จึงต้องมีขนาดใหญ่ ถ้ากล้องต้องมีความยาวมาก เหมาะกับการสังเกตพื้นผิวของดวงจันทร์และดาวเคราะห์ กล้องโทรทรรศน์ประเภทสะท้อนแสง ใช้หลักการรวมแสงจากวัตถุให้ไปยังกระจกรูปไบ้สะท้อนไปยังเลนส์ใกล้ตา ทำให้เกิดภาพขนาดขยาย กล้องโทรทรรศน์ประเภทสะท้อนแสงขนาดใหญ่ในหอดูดาวสำคัญ ทั่วโลก	ESP3-3.7 รวบรวมข้อมูล และบรรยายประโยชน์ของกล้องโทรทรรศน์ประเภทต่างๆ
5.2 สถานการณ์การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศของไทย			ESP3-3.7.1 รวบรวมข้อมูลและบรรยายสถานการณ์การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศของไทย

ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
กว3-2.1 ทดลองเพื่ออธิบายความแรงของวัตถุและวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อหาความแรงของวัตถุได้ กว3-3.1 ทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบายความแรงของวัตถุ*	ก 3-2.1 วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเปลี่ยนไป เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งซึ่งหาได้จากความเร็วที่เปลี่ยนไปหารด้วยเวลาที่ใช้ เรียกว่าความเร่ง ก 3-2.การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงด้วยความเร็วคงตัว เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่ากันกับศูนย์ นอกจากนี้ในกรณีวัตถุอยู่นิ่งและอยู่นิ่งต่อไป มีความเร่งเท่ากับศูนย์เช่นกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● -การสังเกต</li> <li>● -การวัด</li> <li>● -การคำนวณ</li> <li>● -การลงความเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
กว 3-3.1 ทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความแรงของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความแรงของวัตถุ กับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงทั้งที่เป็นผลดีและข้อจำกัด กว3-3.2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความแรงของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ*	ก3-3.1 เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ โดยขนาดของความเร่งขึ้นอยู่กับขนาดของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การวัด</li> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การลงความเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
กว3-3.3 วิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายความเร่งโน้มถ่วงของโลกและการเปลี่ยนแปลงความเร่งโน้มถ่วงในบริเวณใกล้ผิวโลก และในบริเวณไกล	ก3-2.1 เมื่อปล่อยวัตถุในบริเวณใกล้ผิวโลก วัตถุจะตกสู่ผิวโลกภายใต้แรงโน้มถ่วงด้วยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง เรียกว่าความเร่งโน้มถ่วง มีทิศทางเข้าสู่	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> </ul>	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของ



ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
ออกไป	ศูนย์กลางโลก โดยบริเวณใกล้ผิวโลก ความแรงโน้มถ่วงมีค่าหนึ่ง แต่บริเวณเหนือผิวโลกสูงขึ้นไป ความแรงโน้มถ่วงมีค่าลดลง ก3-2.2 นำหนักวัตถุขึ้นกับมวลและความแรงโน้มถ่วง ในบริเวณใกล้ผิวโลก นำหนักวัตถุมีค่าคงตัว แต่เมื่อวัตถุอยู่ไกลจากผิวโลกออกไป นำหนักวัตถุมีค่าลดลง		ผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
ก3-3.2 ทดลองเพื่ออธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ ก3-3.4 ออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เพิ่มหรือลดแรงเสียดทานสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน**	ก3-3.2 แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุขณะวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานสถิต และขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่เรียก แรงเสียดทานจลน์ นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เกี่ยวข้อง	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การวัด</li> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การลงความเห็นทางข้อมูล</li> </ul> 	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
ก3-3.1 สังเกตและอธิบายการกระจัดเชิงมุมและความเร็วเชิงมุมของวัตถุที่มีการหมุน	ก3-3.1 การหมุนของวัตถุ เช่น การหมุนของล้อ เป็นการเคลื่อนที่ โดยแต่ละส่วนย่อยของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมรอบแกนหมุนหรือจุดหมุน มีปริมาณที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การกระจัดเชิงมุมและความเร็วเชิงมุม	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การวัด</li> <li>● การคำนวณ</li> </ul>	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
<p>กว3-3.2 ทดลองและอธิบายทอร์ก กระทำต่อวัตถุและคำนวณหาทอร์กได้</p> <p>กว3-3.3 ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่น โดยใช้หลักการของการหมุน สมดุล และทอร์ก โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ปัญหา และประดิษฐ์ชิ้นงาน**</p>	<p>กว3-3.2 การหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว เป็นการหมุนรอบแกนหมุนที่อยู่ในแนวเดิม ไม่เปลี่ยนทิศทางการหมุน และไม่เปลี่ยนขนาดความเร็วเชิงมุม</p> <p>กว3-3.3 เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุที่ไม่ผ่านศูนย์กลางมวลจะทำให้วัตถุเกิดการหมุน</p> <p>กว3-3.4 ทอร์กกระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุ และระยะทางจากจุดหมุนไป ตั้งฉากกับแนวแรง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การวัด</li> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การลงความเห็นว่าจากข้อมูล</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
<p>กว3-3.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>กว3-3.1 กระแสไฟฟ้าเกิดจากอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในวงจรไฟฟ้า</p> <p>กระแสไฟฟ้าจะออกจากขั้วบวกผ่านวงจรภายนอกไปยังขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า โดยความต่างศักย์ระหว่างสองจุดในวงจรหาได้จากผลคูณระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต้านทานระหว่างสองจุดนั้น</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การลงความเห็นว่าจากข้อมูล</li> <li>● การจัดระเบียบข้อมูลความหมาย</li> <li>● ข้อมูล</li> <li>● การทดลอง</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
<p>กว3-3.1 อธิบายและคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน</p>	<p>กว3-3.1 กำลังไฟฟ้าเป็นปริมาณที่แสดงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหนึ่งหน่วยเวลา เครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่าของกำลังไฟฟ้าและความต่างศักย์กำกับไว้</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่น</p>


ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
กว3-3.2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน และยกตัวอย่างการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และประหยัด	ก3-3.2 ค่าไฟฟ้าส่วนหนึ่งคิดจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งหาได้จากผลคูณของกำลังไฟฟ้าในหน่วย กิโลวัตต์กับเวลาในหน่วยชั่วโมง โดยวัดเป็นหน่วย หรือยูนิท ก3-3.3 วงจรไฟฟ้าในบ้านมีการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบขนานเพื่อให้ความต่างศักย์เท่ากัน ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชิ้นใช้การไม่ได้เครื่องใช้ไฟฟ้า อื่น ๆ ยังคงใช้งานได้ตามปกติ ก3-3.4 การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันต้องใช้ใช้อย่างถูกต้องปลอดภัยและประหยัด	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงสรุป</li> </ul>	ผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
กว3-3.2 สังเกตและอธิบายการทำงานของตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้งานตามต้องการ กว3-3.3 ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่าย โดยใช้หลักการของไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน**	ก3-3.2 ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่แตกต่างกัน เพื่อให้งานทำงานได้ตามต้องการ	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>● การลงความเห็นว่าข้อมูล</li> <li>● การทดลอง</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ul>	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

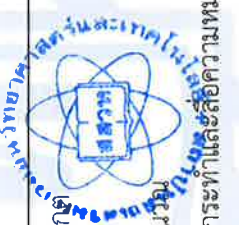
ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
CP3-3.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม มวล กัมบการเกิดปฏิกิริยาเคมี	C3-3.1 ปฏิกิริยาเคมีเป็นกระบวนการที่มีการสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมในสารเดิมและสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมเพื่อเกิดเป็นสารใหม่ ผลรวมของมวลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาเท่ากับผลรวมของมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การจัดการทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
CP3-3.2 ทดลองและอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และยกตัวอย่าง ปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	C3-3.2 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และปฏิกิริยาระหว่างกรดกับคาร์บอเนตเป็นปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวัน มีทั้งประเภทดูดความร้อนและคายความร้อน ปฏิกิริยาที่มีผลรวมของพลังงานที่เกิดจากการสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมมากกว่าผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการสลายแรงยึดเหนี่ยว เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน สำหรับปฏิกิริยาที่มีผลรวมของพลังงานที่เกิดจากการสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของพลังงานที่ใช้ในการสลายแรงยึดเหนี่ยว เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การวัด</li> <li>● การจำแนกประเภท</li> <li>● การจัดการทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> <li>● การทดลอง</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
กว3-3.1 สังเกตและอธิบายลักษณะ คลื่นตามขวาง ความยาว	ก3-3.1 คลื่นเกิดจากการส่งผ่านพลังงาน โดยอาศัยตัวกลางและไม่มีอาศัยตัวกลาง	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การจำแนกประเภท</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความ</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
<p>คลื่น ความถี่คลื่น และหาอัตราเร็วคลื่น</p>	<p>ในคลื่นกลพลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่านตัวกลางโดยอนุภาคของตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น อนุภาคของตัวกลางอาจสั่นในทิศทางตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น เรียกว่าคลื่นตามขวาง หรือสั่นในแนวเดียวกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น เรียกว่าคลื่นตามยาว</p> <p>ก3-3.2 คลื่นที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นอย่างต่อเนื่อง และมีรูปแบบที่ซ้ำกัน อธิบายได้ด้วยความยาวคลื่น ความถี่ อัตราเร็วและแอมพลิจูด</p> <p>ก3-3.3 อัตราเร็วคลื่นหาได้จากผลคูณของความถี่และความยาวคลื่น อัตราเร็วและความยาวคลื่นขึ้นกับตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน ส่วนความถี่ขึ้นกับแหล่งกำเนิด</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส</li> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>● การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> <li>● การสร้างแบบจำลอง</li> </ul>	<p>ข้อสัത്യ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
<p>กว3-3.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และอธิบายลักษณะของคลื่นเสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ กัน ผลของความถี่และระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียง</p>	<p>ก3-3.1 เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้อนุภาคของตัวกลางเกิดการอัดและขยายในแนวเดียวกับแนวการเคลื่อนที่ของเสียง เสียงจึงเป็นคลื่นตามยาว</p> <p>ก3-3.2 คนทั่วไปได้ยินเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 20-20000 เฮิรตซ์ เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงนี้ เรียกว่า คลื่นใต้</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การจำแนกประเภท</li> <li>● การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส</li> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>● การลงความเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
<p>กว3-3.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และ อธิบายสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้ประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ ละชนิด อันตรายที่อาจเกิดขึ้นและการ ป้องกัน</p>	<p>เสียง และเสียงที่มีความถี่สูงกว่าช่วงนี้ เรียกว่า คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวนด์</p> <p>ก3-3.3 ความเข้มเสียงเป็นพลังงานเสียง ที่ตกตั้งฉากบนพื้นที่หนึ่งหน่วยในหนึ่ง หน่วยเวลา ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้ บอกความดังของเสียง ซึ่งขึ้นกับความ เข้มเสียง เสียงที่ดังเกินไปเป็นอันตราย ต่อหู</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● การจำแนกประเภท</li> <li>● การจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> <li>● การลงความเห็นว่าข้อมูลที่ได้สังเกต</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
<p>กว3-3.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และ อธิบายสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้ประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ ละชนิด อันตรายที่อาจเกิดขึ้นและการ ป้องกัน</p>	<p>ก3-3.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถูกจัดเรียงเป็นช่วงความถี่ ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้</p> <p>ก3-3.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความถี่มีอัตราเร็วเท่ากันในสุญญากาศเท่ากับ อัตราเร็วแสง สำหรับในตัวกลางอื่น อัตราเร็วจะต่างกันขึ้นกับแต่ละตัวกลาง</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● การจำแนกประเภท</li> <li>● การจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> <li>● การลงความเห็นว่าข้อมูลที่ได้สังเกต</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>


ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
กว3-3.2 สังเกตและอธิบายการกระจายแสงของแสงขาว	ก3-3.3 แสงที่มองเห็นหรือแสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายแสงเป็นแสงสีต่างๆ เรียกว่า สเปกตรัมของแสงขาว เนื่องจากแสงสีมีความยาวคลื่นต่างกัน จึงมีการหักเหต่างกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การจำแนกประเภท</li> <li>● การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส</li> <li>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>● การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การสร้างแบบจำลอง</li> </ul>	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
กว3-3.3 สังเกต และอธิบายลักษณะของเลเซอร์ และรวบรวมข้อมูล และบรรยายการใช้ประโยชน์ของเลเซอร์ในด้านต่าง ๆ อย่างปลอดภัย	ก3-3.4 เลเซอร์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเดียวเป็นลำแสงขนานและมีความเข้มสูง นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสารมีการใช้เลเซอร์สำหรับส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสงโดยอาศัยหลักการการสะท้อนกลับหมดของแสง ด้านการแพทย์ใช้ในการผ่าตัด	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การจำแนกประเภท</li> <li>● การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส</li> <li>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>● การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ul>	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
BP3-3.2 ระบุและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ BP3-3.3 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่	B3-3.3 ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์ จุลินทรีย์ และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิ แร่ธาตุ แก๊ส องค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันในแต่ละท้องถิ่นที่มีสภาพธรรมชาติที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดเป็นระบบนิเวศที่มี	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การวัด</li> <li>● การจำแนกประเภท</li> <li>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>● การลงความเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
BP3-3.2 สสำรวจ และระบุองค์ประกอบของระบบนิเวศที่พบในท้องถิ่น*	ความแตกต่างกัน B3-3.4 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่างๆ ทั้งความสัมพันธ์แบบพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย การล่าเหยื่อ ภาวะปรสิต B3-3.5 สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต โดยพืชต้องการแสง น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหาร สัตว์ต้องการอุณหภูมิ ความชื้นที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การตั้งสมมติฐาน</li> <li>● กำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>● การทดลอง</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ul>	
BP3-3.4 วิเคราะห์และอธิบายบทบาทของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารและสายใยอาหาร และเขียนแผนภาพแสดงโซ่อาหารและสายใยอาหาร	B3-3.6 พลังงานจากผู้ผลิตจะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคต่างๆ โดยการกินต่อกันเป็นทอดๆ ในโซ่อาหารและสายใยอาหาร แต่พลังงานจะลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่วัฏจักรสารเป็นป้อนต่างๆ ที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตจะถูกถ่ายทอดไปตามโซ่อาหารและสายใยอาหารด้วย และมีระดับความเข้มข้นมากขึ้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การสร้างแบบจำลอง</li> </ul> 	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
BP3-3.5 วิเคราะห์และอธิบายการถ่ายทอดพลังงาน การลดลงของพลังงาน การถ่ายทอดและสะสมสารป้อนในโซ่อาหารและสายใยอาหาร		<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>


ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
BP3-3.6 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และเขียนแผนภาพแสดงวัฏจักรของน้ำ และคาร์บอน	B3-3.7 น้ำ คาร์บอน เป็นองค์ประกอบ ในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมี การหมุนเวียนกันเป็นวัฏจักร	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การสร้างแบบจำลอง</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
BP3-3.7 รวบรวมข้อมูลและอภิปราย กิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลกระทบต่อวัฏจักรของคาร์บอนที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน	B3-3.8 กิจกรรมหลายอย่างของมนุษย์มีผลกระทบต่อวัฏจักรของคาร์บอน เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การตัดไม้ทำลายป่า ทำให้ปริมาณแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏจักรคาร์บอนเพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
BP3-3.8 สสำรวจและยกตัวอย่าง ประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบาย ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิต	B3-3.9 ประชากรประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ในที่เดียวกัน ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง B3-3.10 การเปลี่ยนแปลงขนาดของ ประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเป็นผลมาจากการเกิด การตาย การอพยพ เข้าและการอพยพออก	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การวัด</li> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การจัดการกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
BP3-3.9 สสำรวจและวิเคราะห์ สถานการณ์ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ แนวทางการอนุรักษ์ และแก้ไข	B3-3.11 ทรัพยากรธรรมชาติแบ่งเป็น ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดสิ้น ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป และทรัพยากร ธรรมชาติที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้ B3-3.12 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การจัดการกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่น</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
BP3-3.10 วิเคราะห์และอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง BP3-3.9 สำรวจ วิเคราะห์ และอธิบายสถานการณ์ทรัพยากร ธรรมชาติในท้องถิ่นและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ*	สาระสำคัญ (K) ของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้น และไม่ประหยัดขาดความรู้และความระมัดระวัง ทำให้เกิดการขาดแคลนทรัพยากร และปัญหาสิ่งแวดล้อม B3-3.13 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติควรคำนึงถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง B3-3.14 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ทำได้โดยการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัด คุ่มค่า โดยลดการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ B3-3.15 การดูแลและแก้ไขปัญหาในการใช้ทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การใช้บริการและมาตรการที่เหมาะสม มีความรู้และความเข้าใจในปัญหานั้นๆ และเป็นหน้าที่ของทุกคนที่ต้องร่วมมือกันแก้ไขปัญหา	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P) <ul style="list-style-type: none"> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ul>	จิตวิทยาศาสตร์ (A) ผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
BP3-3.11 วิเคราะห์ และอภิปรายแนวทางที่เหมาะสมในการดูแล และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม BP3.11 วิเคราะห์ อภิปราย และเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการดูแล และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม*	สาระสำคัญ (K) การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องใช้วิธีการและมาตรการที่เหมาะสม มีความรู้และความเข้าใจในปัญหานั้นๆ และเป็นหน้าที่ของทุกคนที่ต้องร่วมมือกันแก้ไขปัญหา	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P) <ul style="list-style-type: none"> <li>● การจัดการพื้นที่และสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ul>	จิตวิทยาศาสตร์ (A) ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
BP3-3.18 สังเกต รวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างโคโคโด้ที่มีสื่อย่อยง่าย	สาระสำคัญ (K) B3-3.27 สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างกัน จะมีลักษณะสำคัญบางประการร่วมกันเสมอ B3-3.29 ลักษณะสำคัญร่วมกัน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P) <ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การจำแนกประเภท</li> <li>● การจัดทำและสื่อความหมาย</li> </ul>	จิตวิทยาศาสตร์ (A) ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของ

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
<p>BP3-3.12 รวบรวมข้อมูล และอธิบาย หลักการถ่ายเทความร้อนจาก การศึกษา พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจาก การศึกษา ของเมนเดล พร้อมทั้งเขียนแผนภาพ แสดงการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณา ลักษณะเดียว</p>	<p>สามารถนำมาใช้ในการสร้างไดโอมัส คีย์ได้ โดยพิจารณาทีละคู่ๆ และ ไดโอมัสคีย์นี้ใช้ในการระบุชนิดหรือ กลุ่มของสิ่งมีชีวิต B3-3.30 สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลาย นอกจากจัดอยู่ในกลุ่มของพืชและสัตว์ และยังสามารถจัดอยู่ในกลุ่มอื่นๆ B3-3.16 การศึกษาของเมนเดลทำให้ ทราบว่าสิ่งมีชีวิตมีหน่วยควบคุมลักษณะ และลักษณะ ที่สามารถถ่ายทอดจาก รุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ B3-3.18 หน่วยควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรม หรือ ยีน มีทั้งยีนที่ควบคุม ลักษณะเด่นและยีนที่ควบคุมลักษณะ ด้อย</p>	<p>ข้อมูล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การสร้างแบบจำลอง</li> </ul>	<p>ผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
<p>BP3-3.13 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม</p>	<p>B3-3.19 ยีนเป็นส่วนของดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอเป็นส่วนของโครโมโซม โครโมโซมมี ตำแหน่งอยู่ในนิวเคลียส B3-3.20 ยีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกัน จะอยู่บนคู่โครโมโซมในตำแหน่งที่ ตรงกัน</p>	<p>การสังเกต</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การคำนวณ</li> <li>● การจัดการทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การพยากรณ์</li> <li>● การตั้งสมมติฐาน</li> <li>● การตีความแบบเชื่อมโยงและลง ข้อสรุป</li> <li>● การสร้างแบบจำลอง</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความ ซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของ ผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
<p>BP3-3.13 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม</p>	<p>B3-3.19 ยีนเป็นส่วนของดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอเป็นส่วนของโครโมโซม โครโมโซมมี ตำแหน่งอยู่ในนิวเคลียส B3-3.20 ยีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกัน จะอยู่บนคู่โครโมโซมในตำแหน่งที่ ตรงกัน</p>	<p>การสังเกต</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การจัดการทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การตีความแบบเชื่อมโยงและลง ข้อสรุป</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความ ซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของ ผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
BP3-3.14 วิเคราะห์ข้อมูล และเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์ร่างกาย และแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์ร่างกาย	B3-3.21 เมื่อสิ่งมีชีวิตมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนที่เข้าคู่กันจะแยกจากกัน และจะเข้ามาเข้าคู่กันเมื่อเซลล์สืบพันธุ์รวมกัน B3-3.22 การแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะมีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง และเมื่อเซลล์สืบพันธุ์มารวมกัน จะทำให้สิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม ส่วนการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนของเซลล์ร่างกาย เมื่อแบ่งเซลล์แล้วจำนวนโครโมโซมจะเท่าเดิม	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
BP3-3.15 สังเกต และเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมในเพศชายและเพศหญิง	B3-3.23 สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากันสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอาจมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้ B3-3.24 โครโมโซมของมนุษย์มี 23 คู่ ในเพศชายและเพศหญิงจะมีโครโมโซมร่างกาย 22 คู่ และมีโครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> </ul> 	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
BP3-3.16 รวบรวมข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างกลุ่มอาการที่เป็นผลเนืองมาจากอาการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมหรือความผิดปกติของยีน	B3-3.25 การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมหรือยีนสามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะบางอย่างของสิ่งมีชีวิตได้ ซึ่งเป็นทั้งผลดีและผลเสีย	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การสังเกต</li> <li>● การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของ</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
BP3-3.17 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอภิปรายผลของเทคโนโลยีพื้นฐานวิศวกรรมและการโคลนตัวอ่อนของมนุษย์	B3-3.26 มนุษย์ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีพื้นฐานวิศวกรรม และการโคลนในด้านต่างๆ เช่น การแพทย์ การเกษตร	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล</li> </ul>	<p>ผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p> <p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
ESP3-3.4 สังเกต วิเคราะห์ และอธิบาย การเปลี่ยนแปลงเส้นทางขึ้นของดวงอาทิตย์ในรอบปีและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก เนื่องจากกาบเปลี่ยนตำแหน่งขึ้นตกของดวงอาทิตย์	ES3-3.5 การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจร ทำให้เกิดกลางวัน กลางคืนยาวไม่เท่ากัน และตำแหน่งการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้าและเส้น ทา งขึ้นตกของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในรอบปี	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การวัด</li> <li>● การใช้คำนวณ</li> <li>● การหาความสัมพันธ์</li> <li>● การทดลอง</li> <li>● การสร้างแบบจำลอง</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
ESP3-3.9 ใช้แบบจำลอง เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงกับช่วงขึ้นข้างแรม ESP3-3.5.1 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายสาเหตุของการมองเห็นดวงจันทร์ด้านเดียว และการขึ้นตกของดวงจันทร์ ช้าลงไปในแต่ละวัน* ESP3-3.5.2 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง และ	ES3-3.6 แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและมีชีวิตบนโลก ES3-3.7 ระดับของน้ำขึ้นน้ำลงมีความสัมพันธ์กับช่วงขึ้นข้างแรม ทำให้เกิดวันน้ำเกิดและวันน้ำตาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การหาความสัมพันธ์</li> <li>● การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>● การพยากรณ์</li> <li>● การจัดทำข้อมูล</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
<p>ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงกับข้างขึ้นข้างแรม*</p> <p>ESP3-3.6 ใช้แบบจำลอง เพื่อเขียนสรุปสมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์แต่ละดวงในระบบสุริยะ</p> <p>ESP3-3.3.1 รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ สมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์แต่ละดวงในระบบสุริยะ และจำแนกดาวเคราะห์เป็นกลุ่ม*</p> <p>ESP3-3.3.2 รวบรวมข้อมูลและอธิบายพัฒนาการของแบบจำลองระบบสุริยะ*</p>	<p>ES3-3.4 ระบบสุริยะประกอบด้วยวงอาทิตย์ และบริวาร ซึ่งมีสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยแบ่งเป็นดาวเคราะห์ชั้นใน แถบดาวเคราะห์น้อย ดาวเคราะห์ชั้นนอก แถบคอยเปอร์ และดวงหางของออร์ต</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การสร้างแบบจำลอง</li> <li>• การวัด</li> <li>• การใช้คำนวณ</li> <li>• การหาความสัมพันธ์</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
<p>ESP3-3.4 แสดงตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าที่กำหนดให้ โดยใช้แผนที่ดาว มุมทิศและมุมเงย</p> <p>ESP3-3.3 ยกตัวอย่างกลุ่มดาวฤกษ์ที่จัดเป็นกลุ่มดาวจักรราศีและบอกเหตุผลสนับสนุน</p> <p>ESP3-3.1 อธิบายการจัดกลุ่มดาวฤกษ์เป็นกลุ่มดาวจักรราศี*</p> <p>ESP3-3.2 ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าที่กำหนดให้ โดยใช้แผนที่ดาว*</p>	<p>ES3-3.1 ดาวฤกษ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กันอย่างที่ตาเห็น แต่มีตำแหน่งที่แน่นอนบนทรงกลมฟ้า จึงใช้ประโยชน์ในการบอกทิศทางได้</p> <p>ES3-3.3 การสังเกตตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์สามารถทำได้โดยใช้แผนที่ดาว มุมทิศ และมุมเงย</p> <p>ES3-3.2 กลุ่มดาวฤกษ์บางกลุ่มจัดเป็นกลุ่มดาวจักรราศี ซึ่งอยู่ในแนวสุริยวิถีบนทรงกลมฟ้า</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• การสังเกต</li> <li>• การลงความเห็นข้อสังเกต</li> <li>• การหาความสัมพันธ์</li> <li>• การตีความหมายข้อสังเกตและลงข้อสรุป</li> </ul>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>

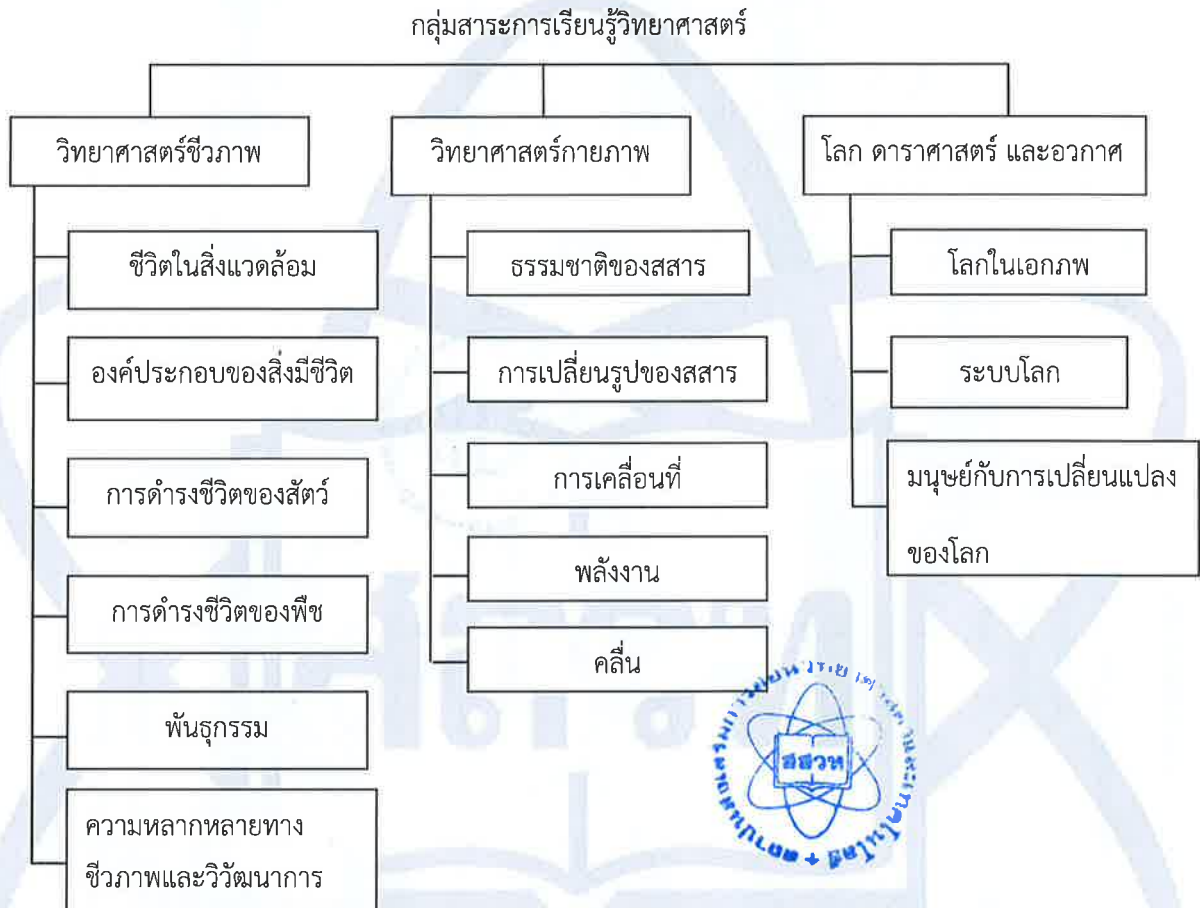
ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระสำคัญ (K)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(P)	จิตวิทยาศาสตร์ (A)
<p>EsP3-3.1.2 สืบค้น และบรรยาย ประเภทและประโยชน์ของกล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบขนส่งอวกาศ และสถานียอวกาศ</p> <p>ESP3-3.6 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และบรรยายลักษณะและประโยชน์ของ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบขนส่งอวกาศ และสถานียอวกาศ*</p> <p>ESP3-3.7 รวบรวมข้อมูล และบรรยายประโยชน์ของกล้องโทรทรรศน์ประเภทต่างๆ*</p>	<p>ES3-3.8 มนุษย์ใช้กล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบขนส่งอวกาศ สถานีอวกาศ เพื่อศึกษาองค์ความรู้ด้านอวกาศ สสำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า ลมฟ้าอวกาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตร และการสื่อสาร</p> <p>ES3-3.9 กล้องโทรทรรศน์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยขยายภาพของวัตถุในท้องฟ้าให้มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น กล้องโทรทรรศน์ประเภทที่เห็นแสง ต้องใช้กำลังในการรวมแสงมาก เลนส์ที่ใช้จึงต้องมีขนาดใหญ่ ถ้ากล้องต้องมีความยาวมาก เหมาะกับการสังเกตพื้นผิวของดวงจันทร์และดาวเคราะห์ กล้องโทรทรรศน์ประเภทสะท้อนแสง ใช้หลักการรวมแสงจากวัตถุไปยังกระจกเงาราบ ให้สะท้อนไปยังเลนส์ใกล้ตา ทำให้เกิดภาพขนาดขยาย กล้องโทรทรรศน์ประเภทสะท้อนแสงขนาดใหญ่อยู่ในหอดูดาวสำคัญๆ ทั่วโลก</p>	<p>● การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล</p>	<p>ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>
<p>ESP3-3.7.1 รวบรวมข้อมูลและบรรยายสถานการณ์การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศของไทย*</p>			

โครงสร้างเวลาเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

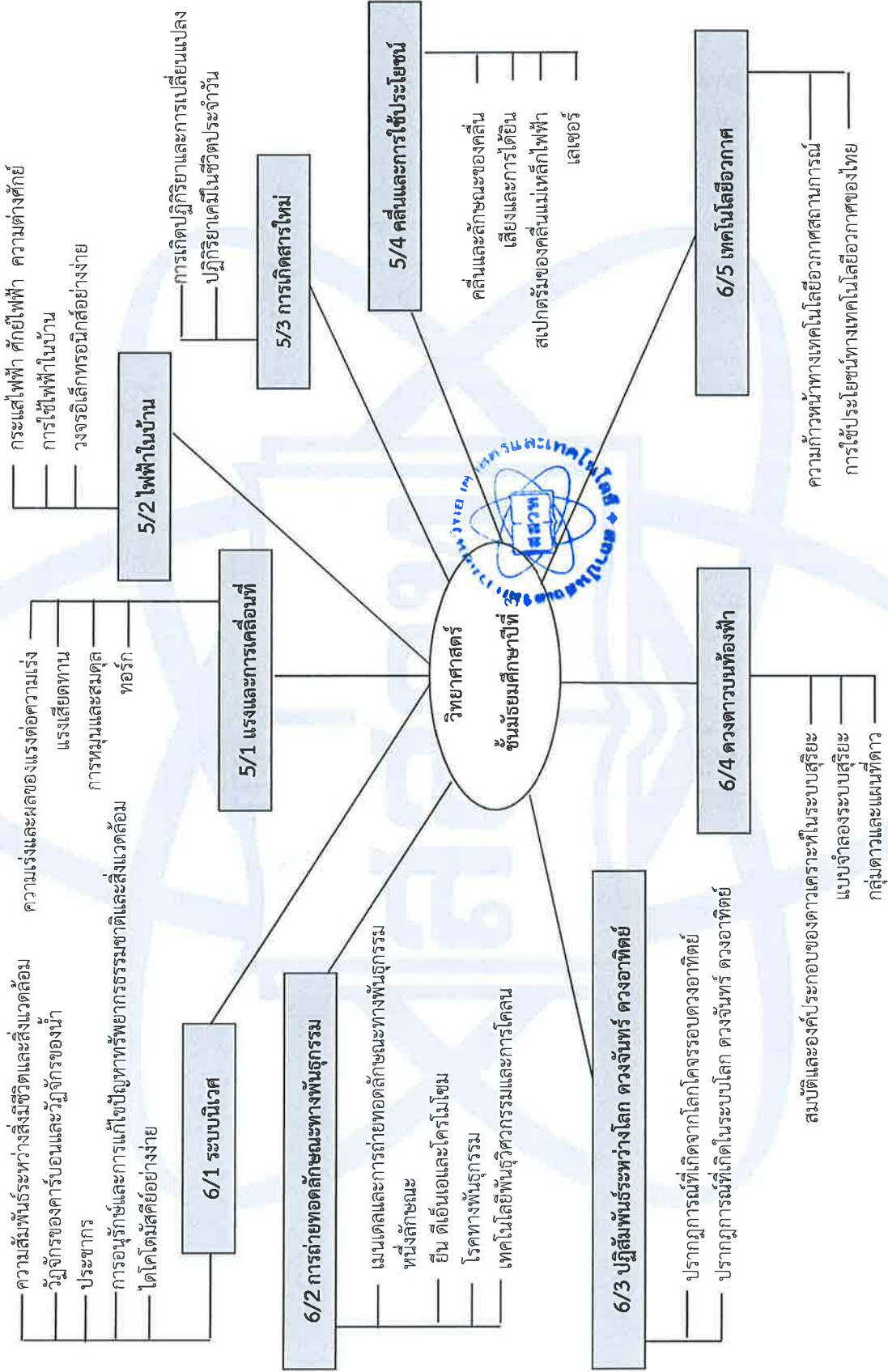
หัวข้อ/กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
<b>วิทยาศาสตร์ 5 (40 ชั่วโมง)</b>	
<b>1. แรงแและการเคลื่อนที่</b>	<b>15</b>
1.1 ความเร่งและผลของแรงต่อความเร่ง	6
1.2 แรงเสียดทาน	4
1.3 การหมุนและสมดุล	1
1.4 ทอร์ก	4
<b>2. ไฟฟ้าในบ้าน</b>	<b>8</b>
2.1 กระแสไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์	2
2.2 การใช้ไฟฟ้าในบ้าน	2
2.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย	4
<b>3. การเกิดสารใหม่</b>	<b>7</b>
3.1 การเกิดปฏิกิริยาและการเปลี่ยนแปลง	3
3.2 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	4
<b>4. คลื่นและการใช้ประโยชน์</b>	<b>10</b>
4.1 คลื่นและลักษณะของคลื่น	2
4.2 เสียงและการได้ยิน	2
4.3 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	
4.4 เลเซอร์	2
<b>วิทยาศาสตร์ 6 ( 40 ชั่วโมง)</b>	
<b>1. ระบบนิเวศ</b>	<b>16</b>
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	5
1.2 วัฏจักรของคาร์บอน และวัฏจักรของน้ำ	1
1.3 ประชากร	3
1.4 การอนุรักษ์และการแก้ไขปัญหา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	5
1.5 ไดโคโตมัสคี้อย่างง่าย	2
<b>2.การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม</b>	<b>10</b>
2.1 เมนเดลและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม หนึ่งลักษณะ	3

หัวข้อ/กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
2.2 ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม	3
2.3 โรคทางพันธุกรรม	2
2.4 เทคโนโลยีทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน	2
<b>3.ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์</b>	6
3.1 ปรากฏการณ์ที่เกิดจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์	2
3.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดในระบบโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์	4
<b>4. ดวงดาวบนท้องฟ้า</b>	5
4.1 สมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ	2
4.2 แบบจำลองระบบสุริยะ	1
4.3 กลุ่มดาวฤกษ์และแผนที่ดาว	2
<b>5. เทคโนโลยีอวกาศ</b>	3
5.1 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอวกาศ	2
5.2 สถานการณ์การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศของไทย	1

3. การนำหลักสูตรสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน  
ผังโน้ตค้นสรุปขอบเขตของเนื้อหา



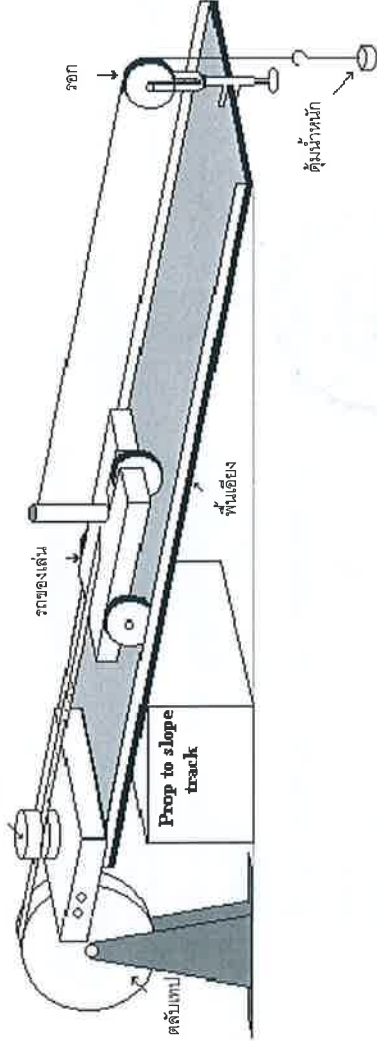
ผังมโนทัศน์รายปี



### แนวทางการจัดการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
กว3-3.1 ทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ	<p style="text-align: center;"><b>ตัวอย่าง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อหม้อแปลงโวลต์ต่ำกับเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่วางตรงขอบโต๊ะ โดยให้ช่องสำหรับสอตแดบของเครื่องเคาะสัญญาณเวลาอยู่ในแนวตั้ง และอยู่ห่างจากขอบโต๊ะ</li> <li>2. ยึดตุ้บทรายให้ติดกับปลายข้างหนึ่งของแถบกระดาษ สอดปลายแถบกระดาษอีกข้างเข้าในช่องสำหรับสอตแดบกระดาษของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา โดยให้ตุ้บทรายอยู่ด้านล่าง</li> <li>3. เปิดสวิตช์ให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงาน แล้วปล่อยตุ้บทรายตกสู่พื้นอย่างอิสระ สังเกตระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษ</li> <li>4. ตัดแถบกระดาษจากข้อ 3 แต่ละช่วงจุด แล้วนำไปติดบนกระดาษกราฟ เรียงตามลำดับช่วงเวลา</li> <li>5. สังเกตระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงว่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร</li> <li>6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการจัดกิจกรรมในประเด็นต่อไปนี้             <ul style="list-style-type: none"> <li>● ความเร็วของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร</li> <li>● อัตราส่วนระหว่างขนาดของความเร็วที่เปลี่ยนไปกับพื้นที่หน่วยเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร</li> </ul> </li> <li>7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนสรุปได้ว่า อัตราส่วนระหว่างขนาดของความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อช่วงเวลาที่ใช้เรียกว่าความเร่ง การที่ตุ้บทรายเคลื่อนที่ลงมาโดยมีความเร่งประมาณ 10 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ทิศทางตั้งลงมา สรุปได้ว่า ความเร่งในการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ประเมินจากการอภิปรายผลการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วของวัตถุ ประเมินจากการมีส่วนร่วมในการสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับอัตราส่วนระหว่างขนาดของความเร็วที่เปลี่ยนไปกับช่วงเวลา</li> </ol>
กว3-3.2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดอุปกรณ์ดังภาพ โดยยังไม่ต่อแกวมน้ำหนัก</li> <li>2. จัดให้พื้นที่เรียงในระดบที่รถสามารถวิ่งได้ด้วยความเร็วคงที่ ซึ่งสิ่งนี้ได้จากการระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษมีระยะเท่ากัน</li> </ol>

เครื่องตะลึงยกถาด



3. แขนงตุ้มน้ำหนักขนาด 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 นิวตันที่ปลายเชือกซึ่งด้านหนึ่งผูกติดกับรถของเล่น และด้านหนึ่งคล้องผ่านรอก สังเกตระยะห่างระหว่างจุดบนแถบกระดาษแต่ละช่วงว่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร จากนั้นคำนวณหาความเร่งของวัตถุ
4. วาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร่งที่คำนวณได้ และแรงจากตุ้มน้ำหนัก
5. หาความสัมพันธ์ของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร่งที่คำนวณได้ และ แรงจากตุ้มน้ำหนักแล้วนำมาเปรียบเทียบกับน้ำหนักของรถของเล่น
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมที่ได้จากผลการทำกิจกรรมได้ข้อสรุปดังนี้ จากกราฟแสดงความสัมพันธ์พบว่ากราฟที่ได้จากผลการทำกิจกรรมเป็นกราฟเส้นตรง สรุปได้ว่าแรงแปรตามความเร่ง และจากการหาความสัมพันธ์ว่ามีค่าเท่ากับมวลของรถของเล่น จึงสรุปความสัมพันธ์ได้ว่า  $F = ma$
7. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุ กับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงซึ่งเป็นผลดีและข้อจำกัด

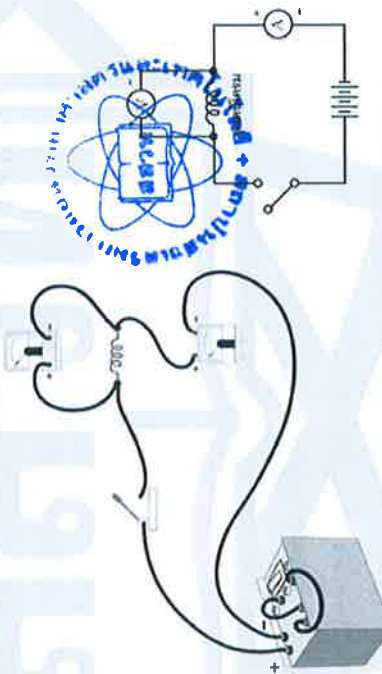
**การวัดและประเมินผล**

1. ประเมินจากการวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงจากตุ้มน้ำหนัก และความเร่งที่คำนวณได้
2. ประเมินจากการหาค่าเฉลี่ยของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงจากตุ้มน้ำหนัก และความเร่งที่คำนวณได้

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง																		
กว3-3.3 วิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายความแรงโน้มถ่วงของโลกและการเปลี่ยนแปลงความแรงโน้มถ่วงในบริเวณใกล้ผิวโลกและในบริเวณไกลออกไป	<ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินผลจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความแรงของวัตถุ กับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ</li> <li>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายกิจกรรมการหาความแรงจากการตออิสระของตุ้มหอยว่าความแรงที่คำนวณได้ประมาณ 10 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง นั่นคือค่าความแรงนี้ไม่ต่างของโลกบริเวณผิวโลกหรือเรียกกันว่าค่าแรงโน้มถ่วงของโลกบริเวณผิวโลกนั่นเอง จากนั้นครูถามคำถามกระตุ้นความคิดว่า นักเรียนคิดว่าที่สูงๆ เช่นยอดเขา ค่าแรงโน้มถ่วงจะเท่ากับบริเวณผิวโลกหรือไม่ และถ้าไม่มีแรงโน้มถ่วงของโลก สิ่งมีชีวิตบนโลก จะดำรงอยู่ได้หรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนออกความคิดเห็นอย่างอิสระ</li> <li>จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อสืบค้นความหมายของความแรงโน้มถ่วงของโลก และค่าความแรงโน้มถ่วงของโลกบริเวณที่ต่างๆ ไกลออกไป เช่นยอดเขา บนดวงจันทร์ เป็นต้น แล้วนำผลที่สืบค้นได้ มานำเสนอเพื่ออภิปรายร่วมกัน</li> <li>ครูแสดงตัวอย่างข้อมูลตั้งตารางด้านล่าง เพื่อรวมอภิปรายกับนักเรียน           <table border="1" data-bbox="751 512 1131 1408"> <thead> <tr> <th>จังหวัด</th> <th>ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร/วินาที<sup>2</sup>)</th> <th>แรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เชียงใหม่</td> <td>1618</td> <td>9.78426</td> </tr> <tr> <td>อุดรธานี</td> <td>130</td> <td>9.78415</td> </tr> <tr> <td>อุบลราชธานี</td> <td>2</td> <td>9.78322</td> </tr> <tr> <td>กรุงเทพฯ</td> <td>4</td> <td>9.78297</td> </tr> <tr> <td>สงขลา</td> <td></td> <td>9.78120</td> </tr> </tbody> </table> </li> </ol>	จังหวัด	ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร/วินาที <sup>2</sup> )	แรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที <sup>2</sup> )	เชียงใหม่	1618	9.78426	อุดรธานี	130	9.78415	อุบลราชธานี	2	9.78322	กรุงเทพฯ	4	9.78297	สงขลา		9.78120
จังหวัด	ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร/วินาที <sup>2</sup> )	แรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที <sup>2</sup> )																	
เชียงใหม่	1618	9.78426																	
อุดรธานี	130	9.78415																	
อุบลราชธานี	2	9.78322																	
กรุงเทพฯ	4	9.78297																	
สงขลา		9.78120																	
4. จากตัวอย่างข้อมูลและการอภิปรายร่วมกันควรสรุปได้ว่า ความแรงโน้มถ่วงในบริเวณใกล้ผิวโลก และในบริเวณไกลออกไปมีค่าแตกต่างกัน โดยบริเวณไกลออกไปมีค่าน้อยกว่าบริเวณใกล้ผิวโลก																			

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ประเมินจากการนำเสนอข้อมูลและการอภิปรายร่วมกันจากข้อมูลที่ได้ค้นได้เกี่ยวกับ ความเร่งโน้มถ่วงของโลกและการเปลี่ยนแปลงความเร่งโน้มถ่วงในบริเวณใกล้ผิวโลก และในบริเวณไกลออกไป</p> <p>กว3-3-2 ทดลองเพื่ออธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์</p> <p>กว3-3-4 ออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน สำหรับให้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน*</p>	<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางถ่วงทราย 1 ถ้วยบนพื้นโต๊ะ แล้วค่อยๆออกแรงดึงโดยให้เครื่องซึ่งสปริงอยู่ในแนวขนานกับพื้นโต๊ะ บันทึกค่าแรงที่อ่านได้ตั้งแต่เริ่มออกแรง ถ่วงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ และถ่วงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว</p> <p>ทำข้อ 1 แต่เพิ่มถ่วงทรายเป็น 2 และ 3 ถ่วงตามลำดับ</p> <p>ทำข้อ 1 และข้อ 2 แต่หุ้มถ่วงทรายที่อยู่ล่างสุดด้วยพลาสติก</p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้ แรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ผิวสัมผัสเคลื่อนที่ และแรงเสียดทานของวัตถุจากหยุดนิ่ง จนกระทั่งวัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่ และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวมีค่าแตกต่างกัน แรงเสียดทานแบ่งเป็น 2 ชนิด คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุอยู่ยังนิ่งเรียกว่าแรงเสียดทานสถิต และแรงเสียดทานในขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์</p> <p>ครูให้นักเรียนหาอัตราส่วนระหว่างแรงกับน้ำหนักที่กดทับ เป็นองศาหนึ่งขณะที่กดทับมีผลต่อแรงเสียดทาน</p> <p>ครูและนักเรียนอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างพื้นผิวกับขนาดของแรงเสียดทานเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าแรงเสียดทานแปรผันตรงกับแรงกดทับ</p> <p>ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงทั้งที่เป็นผลดีและข้อจำกัด</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>1. ประเมินจากการสรุปผลการทำกิจกรรมเกี่ยวกับแรงเสียดทาน</p> <p>2. ประเมินจากการคำนวณหาแรงเสียดทาน</p> <p>1. ครูยกตัวอย่างการหมุนแบบต่างๆ เช่นการเปิดประตู การเปิดหนังสือ การเคลื่อนที่ของใบพัดลม การเคลื่อนที่ของลูกข่าง ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่ากิจกรรมดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการหมุนหรือไม่ อย่างไร</p> <p>2. จากการอภิปรายร่วมกันควรสรุปได้ว่า วัตถุอาจจะหมุนรอบศูนย์กลางมวล หรือหมุนรอบแกนหมุนตรงแนบ ซึ่งเรียกได้ว่า วัตถุเหล่านี้มีการเคลื่อนที่แบบหมุน</p>
<p>กว3-3.1 สังเกตและอธิบายการระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุมของวัตถุที่มีการหมุน</p>	<p>1. ครูยกตัวอย่างการหมุนแบบต่างๆ เช่นการเปิดประตู การเปิดหนังสือ การเคลื่อนที่ของใบพัดลม การเคลื่อนที่ของลูกข่าง ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่ากิจกรรมดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการหมุนหรือไม่ อย่างไร</p> <p>2. จากการอภิปรายร่วมกันควรสรุปได้ว่า วัตถุอาจจะหมุนรอบศูนย์กลางมวล หรือหมุนรอบแกนหมุนตรงแนบ ซึ่งเรียกได้ว่า วัตถุเหล่านี้มีการเคลื่อนที่แบบหมุน</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>กว3-3.2 ทดลองและอธิบายทอร์กกระทำต่อวัตถุและคำนวณหาทอร์กได้</p> <p>กว3-3.3 ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่น โดยใช้หลักการของการหมุน สมดุล และทอร์ก โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน*</p>	<p>3. ครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนสังเกต และวัดสภาพการเปิดหนังสือปกแข็ง จากนั้นถามคำถามดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● มุมของปกหนังสือที่เปิดขึ้นมีขนาดเท่าไร</li> <li>● ถ้าการเปิดหนังสือใช้เวลา 0.1 วินาทีแล้ว มุมที่ปกหนังสือกวาดไปได้ใน 1 วินาที เป็นเท่าไร</li> </ul> <p>4. ครูและนักเรียนอภิปรายผลการจัดกิจกรรมร่วมกันเพื่อสรุปว่าเมื่อวัตถุหมุน จะทำให้เกิดการกระจัดเชิงมุมขึ้น ซึ่งจากการจัดกิจกรรม การกระจัดเชิงมุมคือมุมของปกหนังสือนั่นเอง ส่วนการกระจัดเชิงมุมของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า ความเร็วเชิงมุม ซึ่งจากการจัดกิจกรรม ความเร็วเชิงมุมคือมุมที่ปกหนังสือกวาดไปได้ใน 1 วินาที</p> <p>5. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับการกระจัดเชิงมุมและความเร็วเชิงมุมของวัตถุที่มีการหมุน</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ประเมินจากการอภิปรายเกี่ยวกับการหมุน</li> <li>2. ประเมินจากการสรุปผลการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับการกระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุม</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เชือกผูกตรึงกึ่งกลางคาน แล้วแขวนตุ้มอยู่ในแนวระดับ</li> <li>2. ชี้ผู้นำหนักของตุ้มทราบนึงตุ้ม ด้วยเครื่องซึ่งสปริง แล้วบันทึกผลลงบนกระดาษ</li> <li>3. แขนงตุ้มทราบนึงตุ้มที่ตำแหน่งหนึ่งของคาน จากนั้นใช้เครื่องซึ่งสปริงยึดที่คาน แล้วออกแรงดึงเครื่องซึ่งสปริงในแนวตั้ง โดยให้คานอยู่ในแนวระดับ สังเกตและบันทึกกระยะทางระหว่างจุดแขวนตุ้มจนถ่วงตุ้ม ระยะเวลาที่กระหว่งหวาด เกี่ยวข้องซึ่งสปริงถึงจุดแขวนคาน และขนาดของแรงดึง</li> <li>4. จากนั้นให้แต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองในประเด็นต่อไปนี้       <ul style="list-style-type: none"> <li>● ออกแรงกระทำต่อคานที่ใด คานจึงหมุน</li> <li>● ผลคูณระหว่างแรงที่วัดได้จากเครื่องซึ่งสปริงกับระยะจากจุดแขวนคานไปยังแนวแรงดึง และผลคูณระหว่างน้ำหนักของตุ้มทราบบนคานไปยังจุดแขวนตุ้มทราบนึงตุ้ม มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร</li> </ul> </li> <li>5. จากผลการทดลอง และผลการคำนวณควรสรุปได้ว่า เมื่อออกแรงที่จุดกึ่งกลางคาน คานจะไม่หมุน แต่ถ้าออกแรงที่ตำแหน่งอื่นคานจะหมุน รอบจุดจุดหนึ่งเรียกว่าจุดหมุน และถ้าต้องการให้คานไม่หมุน ต้องมีแรงในทิศเดียวกันกระทำคนละด้านของจุดหมุน โดยแรงคูณระยะทางตั้งฉากแนวแรงของแรงทั้งสองที่อยู่คนละด้านของจุดหมุนต้องเท่ากัน คานจึงจะไม่หมุน</li> </ol>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
กว3-3-1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง	<p>6. ครูขยายความรู้ว่า ผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากแนวแรงเรียกว่า โมเมนต์หรือทอร์ก โมเมนต์ของแรงที่ทำให้คาบหมุนตามเข็มนาฬิกา เรียกว่าโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา ส่วนโมเมนต์ของแรงที่ทำให้คาบหมุนทวนเข็มนาฬิกา เรียกว่าโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา เมื่อมีแรงกระทำต่อคาบแล้วผลรวมของ โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา คาบจะไม่หมุน หรือเรียกว่าคาบอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน</p> <p>7. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทอร์ก</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ประเมินจากการสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแรงกับการหมุน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.ครูพบทวนเกี่ยวกับความหมายของกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ แล้วตั้งคำถามว่าถ้าวัดความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน ปริมาณทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร</li> <li>2.ครูให้นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าของลวดตัวนำ โดยทำการทดลองดังนี้             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต่อวงจรไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้าโวลต์ต่ำ ลวดนิโครม แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และสวิตช์ ดังภาพ</li> </ol> </li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>2. กดสวิตช์ สังเกตและบันทึกค่าความต่างศักย์จากโวลต์มิเตอร์ และค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ แล้วสวิตช์ขึ้น</li> <li>3. ทำซ้ำข้อ 2 โดยปรับเปลี่ยนความต่างศักย์ของหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำอีก 2 – 3 ค่า</li> <li>4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า โดยกำหนดให้กระแสไฟฟ้าเป็นแกน Y ความต่างศักย์เป็นแกน X แล้วครูและนักเรียนร่วมกันบรรยายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า</li> </ol>

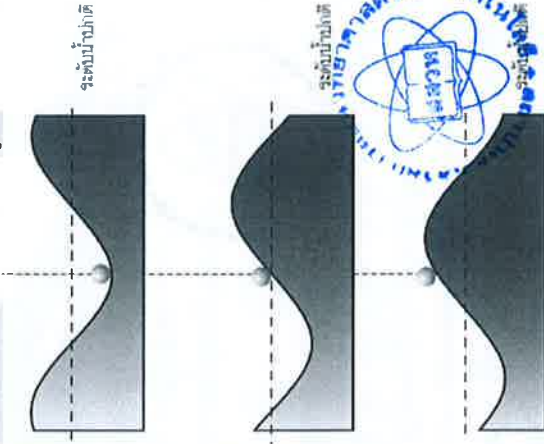
ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
	<p>5.ครูอธิบายเพิ่มเติมและยกตัวอย่างการคำนวณหาค่าความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.ประเมินทักษะการทดลองตามสภาพจริง</li> <li>2.ประเมินการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองขั้วต้านทาน และกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานนั้น</li> <li>3.ประเมินจากการคำนวณหาค่าความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน</li> </ol>
<p>กว3-3.1 อธิบายและคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ และกำลังไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า</li> <li>2. ครูอธิบายวิธีการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้</li> <li>3. ครูให้ตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วให้นักเรียนอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้านี้ใช้ไป</li> <li>4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้า การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า</li> </ol> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ประเมินการอธิบายและการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า รวมทั้งการเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้า</p>
<p>กว3-3.2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน และยกตัวอย่างการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัย และประหยัด</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูทบทวนเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสายไฟฟ้า ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า</li> <li>2. ให้นักเรียนทุกคนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน และอภิปรายร่วมกัน</li> <li>3. ครูอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน หรืออาจนำเสนอวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง</li> <li>4. ครูให้นักเรียนนำเสนอการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน และยกตัวอย่างการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และประหยัด</li> </ol> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ประเมินการสืบค้นข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และการอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน รวมทั้งการยกตัวอย่างการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และประหยัด</p>

ตัวชี้วัดขั้นปี	ตัวอย่าง
<p>กว3-3.2 สังเกตและอธิบายการทำงานของตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใ้แจ้งการทำงาน</p> <p>ต้องการ</p> <p>กว3-3.3 ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่าย โดยใช้หลักการของไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน*</p>	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกำหนดปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจร ซึ่งเราทราบแล้วว่าขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความต่างศักย์ระหว่าง 2 จุดในวงจร กับความต้านทานรวมระหว่าง 2 จุดในวงจรมานั้น</p> <p>2. ครูให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของตัวต้านทาน ไดโอด และทรานซิสเตอร์ ตามรายละเอียดในเอกสาร</p> <p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ต้องคำนึงถึงวิธีการต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจร การกำหนดความต่างศักย์ และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์นั้น</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมิน ทักษะการทดลองตามสภาพจริง</li> <li>ประเมินการสรุปการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ตามต้องการ</li> </ol>
<p>CP3-3.1 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมมวลกับการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์</p>	<p>1. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากห้องสมุด อินเทอร์เน็ต และแหล่งเรียนรู้ต่างๆ แล้วอภิปรายเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม มวลกับการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์</p> <p>2. ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากสืบค้นมาอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารแล้วได้สารใหม่ที่มีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม เรียกว่า การเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีการสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมในสารเดิมและสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมเพื่อเกิดสารใหม่ และผลรวมของมวลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยามีค่าเท่ากับผลรวมของมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตาม กฎทรงมวลของสาร</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>การอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม มวลกับการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ จากระดับเรียนสืบค้น</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>CP3-3-2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานระหว่างปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>	<p>1. ให้นักเรียนทำการทดลองเกี่ยวกับกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้สิ่งเกิดและบันทึกลักษณะของสาร การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการเติมสาร ซึ่งสารที่จะนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- โพแทสเซียมไอโอไดด์ กับ สารละลายเฮลต์ (II) ในเตรต</li> <li>- สารละลายไฮเดียมไฮไดรเจนคาร์บอเนต กับ กรดไฮโดรคลอริก</li> <li>- สารละลายไฮเดียมไฮไดรเจนคาร์บอเนต กับ กรดซัลฟิวริก</li> </ul> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่าปฏิกิริยาเคมีต่างๆ จะมีพลังงานความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยปฏิกิริยาที่ผลรวมของพลังงานที่เกิดจากการสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมมากกว่าผลรวมของพลังงานที่ใช้สลายแรงยึดเหนี่ยว เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ส่วนปฏิกิริยาที่ผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการสลายแรงยึดเหนี่ยว เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน</p> <p>3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p> <p>4. ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น และร่วมกันอภิปรายข้อมูลเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน</p> <p>5. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกตและการบันทึกผลการทดลองเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี</li> <li>2. ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน</li> </ol>
<p>ก3-3-1 สังเกตและอธิบายลักษณะเคลื่อนตามยาว คลื่นตามขวาง ความยาวคลื่น ความถี่ คลื่น และหาอัตราเร็วคลื่น</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูนำเอาแก้วขนาคีใหญ่มาสาธิตหน้าชั้นเรียน เติมน้ำลงไปเกือบเต็ม จากนั้นนำธงไปลอยไว้ที่กลางภาต</li> <li>2. ครูให้นักเรียนลองปล่อยให้เหรียญตกลงในภาตจากกระตบความสูงประมาณ 20 เซนติเมตร ให้นักเรียนสังเกตคลื่นน้ำที่เกิดขึ้นและลักษณะการเคลื่อนที่ของธง บันทึกผล</li> <li>3. ครูให้นักเรียนเปลี่ยนระดับความสูงของเหรียญที่หยอดเป็น 30 และ 50 เซนติเมตร</li> <li>4. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ผลการสังเกต อภิปราย และลงสรุปเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในภาตแก้วเมื่อปล่อยเหรียญให้ตกลงในภาตที่ระดับความสูงต่างๆ</li> <li>5. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า พลังงานจากเหรียญที่ปล่อยลงไปกระทบผิวน้ำจะถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคของน้ำ ทำให้อนุภาคของน้ำมีการขยับขึ้นลง และถ่ายโอนพลังงานให้อนุภาคของน้ำที่อยู่ถัดๆ</li> </ol>

ไป จนเห็นผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงแผ่ขยายออกไป

6. ครูให้ความรู้ว่าการกระเพื่อมของผิวน้ำที่แผ่ขยายไปเรียกว่า “คลื่นผิวน้ำ”
7. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ อนุภาคของตัวกลางที่เคลื่อนที่ผ่าน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า ขณะเคลื่อนที่ผิวน้ำเคลื่อนที่แผ่ขยายออกไปนั้น อนุภาคของน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่น แต่จะขยับขึ้นลง ณ ตำแหน่งเดิมในแนวระดับ ดังที่นักเรียนสังเกตเห็นการเคลื่อนที่ของธงที่ลอยอยู่ในสภาพ เมื่อมีคลื่นน้ำเกิดขึ้น



8. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติม โดยแจกหลอดสปริงให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้น ให้นักเรียนผูกโบว์ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของหลอดสปริงไว้อยู่กับที่ แล้วสะบัดปลายหลอดสปริงอีกด้านในแนวตั้งฉากกับความยาวของหลอดสปริง ครูถามนักเรียนว่า ตำแหน่งที่ผูกโบว์มีการเคลื่อนที่อย่างไร
9. ครูให้นักเรียนอัดหลอดสปริงในแนวยาวของหลอดสปริง จากนั้น ถามนักเรียนว่า ตำแหน่งที่ผูกโบว์มีการเคลื่อนที่อย่างไร
10. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ข้อสรุปว่า คลื่นตามยาวคือคลื่นที่อนุภาคตัวกลางที่เคลื่อนที่ผ่านมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น ส่วนคลื่นตามขวางคือคลื่นที่อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ใน

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
	<p data-bbox="255 1086 295 1534">แนวตั้งฉากกับแนวทางการเคลื่อนที่ของคลื่น</p> <div data-bbox="303 784 726 1131"> </div> <ol data-bbox="734 280 949 1579" style="list-style-type: none"> <li>11. ครูอาจให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมาสาธิตหน้าชั้นเรียน โดยครูยื่นเข้าแถวเรียงกัน และให้นักเรียนกลุ่มนั้นสาธิตการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของโมเลกุลของตัวกลางเคลื่อนตามยาวด้วยกรวยย้อมตัวไม่แข็งด้านซ้ายและขวา ส่วนการสาธิตการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของคลื่นตามขวางคือการนั่งลงและยืนขึ้น</li> <li>12. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับนิยามของค่าต่างๆ ที่เกี่ยวกับคลื่น ได้แก่ <b>สัมพัทธ์</b> <b>ท้องคลื่น</b> <b>ความยาวคลื่น</b> <b>แอมพลิจูด</b> <b>คาบ</b> <b>ความถี่</b> และ <b>อัตราเร็วคลื่น</b> โดยแสดงแผนภาพแสดงสิ่งเหล่านี้</li> </ol> <div data-bbox="997 627 1173 1288"> </div> <ol data-bbox="1236 280 1348 1579" style="list-style-type: none"> <li>13. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความถี่ (f) คาบ (T) ความยาวคลื่น (λ) และ อัตราเร็วคลื่น (v) พร้อมแสดงสมการแสดงความสัมพันธ์ <math>v = f\lambda</math> โดยที่ <math>f = \frac{1}{T}</math></li> </ol>

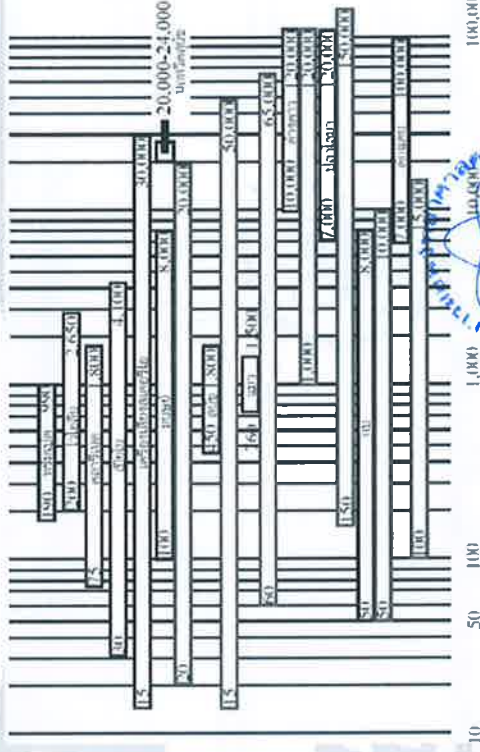
ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>ก3-3.1 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ และอธิบายลักษณะของคลื่นเสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ กัน ผลของความถี่และระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียง</p>	<p>14. ครูบรรยายให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ถ้าใช้ตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านเป็นเกณฑ์ เราจะสามารถแบ่งคลื่นออกได้เป็น 2 ประเภทคือ คลื่นกล กับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นน้ำหรือคลื่นเสียงเป็นคลื่นกล เพราะต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่และเกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของหน่วยย่อยของตัวกลาง ส่วนคลื่นโทรศัพท์ คลื่นวิทยุ โทรศัพท์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่และเกี่ยวข้องกับสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า อัตราเร็วของคลื่นขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ประเมินแบบรายบุคคล เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ด้วยแบบทดสอบ</li> <li>2. แบบทดสอบที่ให้นักเรียนอธิบายลักษณะของคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น</li> </ol>
	<p><b>กิจกรรม ภาวเกิดเสียงและลักษณะของคลื่นเสียง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูให้นักเรียนทุกคนใช้มือข้างหนึ่งจับที่ลำคอขณะเปล่งเสียง แล้วสังเกตการสั่นของลำคอ</li> <li>2. ครูให้นักเรียนเคาะส้อมเสียงแล้วนำขลุ่ยมาเป่าในอ่างน้ำที่เตรียมไว้และสังเกตคลื่นผิวน้ำที่เกิดขึ้น</li> <li>3. ครูนำอุปกรณ์ดนตรีมีสาย เช่น กีตาร์ เข้ามาในชั้นเรียนแล้วให้นักเรียนตีคอร์ดสายกีตาร์ให้เกิดเสียง ครูให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของสายกีตาร์</li> <li>4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า <b>เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ เช่น เสียงพูดเกิดจากการสั่นของกล่องเสียง เสียงกีตาร์ เกิดจากการสั่นของสายกีตาร์</b></li> <li>5. หากนักเรียนสงสัยว่า เสียงสามารถเกิดได้ทั้งจากการเคาะ การเสียดสี การกระทบกัน การวิ่งของรถยนต์ ครูอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนว่า การกระทำต่างๆ ที่ทำให้เกิดเสียงตามมานั้น ส่วนทำให้เกิดการสั่นของวัตถุหรือองค์ประกอบของวัตถุซึ่งส่งผลให้เกิดเสียง ซึ่งในบางกรณี เราไม่สามารถสังเกตเห็นการสั่นได้ชัดเจน เช่น การเสียดสีกันของวัตถุ หรือ การกระทบกันของวัตถุ ส่งผลทำให้โมเลกุลของวัตถุที่เสียดสีกันสั่น ซึ่งตามปกติของคนเรากาจจะสังเกตเห็นไม่ได้ <b>ชัดเจน</b></li> <li>6. ครูวาดภาพเครื่องดนตรีชนิดหนึ่งบนกระดานดำ แล้วขออาสาสมัครให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาวาดคลื่นเสียงที่ออกมาจากเครื่องดนตรีว่า มีลักษณะอย่างไร พยายามเน้นไปที่ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องว่าคลื่นเสียงมีลักษณะเหมือนคลื่นน้ำขึ้น</li> <li>7. ครูบรรยายให้ความรู้กับนักเรียนว่าคลื่นเสียงแตกต่างจากคลื่นน้ำที่เราคุ้นเคย ในขณะทีคลื่นน้ำเป็นคลื่นตามขวาง เพราะ</li> </ol>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
	<p>อนุภาคของน้ำเคลื่อนที่ขึ้นลงตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ อนุภาคของตัวกลางของคลื่นเสียงเคลื่อนที่ในแนวเดียวกันกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง หรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งคือ เสียงเป็นคลื่นตามยาว เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเกิดการสั่น จะทำให้อนุภาคของตัวกลางที่เคลื่อนเสียงเดินทางผ่านเกิดการอัดและขยายในแนวเดียวกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง และส่งผ่านพลังงานการสั่นผ่านตัวกลาง</p> <p>8. ครูให้นักเรียนพิจารณาว่า ภาพวาดลักษณะใดที่เหมาะสมที่สุดกับการใช้แทนคลื่นเสียงที่เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียง</p> <p>9. ครูสาธิตลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงเพิ่มเติม ด้วยการนำหลอดเหล็กออกมาแสดงหน้าชั้นเรียน ครูขยับหลอดเหล็กกลับไปกลับมาในแนวยาว และให้ความรู้กันว่า โมเลกุลของอากาศที่เคลื่อนที่เคลื่อนที่ผ่านมีการอัดขยายคล้ายๆ กับการสั่นกลับไปกลับมาของหลอดเหล็กที่ถูกทำให้ขยับไปมาในแนวยาว</p> <p>10. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า การที่นักเรียนเห็นคลื่นรูปไซน์สำหรับใช้แสดงแทนคลื่นเสียงนั้น เป็นผลมาจากการแสดงภาพด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้แกนนอนแสดงค่าของระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ไป</p> <div data-bbox="766 470 1085 1411" style="text-align: center;"> <p>1. ค่าแอมพลิจูดของระยะทางเมื่อมีคลื่นเสียงผ่าน</p> <p>2. ค่าของหนึ่งโมเลกุลของระยะทางและทิศทาง</p> <p>3. ค่าของระยะทางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของอากาศตามแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง</p> </div> <p><b>กิจกรรม ความถี่เสียงกับการได้ยิน</b></p> <p>1. ครูให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การที่นักเรียนอาจเคยสังเกตเห็นสุนัขมีปฏิกิริยาต่อเสียงที่มีความถี่สูง หรือ การสังเกตเห็นค้างคาวบินในที่มืด</p> <p>2. ครูให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับช่วงความถี่ต่างๆ ที่มนุษย์และสัตว์ต่างๆ สามารถได้ยินเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า มนุษย์และสัตว์ต่างๆ มีความสามารถในการได้ยินเสียงในช่วงความถี่ที่แตกต่างกัน โดยเฉลี่ยมนุษย์สามารถได้ยิน</p>

## ตัวชี้วัดชั้นปี

## ตัวอย่าง

เสียงในช่วงระหว่าง 20-20,000 เฮิรตซ์ ซึ่งเรียกเสียงในช่วงความถี่นี้ว่า audible sound ในขณะที่สัตว์บางประเภท เช่น สุนัข ค้างคาว หรือ ช้าง ได้ยินเสียงในระดับความถี่สูงหรือต่ำกว่าช่วงความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยิน



3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมอีกว่า เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ เรียกว่า คลื่นใต้เสียง (infrasound) และเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ เรียกว่า คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวนด์ (ultrasound)

## กิจกรรม ความดังของเสียง

1. ครูถามนักเรียนว่า นอกจากความถี่แล้ว มีเรื่องอะไรที่เกี่ยวข้องกับเสียง ที่สำคัญมาก ที่ถ้าเราไม่ระมัดระวัง หูเราอาจสูญเสียการได้ยิน หรือ ที่เรียกว่า “หูหนวก” ได้
2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบว่า ถ้าเราได้ยินเสียงดังมากๆ จะต้องทำอย่างไร จากนั้นครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบ โดยถามว่าระหว่างหลอดไฟ 60 W 220 V กับหลอดไฟ 120 W 220 V แสงที่ตกกระทบบนพื้นผิวหนึ่งจะสว่างเท่ากันหรือไม่ ถ้าระยะห่างระหว่างหลอดไฟถึงพื้นรับแสงเท่ากัน เพราะเหตุใด หรือ คำถามว่า ถ้าเราวางโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีเสียงเรียกเข้าไว้ในกลางสนาม แล้วเดินห่างออกจากโทรศัพท์เครื่องนั้นออกไปเรื่อยๆ เสียงที่ได้ยินจากโทรศัพท์เครื่องนั้นจะเป็นอย่างไร

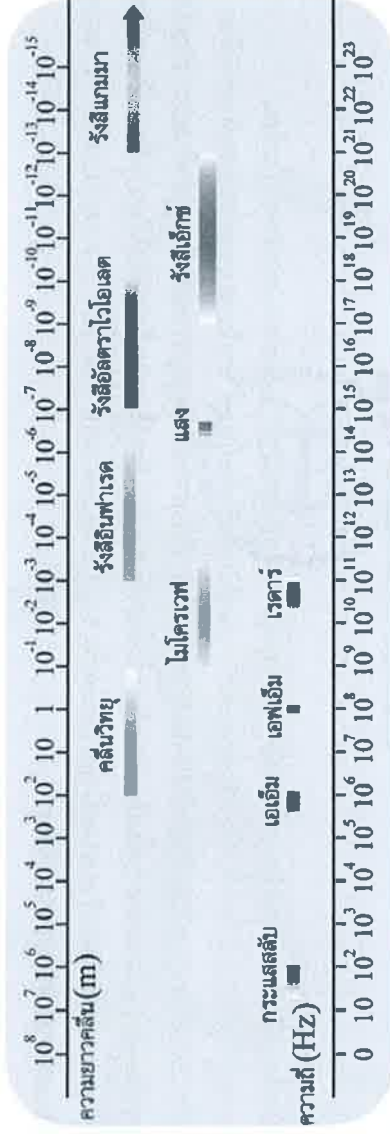
ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
	<p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นที่ว่า ในการฟังเสียงที่ตำแหน่งหนึ่ง จะได้ยินเสียงดัง ค่อย ขึ้นอยู่กับปริมาณใด ซึ่งหลังจากอภิปราย นักเรียนควรสรุปได้ว่า การที่จะได้ยินเสียงดังหรือค่อย ขึ้นอยู่กับกำลังของแหล่งกำเนิดเสียงและระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้น</p> <p>4. ครูให้ความรู้กับนักเรียนว่า ความดังของเสียง ในทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีนิยามไว้ เป็นเพียงคำพูดที่ใช้กล่าวทั่วไป แต่ในทางวิทยาศาสตร์ได้กำหนดปริมาณที่ใช้บอกความดังของเสียง ซึ่งเรียกว่าค่า “ระดับความเข้มของเสียง” มีหน่วยเป็น “เดซิเบล”</p> <p>5. ครูอธิบายต่อว่า ระดับความเข้มของเสียงขึ้นอยู่กับ “ความเข้มเสียง” ซึ่งมีนิยามคือ อัตราของพลังงานเสียงที่ตกตั้งฉากบนพื้นที่หน่วยพื้นที่ในหนึ่งหน่วยเวลา เสียงที่ดังเกินไป คือ เสียงที่มีพลังงานเสียงมากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เกินไป และเป็นอันตรายต่อหู</p> <p>6. ครูแนะนำให้ให้นักเรียนดูตารางระดับเสียงในสถานการณืต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และ ระดับเสียงที่อยู่ในช่วงที่ปลอดภัยที่ทางองค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้</p>

แหล่งกำเนิด	(เดซิเบล), dB	ผลการรับฟัง
การหายใจปกติ	10	แทบจะไม่ได้ยิน
การกระซิบแผ่วเบา	30	เสียงเบา
สำนักงานที่เงียบ	50	เสียง
การพูดคุยธรรมดา	60	ปานกลาง
เครื่องดูดฝุ่น	75	ดัง
โรงงานทั่วไป, ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	80	ดัง
เครื่องเสียงสเตอริโอในห้อง	90	รับฟังอะไร
เครื่องเจาะถนนแบบอัตโนมัติ	90	การได้ยินจะเสื่อม
เครื่องตัดหญ้า	100	อย่างถาวร
ดีส์โก๊ต, การแสดงดนตรีวงเบสหรือดรัม	120	ไม่สบายหู
ฟ้าผ่าระยะใกล้	130	เจ็บปวดในหู
เครื่องบินไอพ่นกำลังขึ้นที่ระยะใกล้	150	ปวดหูชั่วคราว
จรวดขนาดใหญ่ที่กำลังขึ้นที่ระยะใกล้	180	ปวดหูชั่วคราว

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>ก3-3.1 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ และ อธิบาย สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้ประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละชนิด อันตรายที่อาจเกิดขึ้นและการป้องกัน</p>	<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินทักษะการสืบค้นตามสภาพจริง             <ul style="list-style-type: none"> <li>- โดยการสังเกตสิ่งที่นักเรียนได้นำเสนอในชั้นเรียนว่ามีข้อมูลที่รายละเอียดครบถ้วน และน่าเชื่อถือ</li> <li>- การถามคำถาม เพื่อประเมินว่า ผู้เรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลตามที่ได้ออกใบ้ปฏิบัติด้วยวิธีใด มีวิธีการใช้ลักษณะใด เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาข้อมูลที่สืบค้น</li> </ul> </li> <li>ประเมินแบบบรรยายบุคคล เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ด้วยแบบทดสอบ เกี่ยวกับลักษณะของคลื่นเสียง ผลของความถี่และระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียง</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับคลื่นที่นักเรียนได้เรียนรู้มา ได้แก่ คลื่นผิวน้ำ คลื่นเสียง คลื่นแสง จากนั้นตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนอภิปราย ว่าคลื่นที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ คลื่นที่เหมือนหรือแตกต่างจากคลื่นเหล่านั้นอย่างไร</li> <li>ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนอภิปรายต่อว่า คลื่นที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่เคลื่อนที่มีลักษณะอย่างไร มีสมบัติอย่างไร อะไร เพราะเหตุใดจึงสามารถช่วยให้เราติดต่อสื่อสารกันได้ และคลื่นเหล่านี้ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร คลื่นอินเทอร์เน็ตรั้วสาย (Wi-fi) คลื่นวิทยุที่ใช้ส่งสัญญาณวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ที่ใช้ถ่ายทอดสัญญาณภาพและเสียง</li> <li>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า คลื่นที่ใช้ในกวางติดต่อสื่อสารด้วยเทคโนโลยีทางสารสนเทศล้วนเป็นคลื่นที่เรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หัวข้อที่สืบค้น เช่น ประวัติของการค้นพบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประวัติศาสตร์เผยแพร่สัญญาณคลื่นวิทยุ ช่วงคลื่นต่างๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าว่าสัมพันธ์กับเรซินนำเสนองานสืบค้นหน้าชั้นเรียน จากนั้น ร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก ถูกจัดเรียง เป็นช่วงความถี่ต่างๆ เรียกว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น คลื่นที่ใช้ติดต่อสื่อสารในโทรศัพท์เคลื่อนที่ คลื่นที่ใช้ข้อมูลในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (ภาพประกอบคำอธิบายด้านล่าง)</li> </ol>

ตัวชี้วัดชั้นปี

ตัวอย่าง

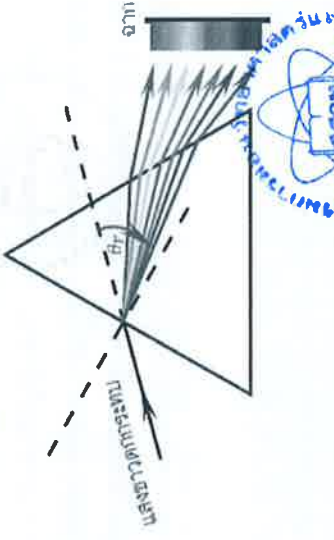


5. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางชนิด ยกตัวอย่างเช่น รังสียูวีที่อยู่ในแสงอาทิตย์ สามารถทำลายเซลล์ผิวหนังและส่งผลให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้ หรือ รังสีเอกซ์และรังสีแกมมาที่ใช้ในโรงพยาบาลหรือห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ รังสีทั้งสองชนิดนี้มีพลังงานสูง เมื่อร่างกายได้รับรังสีนี้ในระยะเวลานานหนึ่งเซลล์ของร่างกายจะถูกทำลายและส่งผลให้เกิดมะเร็งหรืออาจทวีคูณการรังทำลายได้ ซึ่งการป้องกัน สามารถทำได้ด้วยการพยายามอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีเหล่านี้ ไม่อยู่ในบริเวณที่มีรังสีเป็นเวลานาน และถ้าหากจำเป็นต้องอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดรังสีเหล่านี้ ควรพยายามใช้อุปกรณ์ที่มิดชิดในทรวงอกป้องกันรังสีที่ดี เช่น ตะกั่ว หรือ คอนกรีต เพื่อกันไม่ให้รังสีเข้ามาทำลายเซลล์ของร่างกาย

**การวัดและประเมินผล**

1. ประเมินทักษะการสืบค้นตามสภาพจริง

- โดยการสังเกตสิ่งที่นักเรียนได้นำเสนอในชั้นเรียนว่ามีข้อมูลที่รายละเอียดครบถ้วน และน่าเชื่อถือ
- การถามคำถาม เพื่อประเมินว่า ผู้เรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลตามที่ได้บอกให้ปฏิบัติด้วยวิธีใด มีวิธีการใช้ลักษณะใดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาข้อมูลที่สืบค้น

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
กว3-3.2 สังเกตและอธิบาย การกระจายแสงของ แสงขาว	<p>2.ประเมินแบบรายบุคคล เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ด้วยแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนได้ยกตัวอย่างประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และ อันตรายที่อาจเกิดขึ้น และการป้องกัน</p> <p>1. ครูทบทวนเกี่ยวกับเรื่องปรากฏการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับแสง</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า แสงที่เรามองเห็นว่ามีสีนั้นเรียกว่าแสงขาว เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงความถี่ช่วงหนึ่ง โดยในช่วงความถี่นี้ ยังมีช่วงความถี่ที่แบ่งย่อยออกไปอีก ซึ่งแต่ละช่วงความถี่ที่แบ่งย่อยแต่ละช่วงของแสงขาวมีสีแตกต่างกัน สีต่างๆ ของแสงขาวจะแยกออกมาให้เราสังเกตเห็นเมื่อแสงขาวเดินทางผ่านปริซึม</p> <p><b>ปรากฏการณ์ที่แสงขาวแยกออกเป็นแสงสีต่างๆ เมื่อเดินทางผ่านตัวกลางเรียกว่า การกระจายแสง และแถบสีที่เกิดขึ้นเรียกว่า สเปกตรัมของแสงขาว (ภาพประกอบคำอธิบายด้านล่าง)</b></p>  <p>3. ครูให้นักเรียนเขียนแผนภาพประกอบคำอธิบาย “การกระจายของแสงขาว” และนำเสนอภาพหน้าชั้นเรียน</p> <p>4. ครูให้ความรู้กับนักเรียนเกี่ยวกับอัตราเร็วของแสงว่า แสงมีอัตราเร็วที่แน่นอน โดยในสุญญากาศ แสงเดินทางด้วยอัตราเร็ว <math>3 \times 10^8</math> m/s คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความถี่มีอัตราเร็วเท่ากันในสุญญากาศเท่ากับอัตราเร็วแสง สำหรับในตัวกลางอื่น อัตราเร็วจะต่างขึ้นกับแต่ละตัวกลางแสงที่มองเห็น เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ต่างกัน เคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งที่ต่างชนิดกัน จะมีการหักเหต่างกัน จึงทำให้เราสามารถสังเกตเห็นสเปกตรัมของแสงขาวเมื่อแสงขาวเดินทางผ่านปริซึม</p>

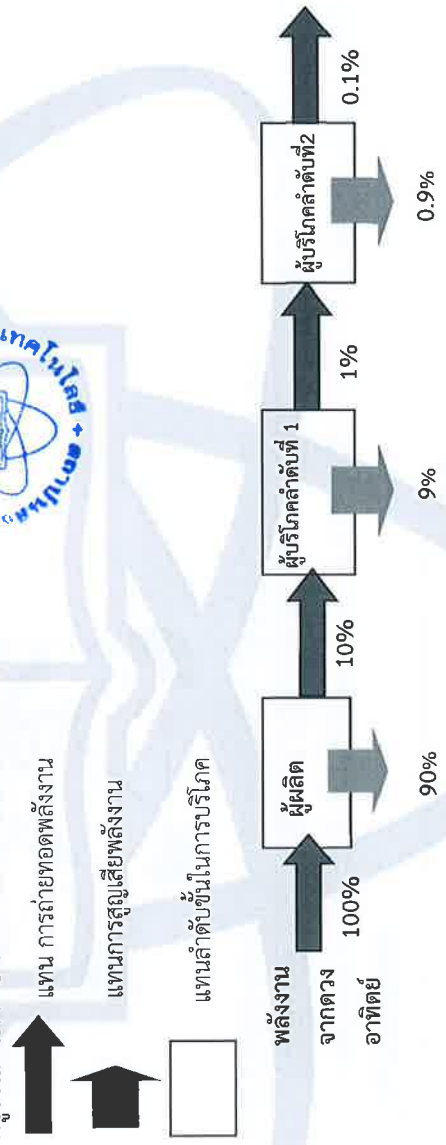
ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>1. ประเมินทักษะการสังเกตตามสภาพจริง โดยการพิจารณาสิ่งที่นักเรียนได้บันทึกการสังเกตในสมุดบันทึกผลการทดลอง</p> <p>2. ประเมินแบบบรรยายบุคคล เมื่อสิ้นสุดผลการเรียนการสอน ด้วยแบบทดสอบที่ผู้เรียนได้อธิบายการกระจายแสงของแสงในสถานการณ์ต่างๆ</p> <p>กว3-3.3 สังเกต และอธิบาย ลักษณะของเลเซอร์ และรวบรวมข้อมูล และบรรยายการใช้ประโยชน์ของเลเซอร์ในด้านต่าง ๆ อย่างปลอดภัย</p>	<p><b>ตัวอย่าง</b></p> <p>1. ประเมินทักษะการสังเกตตามสภาพจริง โดยการพิจารณาสิ่งที่นักเรียนได้บันทึกการสังเกตในสมุดบันทึกผลการทดลอง</p> <p>2. ประเมินแบบบรรยายบุคคล เมื่อสิ้นสุดผลการเรียนการสอน ด้วยแบบทดสอบที่ผู้เรียนได้อธิบายการกระจายแสงของแสงในสถานการณ์ต่างๆ</p> <p>1. ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับแสงเลเซอร์ ว่ามีการใช้แสงเลเซอร์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันในสถานการณ์ต่างๆ แสงเลเซอร์มีลักษณะอย่างไร</p> <p>2. ครูแจกอุปกรณ์การศึกษาสมบัติของแสงเลเซอร์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยชี้แจงให้ชัดเจนว่า ห้ามยิงแสงเลเซอร์ไปที่ตาของเพื่อนร่วมชั้น</p> <p>3. ครูให้นักเรียนส่องไฟฉายไปที่ด้านหลังแผ่นซีดี แล้วสังเกตแถบสีที่ปรากฏบนฉากรับที่กระดาษขาววางไว้ บันทึกผลการสังเกต</p> <p>4. ครูให้นักเรียนคาดคะเนว่า หากเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงจากไฟฉายเป็นหลอด LED สีต่างๆ และ แสงเลเซอร์ ฉายไปที่ด้านหลังแผ่นซีดี จะเกิดอะไรขึ้น จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติโดยเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟ LED สีต่างๆ และแสงเลเซอร์สีใดสีหนึ่ง</p> <p>5. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ผลที่ได้ และลงข้อสรุป ครูร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า <b>แสงเลเซอร์มีความยาวคลื่นเพียงความยาวคลื่นเดียว (monochromatic)</b></p> <p>6. ครูให้นักเรียนใช้กล่องแสงและแผ่นช่องแสงที่ทำให้ลำแสงผ่านได้ 1 ช่อง สร้างลำแสง 1 ลำแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นหลอดไฟธรรมดา โดยให้ลำแสงตั้งกล่าวไปตกบนฉากสีขาว ที่คงจกกล่องแสง 5 cm และ 10 cm และ 15 cm ตามลำดับ</p> <p>7. ครูให้นักเรียนสังเกตพื้นที่ของจุดแสงที่เกิดขึ้นบนฉาก ในแต่ละกรณี บันทึกผล ครูให้นักเรียนคาดคะเนว่า เมื่อเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟ LED และแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ ผลที่ได้จะแตกต่างกันไปอย่างไร จากนั้น เปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟ LED สีต่างๆ และแสงเลเซอร์</p> <p>8. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ผลการสังเกตและสรุป จากนั้น ครูร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ว่า <b>แสงเลเซอร์เป็นแสงขนาน (collimated)</b></p> <p>9. ครูสาธิตให้นักเรียนดูว่า แสงเลเซอร์สามารถทำอันตรายให้กับนักเรียนได้ โดยอาจนำเสนอดิลิปริโอ ที่มีการแสดงการใช้แสงเลเซอร์ชี้ไปที่ลูกโป่ง แล้วทำลูกโป่งแตก หรือ การใช้แสงเลเซอร์จุดไฟ จากนั้นครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง																					
	<p>ข้อสรุปว่า แสงเลเซอร์มีความเข้มสูง สามารถทำให้เกิดอันตรายกับร่างกายได้ ควรใช้อย่างระมัดระวัง โดยความเข้มของแสงเลเซอร์ สามารถบอกได้จากตัวเลขซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิวัตต์ (mW) ของแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์นั้นๆ ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการนำแสงเลเซอร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและมานำเสนอในชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากแสงเลเซอร์ในทางด้านต่างๆ เช่น การนำแสงเลเซอร์มาใช้ในการผ่าตัดหรือรักษาความผิดปกติทางสายตาทางการแพทย์ การนำแสงเลเซอร์ที่เป็นแสงชนิดที่ปลอดภัยมาใช้ในการปกป้องเป้าหมายในด้านอาหาร และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางด้านการศึกษา แสงเลเซอร์ถูกนำมาใช้ส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสง โดยอาศัยหลักการสะท้อนกลับหมดของแสง ฯลฯ ตารางด้านล่างแสดงการนำแสงเลเซอร์ที่มีต้นกำเนิดแตกต่างกันมาใช้ประโยชน์ในลักษณะแตกต่างกัน</p> <p style="text-align: center;"><b>ตารางแสดงการนำแสงเลเซอร์ที่มีสารต้นกำเนิดต่างๆ มาใช้ประโยชน์</b></p> <table border="1" data-bbox="643 371 962 1619"> <thead> <tr> <th>สารต้นกำเนิด</th> <th>ความยาวคลื่น (nm)</th> <th>การนำมาใช้ประโยชน์</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>คาร์บอนไดออกไซด์</td> <td>9,400.0</td> <td>เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนทางการแพทย์ ใช้เชื่อมโลหะ การเจาะโลหะ</td> </tr> <tr> <td>เลเซอร์สารกึ่งตัวนำ</td> <td>838-839</td> <td>เป็นตัวนำสำหรับการสื่อสารทางโทรศัพทีย่อยแสง</td> </tr> <tr> <td>ทับทิม</td> <td>694.0</td> <td>ใช้เจาะเพชร วัตถุประสงค์</td> </tr> <tr> <td>ฮีเลียม-นีออน</td> <td>632.8</td> <td>แหล่งกำเนิดแสงเพื่อศึกษภาพ 3 มิติ</td> </tr> <tr> <td>อาร์กอน</td> <td>457.9</td> <td>แหล่งกำเนิดแสงเพื่อศึกษภาพ 3 มิติ</td> </tr> <tr> <td>ไนโตรเจน</td> <td>334.0</td> <td>แหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ต</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินทักษะการสืบค้นและการสังเกตตามสภาพจริง       <ul style="list-style-type: none"> <li>— โดยการสังเกตสิ่งที่นักเรียนได้นำเสนอในชั้นเรียนว่า มีข้อมูลที่รายละเอียดครบถ้วน และน่าเชื่อถือ</li> <li>— การถามคำถาม เพื่อประเมินว่า ผู้เรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลที่ได้ออกให้ปฏิบัติวิธีใด มีวิธีการใช้ลักษณะใดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาข้อมูลที่สืบค้น</li> </ul> </li> <li>ประเมินแบบบรรยายบุคคล เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ด้วยแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนได้อธิบายลักษณะของแสงเลเซอร์ และการยกตัวอย่างการนำแสงเลเซอร์ไปใช้ประโยชน์</li> </ol>	สารต้นกำเนิด	ความยาวคลื่น (nm)	การนำมาใช้ประโยชน์	คาร์บอนไดออกไซด์	9,400.0	เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนทางการแพทย์ ใช้เชื่อมโลหะ การเจาะโลหะ	เลเซอร์สารกึ่งตัวนำ	838-839	เป็นตัวนำสำหรับการสื่อสารทางโทรศัพทีย่อยแสง	ทับทิม	694.0	ใช้เจาะเพชร วัตถุประสงค์	ฮีเลียม-นีออน	632.8	แหล่งกำเนิดแสงเพื่อศึกษภาพ 3 มิติ	อาร์กอน	457.9	แหล่งกำเนิดแสงเพื่อศึกษภาพ 3 มิติ	ไนโตรเจน	334.0	แหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ต
สารต้นกำเนิด	ความยาวคลื่น (nm)	การนำมาใช้ประโยชน์																				
คาร์บอนไดออกไซด์	9,400.0	เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนทางการแพทย์ ใช้เชื่อมโลหะ การเจาะโลหะ																				
เลเซอร์สารกึ่งตัวนำ	838-839	เป็นตัวนำสำหรับการสื่อสารทางโทรศัพทีย่อยแสง																				
ทับทิม	694.0	ใช้เจาะเพชร วัตถุประสงค์																				
ฮีเลียม-นีออน	632.8	แหล่งกำเนิดแสงเพื่อศึกษภาพ 3 มิติ																				
อาร์กอน	457.9	แหล่งกำเนิดแสงเพื่อศึกษภาพ 3 มิติ																				
ไนโตรเจน	334.0	แหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ต																				

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง				
BP3-3.2 ระบุและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ BP3-3.3 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่	1. นักเรียนร่วมกันงัดรายการขององค์ประกอบที่อยู่ในระบบนิเวศที่นักเรียนสำรวจ (ซึ่งมีทั้งสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ และสิ่งไม่มีชีวิต) 2. เขียนรายการในข้อ 1 ลงไปตารางองค์ประกอบที่มีชีวิต และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ดังนี้ <table border="1" data-bbox="422 907 694 1579" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>องค์ประกอบที่มีชีวิต</th> <th>องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>สาหร่าย เฟิน ต้นหญากวาง หอยทาก มด หนอน</td> <td>ดิน น้ำ แสง อากาศ</td> </tr> </tbody> </table>	องค์ประกอบที่มีชีวิต	องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต	สาหร่าย เฟิน ต้นหญากวาง หอยทาก มด หนอน	ดิน น้ำ แสง อากาศ
องค์ประกอบที่มีชีวิต	องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต				
สาหร่าย เฟิน ต้นหญากวาง หอยทาก มด หนอน	ดิน น้ำ แสง อากาศ				
BP3-3.2 สังเกต และระบุองค์ประกอบของระบบนิเวศที่พบในท้องถิ่น*	3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า ระบบนิเวศทุกแห่งมีองค์ประกอบสำคัญที่คล้ายคลึงกัน คือ องค์ประกอบที่มีชีวิต และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต 4. ครูให้นักเรียนระบุและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบนิเวศ เช่น นักเรียนอาจระบุความสัมพันธ์ได้ว่า เพิ่มมีความสัมพันธ์กับแสง สาหร่ายมีความสัมพันธ์กับน้ำ ใบหญามีความสัมพันธ์กับหนอน โดยเป็นจุดกึ่งกลางงาน เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง สาหร่ายอาศัยน้ำ เป็นแหล่งที่อยู่และใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง หนอนกินใบหญากวางเป็นอาหาร จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า องค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กัน เช่น พืชมีความสัมพันธ์กับแสง น้ำ และองค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กัน เช่น สัตว์กินพืชเป็นอาหาร				
BP3-3.3 สังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ*	5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต โดยกำหนดประเด็นให้ศึกษา ดังนี้ 1 ประเด็น ศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับความชื้น สิ่งมีชีวิตกับแสง สิ่งมีชีวิตกับดิน โดยแต่ละกลุ่มศึกษากลุ่มและนักเรียนอาจออกแบบการทดลอง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับน้ำและ พืชกับแสง ดังนี้				

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
	<p>5.1 นำเมล็ดผักกาดแช่น้ำค้างคืน จำนวน 40 เมล็ด อีก 20 เมล็ดไม่ต้องแช่น้ำ</p> <p>5.2 นำดินใส่ภาชนะขนาดเดียวกัน 3 ใบ แล้วใส่ดินลงไปประมาณ 2 ใน 3 ของภาชนะ ติดหมายเลขภาษาชนะ 1 2 3</p> <p>5.3 รดน้ำลงไปเป็นภาษาชนะที่ 1-2 ส่วนภาษาชนะที่ 3 ไม่ต้องรดน้ำ</p> <p>5.4 นำเมล็ดผักกาดแช่น้ำไว้น้ำที่ 8.1 มาเพาะลงในภาชนะใบที่ 1 และ 2 ภาษาชนะละ 20 เมล็ด โดยเว้นระยะให้เท่า ๆ กัน ส่วนภาษาชนะใบที่ 3 เพาะเมล็ดผักกาดที่ไม่ได้แช่น้ำ 20 เมล็ด จากนั้นใช้ดินกลบเมล็ดหนาประมาณ 1 cm ทุกกระป๋อง</p> <p>5.5 นำภาษาชนะใบที่ 1 เก็บไว้ในกล่องทึบ ส่วนภาษาชนะใบที่ 2-3 ตั้งไว้ในที่มีแสงส่องถึง</p> <p>5.6 รดน้ำภาษาชนะใบที่ 1-2 ใบละ 10 cm<sup>3</sup> ทุกวัน ส่วนภาษาชนะใบที่ 3 ไม่ต้องรดน้ำ</p> <p>6. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการออกแบบ ร่วมกันวิจารณ์และปรับปรุงขั้นตอนการออกแบบการทดลอง แล้วจึงเริ่มทำการทดลอง</p> <p>7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต มีความสัมพันธ์กัน เช่น น้ำ หรือความชื้นมีผลต่อการงอกของเมล็ดผักกาด ส่วนน้ำและแสง มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศกับสิ่งไม่มีชีวิตจึงมีความสัมพันธ์กัน</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินจากการออกแบบการทดลอง การอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต</li> <li>ประเมินจากการอภิปราย ตอบคำถาม ถามคำถาม</li> </ol> <p><b>ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ครูนำภาพคู่ของสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกัน เช่น ดอกไม้กับแมลง เห็นกับสุนัข นกเอี้ยงกับควาย กลายไม้กับต้นไม้ใหญ่ และให้นักเรียนยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตเพิ่มเติมจากที่นักเรียนสังเกตได้จากการสำรวจระบบนิเวศ จากนั้นนักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละคู่ ว่าสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในด้านใด สิ่งมีชีวิตใดได้ประโยชน์และสิ่งมีชีวิตชนิดใดเสียประโยชน์ หรือสิ่งมีชีวิตชนิดใดไม่ได้และไม่เสียประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน</li> <li>ครูยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของคู่ของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ แล้วให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต</li> <li>ครูให้ความรู้เกี่ยวกับ ภาวะพึ่งพิงกัน ภาวะปรสิต จากนั้นให้นักเรียนจัดประเภทความสัมพันธ์ เช่น นกเอี้ยงกับควาย เป็นความสัมพันธ์แบบพึ่งพิงกัน เห็นสุนัขกับสุนัข เป็นความสัมพันธ์แบบภาวะปรสิต</li> </ol>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>BP3-3.4 วิเคราะห์และอธิบายบทบาทของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารและสายใยอาหาร และเขียนแผนภาพแสดงโซ่อาหารและสายใยอาหาร</p>	<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินจากการยกตัวอย่างความสัมพันธ์ วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน</li> <li>ประเมินจากการอภิปราย ตอบคำถาม ถอดคำถาม</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>ครูนำสายใยอาหารในระบบนิเวศในนาข้าว มาให้นักเรียนพิจารณา ดังตัวอย่าง                     <div style="text-align: center;"> <p>ให้นักเรียนเขียนโซ่อาหารแต่ละโซ่จากสายใยอาหารในข้อ 1 เช่น</p> <p>ต้นข้าว → นกกระจอก → นกฮูก</p> <p>ต้นข้าว → ตั๊กแตน → กบ → งู</p> </div> </li> <li>ให้นักเรียนนับจำนวนโซ่อาหารที่ประกอบขึ้นเป็นสายใยอาหาร                     <p>นักเรียนร่วมกันสรุปเพื่อให้ได้แนวคิดของสายใยอาหารว่า สายใยอาหารประกอบขึ้นจากโซ่อาหารหลาย ๆ โซ่อาหาร แต่โซ่มีความสัมพันธ์กัน</p> </li> <li>ครูนำโซ่อาหารที่นักเรียนเขียนขึ้นในข้อ 2 ให้นักเรียนวิเคราะห์บทบาทสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ โดยใช้คำถามว่า สิ่งมีชีวิตชนิดใดเป็นผู้ผลิต สิ่งมีชีวิตชนิดใดเป็นผู้บริโภค เหตุใดพืชจึงจัดเป็นผู้ผลิตและสัตว์จึงจัดเป็นผู้บริโภค</li> </ol>

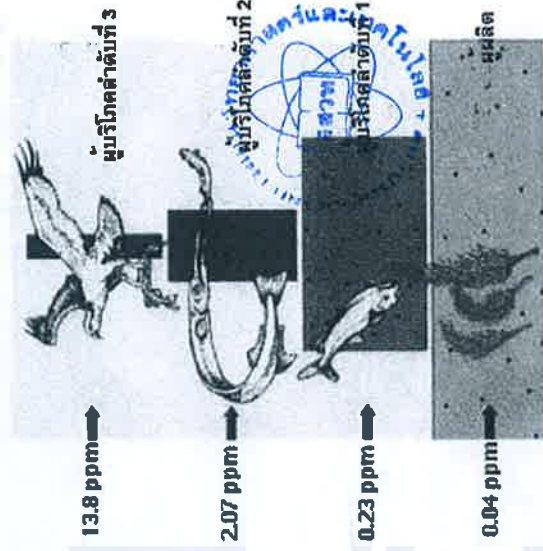
ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>BP3-3.5 วิเคราะห์และอธิบายการถ่ายทอดพลังงาน การลดลงของพลังงาน การถ่ายเทอดและสะสมสารบนเป็นไอในโซ่อาหารและสายใยอาหาร</p>	<p>5. ครูให้นักเรียนเขียนสายใยอาหารของระบบนิเวศได้ 1 แห่ง แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์บทบาทของสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหารนั้น</p> <p>6. ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในระบบนิเวศ โดยถามว่า เมื่อสิ่งมีชีวิตต่างลง เหตุใดจึงไม่พบซากอยู่เลย อาจพบเศษเนื้อบางส่วน หรือโครงสร้างกระดูกของสัตว์มีกระดูกสันหลังเท่านั้น ครูอภิปรายกับนักเรียนเพื่อนำไปสู่หน้าที่ของผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ได้แก่ รา แบคทีเรีย มีหน้าที่ย่อยสลายสิ่งมีชีวิตทุกชนิดให้เป็นสารอนินทรีย์</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินจากโภชนาการและสายใยอาหารที่นักเรียนเขียนขึ้น</li> <li>ประเมินจากการอภิปราย การวิเคราะห์และอธิบายบทบาทของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารและสายใยอาหาร</li> </ol> <p>1. ครูหาตัวอย่างโซ่อาหาร แล้วให้นักเรียนอธิบายการถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่ง เช่น ให้นักเรียนอธิบายการถ่ายทอดพลังงานจากโซ่อาหารหนึ่งในสายใยอาหารของระบบนิเวศในนาข้าว ดังนี้</p> <p>ต้นข้าว → ตักแตน → กบ → งู → นกฮูก</p> <p>นักเรียนควรอธิบายได้ว่าพลังงานจะถูกถ่ายเทจากต้นข้าวไปยังตักแตน กบ และนกฮูก ตามลำดับ</p> <p>2. ครูใช้แผนภาพอัตราการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหาร ดังนี้</p>  <pre> graph TD     A[พลังงานจากดวงอาทิตย์] -- 100% --&gt; B[ผู้ผลิต]     B -- 90% --&gt; C[ผู้บริโภคลำดับที่ 1]     C -- 10% --&gt; D[ผู้บริโภคลำดับที่ 2]     D -- 1% --&gt; E[ผู้บริโภคลำดับที่ 3]     E -- 0.1% --&gt; F[ผู้บริโภคลำดับที่ 4]     </pre> <p>แทนการถ่ายทอดพลังงาน</p> <p>แทนการสูญเสียพลังงาน</p> <p>แทนลำดับขั้นในการบริโภค</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี

ตัวอย่าง

นักเรียนร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับผลการทดลองของพลังงานในแผนภาพ ซึ่งควรอธิบายได้ว่า พลังงานที่ผู้ผลิตได้รับจากแหล่งพลังงานคือดวงอาทิตย์เป็น 100% แต่พลังงานที่ถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคนั้นไม่ได้ถ่ายทอดไปเต็มจำนวน แต่จะลดลงเรื่อย ๆ เพราะมีการสูญเสียพลังงานไปในระหว่างการถ่ายทอดทุกลำดับชั้น กล่าวคือผู้บริโภคสามารถนำพลังงานไปสร้างเป็นเนื้อเยื่อของตนได้เพียงร้อยละ 10 เนื่องจาก ผู้บริโภคไม่สามารถนำเอาเนื้อเยื่อทุกส่วนของผู้ผลิต หรือของผู้บริโภคในลำดับที่ต่ำกว่ามาเป็นอาหารได้ทั้งหมด มีบางส่วนที่กินไม่ได้ เช่น เนื้อไม้แข็ง กระดุก และฟัน หรือเป็นกากต้องจับถ่ายทิ้งไป นอกจากนี้ยังมีพลังงานส่วนหนึ่งถูกถ่ายโอนไปให้กับสิ่งแวดล้อมในแต่ละชั้นตอนราว 90%

3. ครูใช้แผนภาพ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอธิบายการสะสมสารปนเปื้อนในโซ่อาหาร



จากแผนภาพนักเรียนควรอธิบายได้ว่า สารปนเปื้อนในโซ่อาหาร จะมีความเข้มข้นขึ้นตามลำดับชั้นของผู้บริโภค ผู้บริโภคในลำดับที่สูงขึ้นจะมีความเข้มข้นของสารปนเปื้อนเนื้อเยื่อมากกว่าผู้บริโภคลำดับที่ต่ำกว่า

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินจากการอธิบายเกี่ยวกับกาถ่ายพลังงานในโซ่อาหาร</li> <li>ประเมินจากการอธิบายการลดลงของพลังงานขณะที่มีการถ่ายทอดไปตามโซ่อาหารในแผนภาพ</li> <li>ประเมินจากการอธิบายการสะสมสารปนเปื้อนในแผนภาพ</li> </ol>	<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินจากการอธิบายเกี่ยวกับกาถ่ายพลังงานในโซ่อาหาร</li> <li>ประเมินจากการอธิบายการลดลงของพลังงานขณะที่มีการถ่ายทอดไปตามโซ่อาหารในแผนภาพ</li> <li>ประเมินจากการอธิบายการสะสมสารปนเปื้อนในแผนภาพ</li> </ol>
<p>BP3-3.6 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ และเขียนแผนภาพแสดงวัฏจักรของน้ำ และคาร์บอน</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่เรื่องวัฏจักรของน้ำ ดังนี้             <ul style="list-style-type: none"> <li>- เหตุใดน้ำจึงไม่หมดไปจากโลก</li> <li>- น้ำที่ระเหยขึ้นไปในบรรยากาศมาจากที่ใดบ้าง</li> <li>- น้ำที่ระเหยขึ้นไปสู่บรรยากาศจะหมุนเวียนกลับสู่สิ่งมีชีวิตอย่างไร</li> </ul> </li> <li>ครูนำแผนภาพแสดงวัฏจักรของน้ำ             <div data-bbox="678 750 1061 1444" style="text-align: center;"> </div> </li> </ol> <p>ให้นักเรียนร่วมกันอธิบายวัฏจักรของน้ำในแผนภาพ ดังนี้ ไอน้ำที่เกิดจากการระเหยจากแหล่งน้ำต่าง ๆ การคายน้ำของพืช การขับถ่ายของสัตว์ ระเหยกลายเป็นไอ เมื่อไอน้ำลอยตัวสูงขึ้น และควบแน่นเป็นเมฆแล้วตกลงมาเป็นฝนสู่พื้นโลก น้ำส่วนใหญ่จะไหลลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ น้ำบางส่วนถูกดูดเก็บไว้ใต้ดิน ซึ่งพืชจะนำมาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง สัตว์ได้รับน้ำโดยตรงจากแหล่งน้ำและจากการกินพืชและสัตว์เป็นอาหาร หลังจากนั้นน้ำจากแหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตจะกลับเข้าสู่บรรยากาศในรูปแบบของไอน้ำอีกเกิดขึ้นเป็นวงจรซ้ำๆ ที่เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ</p>

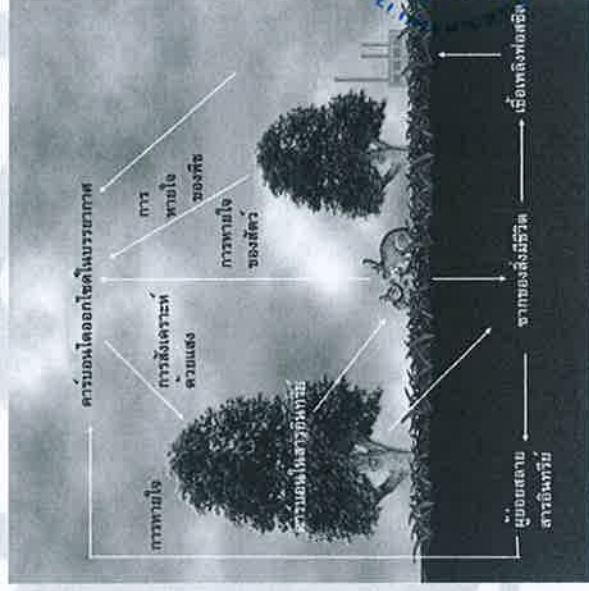
## ตัวชี้วัดขั้นปี

## ตัวอย่าง

3. ครูใช้คำถามเพื่อเข้าสู่เรื่องวิถีชีวิตของคาร์บอน โดยใช้คำถาม เช่น

- ชาติคาร์บอนมีความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต
- ชาติคาร์บอนถูกปล่อยออกจากสิ่งมีชีวิตในรูปแบบใด และโดยทางใด
- ชาติคาร์บอนกลับเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร

4. ครูใช้แผนภาพแสดงวิถีชีวิตของคาร์บอน ดังนี้



จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับวัฏจักรของคาร์บอนจากแผนภาพ ดังนี้ พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศในการสร้างอาหารที่มีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อมีการกินต่อกันเป็นทอดๆ ทางใช้อาหาร จึงมีการถ่ายทอดคาร์บอนต่อไปยังสัตว์ ทั้งพืชและสัตว์ใช้พลังงานจากการเผาผลาญอาหารในการดำรงชีวิตและการเติบโต การเผาผลาญอาหารในการดำรงชีวิตและการเติบโต มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นด้วย ซึ่งจะถูกลบปล่อยออกสู่บรรยากาศ และเมื่อพืชและสัตว์ตายลงจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในซากให้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับ

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>รวบรวมข้อมูล และอภิปรายกิจกรรมของ มนุษย์ที่มีผลกระทบต่อวิถี จีกรของคาร์บอนที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน</p>	<p>สู่บรรยากาศเช่นกัน ซึ่งพืชคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอีก เกิดเป็นวงจรซ้ำ ๆ เช่นนี้</p> <p>5. ครูให้นักเรียนเขียนแผนภาพเพื่อสรุปวัฏจักรของน้ำและวัฏจักรของคาร์บอน</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินจากการเขียนแผนภาพแสดงวัฏจักรของน้ำและวัฏจักรของคาร์บอน</li> <li>ประเมินจากการตอบคำถาม การถามคำถาม การอธิบาย และการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวัฏจักรของน้ำและคาร์บอน</li> </ol> <p>BP3-3.7 รวบรวมข้อมูล และอภิปรายกิจกรรมของ มนุษย์ที่มีผลกระทบต่อวิถี จีกรของคาร์บอนที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับกิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลต่อวัฏจักรของคาร์บอน กิจกรรมที่นักเรียนสืบค้นได้ เช่น การตัดต้นไม้ การเผาไหม้เชื้อเพลิง ที่ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</li> <li>นักเรียนนำข้อมูลที่สืบค้นได้มาอภิปรายร่วมกัน กิจกรรมดังกล่าวส่งต่อภาวะโลกร้อนอย่างไร นักเรียนควรอภิปรายได้ว่า กิจกรรมหลายอย่างของมนุษย์ เช่น การตัดต้นไม้ทำให้จำนวนต้นไม้ลดลง ซึ่งทำให้ปริมาณการดูดคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของพืชลดลง เป็นผลให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ทำให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลต่อการดูดกลืนรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดอุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น ที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน</li> </ol> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมินจากการสืบค้นข้อมูลกิจกรรมที่ผลกระทบทต่อวัฏจักรของคาร์บอน</li> <li>ประเมินจากการอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน</li> </ol>
<p>BP3-3.8 สร้างและ ยกตัวอย่างประชากรของ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของ ประชากรของสิ่งมีชีวิต</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลของประชากรสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ในโรงเรียน แมลงในสวน เป็นต้น เพื่อสรุปความหมายของประชากรว่า ประชากรประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันในเวลาใดเวลาหนึ่ง</li> <li>ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนสำรวจขนาดประชากรของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ที่กำหนดให้ วางแผนการสำรวจ เขียนแผนผัง และใช้กรอบนับประชากรในการคำนวณจำนวนประชากร</li> <li>ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการสำรวจ และตอบคำถามเพื่อสรุปให้นักเรียนเข้าใจร่วมกันว่า ประชากรประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันในเวลาใดเวลาหนึ่ง</li> <li>ครูให้ข้อมูลตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรของสิ่งมีชีวิตหนึ่ง แล้วตั้งประเด็นอภิปรายว่าประชากรมีการ</li> </ol>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
	<p>เปลี่ยนแปลงอย่างไร อะไรบ้างที่สามารถเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลหรืออภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบอบนิเวศเป็นผลมาจากกรเกิด การตาย การอพยพเข้าและการอพยพออก</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผลของการทำกิจกรรมการประมาณขนาดประชากร</li> <li>2. การตอบคำถามเกี่ยวกับความหมายของประชากร และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิต</li> </ol>
<p>BP3-3.9 สสำรวจและวิเคราะห์สถานการณ์ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ แนวทางการอนุรักษ์ และแก้ไข</p> <p>BP3-3.10 วิเคราะห์และอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง</p> <p>BP3-3.9 สสำรวจ วิเคราะห์และอธิบายสถานการณ์ทรัพยากร ธรรมชาติในท้องถิ่นและปัญหา</p>	<p>1. ครูยกตัวอย่างทรัพยากรธรรมชาติ แล้วตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับประเภทของทรัพยากรธรรมชาติว่า ทรัพยากรธรรมชาติแบ่งเป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดสิ้น ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป และทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้</p> <p>2. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น และปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ</p> <p>3. นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่สามารถได้ โดยแบ่งประเด็น ดังนี้ ทรัพยากรธรรมชาติที่มีในท้องถิ่น ปัญหาที่พบจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาตินั้น และวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา จากนั้นนักเรียนนำเสนอแนวทางการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น</p> <p>4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปร่วมกันว่า การใช้ทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้น และไม่ประหยัด ขาดความรู้และความระมัดระวัง ทำให้เกิดการขาดแคลนทรัพยากร และปัญหาสิ่งแวดล้อม</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การตอบคำถามเกี่ยวกับความหมายและประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ</li> <li>2. การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติที่มีในท้องถิ่น ปัญหาที่พบจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ</li> </ol>

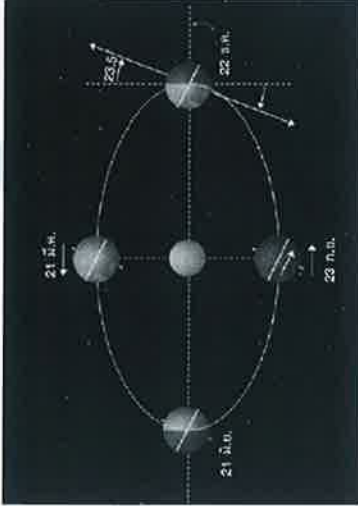
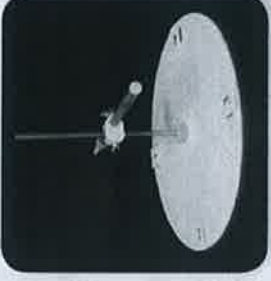


ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ*</p> <p>BPP3-3.11 วิเคราะห์ และอภิปรายแนวทางที่เหมาะสมในการดูแลและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</p> <p>BPP3.11 วิเคราะห์ อภิปราย และเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการดูแลและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*</p>	<p><b>การใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง</li> <li>2. นักเรียนนำเสนอรายละเอียดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง จากนั้นครูถามนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดในการนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้หรือไม่ อย่างไร</li> <li>3. นักเรียนนำเสนอตัวอย่างการนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ</li> <li>4. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูล เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า การใช้ทรัพยากรธรรมชาติควรคำนึงถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เนื่องจากเป็นหลักคิดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้ทรัพยากรได้อย่างยั่งยืน</li> </ol> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ข้อมูลจากการนำเสนอเกี่ยวกับกรนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ</li> <li>2. การตอบคำถามเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง</li> </ol> <p>BPP3-3.11 วิเคราะห์ และ อภิปรายแนวทางที่ เหมาะสมในการดูแล และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางที่เหมาะสมในการดูแล และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม มานำเสนอ</li> <li>2. ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ตัวอย่างของแนวทางที่เหมาะสมในการดูแล และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อม</li> <li>3. ครูให้นักเรียนวางแผนแนวทางแก้ปัญหา และปฏิบัติตามแผนที่มีอยู่</li> <li>4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากแนวทางปฏิบัติแล้วสรุปร่วมกันว่า การดูแลและแก้ไข ปัญหาใน การใช้ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องใช้วิธีการและมาตรการที่เหมาะสม มีความรู้และความเข้าใจใน ปัญหา นั้น ๆ และเป็นหน้าที่ของทุกคนที่ต้องร่วมกันแก้ไข</li> </ol> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>กิจกรรมที่นักเรียนวางแผนและปฏิบัติเกี่ยวกับ การดูแล และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
BP3-3.18 สังเกต รวบรวม ข้อมูล เพื่อสร้างไดโคโตมีสต์ตัวอย่างง่าย	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยแจกรูปภาพของสิ่งมีชีวิต 10-15 ชนิดต่อกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดออกจากกันเป็นกลุ่มๆ ทีละ 2 กลุ่ม ทำซ้ำจนจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดออกจากกันได้ทั้งหมด</li> <li>2. ครูให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลในการจำแนกออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภาพ</li> <li>3. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับการใช้ลักษณะภายนอกของสิ่งมีชีวิตมาใช้ในการจำแนกสิ่งมีชีวิต ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างกัน จะมีลักษณะสำคัญบางประการร่วมกันเสมอ</li> <li>4. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจำแนก โดยมีคำสำคัญ คือ ไดโคโตมีสต์คือ ไดโคโตมีสต์คือ แล้วครูและนักเรียนสรุปร่วมกันว่า ลักษณะภายนอกของสิ่งมีชีวิต สามารถนำมาใช้ในการสร้างไดโคโตมีสต์ได้ โดยพิจารณาทีละคู่ ๆ และได้โคโตมีสต์คือนี้ใช้ในการระบุชนิดหรือกลุ่มของสิ่งมีชีวิต</li> <li>5. ครูให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวอย่างของการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยใช้ไดโคโตมีสต์แล้วนำเสนอ</li> <li>6. ครูให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยใช้ไดโคโตมีสต์ ซึ่งควรได้ข้อสรุปเพิ่มเติมว่า สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลาย นอกจากจัดอยู่ในกลุ่มของพืชและสัตว์ แล้วยังสามารถจัดอยู่ในกลุ่มอื่น ๆ</li> </ol>
BP3-3.12 รวบรวมข้อมูล และอธิบายหลักการ ถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจากการศึกษาของเมนเดล พร้อมทั้งเขียนแผนภาพ แสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสม โดยพิจารณาลักษณะเดียว	<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไดโคโตมีสต์อย่างง่ายที่นักเรียนสร้างขึ้นจากกิจกรรม</li> <li>2. ข้อมูลที่นำเสนอเกี่ยวกับไดโคโตมีสต์ที่ใช้ในการจำแนกสิ่งมีชีวิต</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพื่ออธิบายหลักการพื้นฐานของเมนเดล จาการทดลองของเมนเดลโดยพิจารณาลักษณะเดียว</li> <li>2. นักเรียนทำกิจกรรมการหยาบถูกปิดจากถ้วยพลาสติก 2 ใบ โดยแต่ละใบบรรจุลูกปัดที่มีสีต่างกันสองสีคละกันในปริมาณอย่างละ 50 เม็ด โดยใช้มือแต่ละข้างหยิบลูกปัดจากถ้วยแต่ละใบ โดยไม่เหลือบดูเพื่อให้ไม่เกิดอคติในการเลือกสีได้สีหนึ่งจดบันทึกสีของลูกปัดที่จับได้แต่ละครั้ง เช่น ถ้าลูกปัดที่ใช้ คือ ลูกปัดสีแดง และลูกปัดสีขาว จะมีโอกาสเป็นไปได้ 4 แบบ คือ สีแดง-สีแดง สีแดง-สีขาว สีขาว-สีแดง และลูกปัดทั้งหมด 100 ครั้ง และหาอัตราส่วนอย่างต่ำของคู่สีที่หยิบได้ (สีแดง-สีแดง : สีแดง-สีขาว หรือ สีขาว-สีแดง : สีขาว-สีขาว)</li> <li>3. ครูเชื่อมโยงกิจกรรมในข้อ 2 กับการเข้าคู่กันของยีนของเซลล์สืบพันธุ์จากเพศผู้และเพศเมีย</li> </ol>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
BP3-3.13 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม	<p>4. นักเรียนจัดทำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1 และข้อ 2 เป็นแผนภาพแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียว เพื่อนำเสนอ</p> <p>5. ครูเสนอแนะแนวทางปรับแก้แผนภาพให้ถูกต้อง</p> <p>6. ครูร่วมกับนักเรียนในการสรุปความรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของเมนเดลในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวว่า ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะมียีนซึ่งควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมอยู่เป็นคู่ เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนดังกล่าวจะแยกออกจากกัน และมีอิสระในการจับคู่กับยีนชนิดเดียวกันที่มาจากเซลล์สืบพันธุ์ของอีกฝ่ายหนึ่งเมื่อมีการผสมกัน โดยครูเขียนแผนภาพหรือใช้แผนภาพที่นำเสนอข้อมูลอย่างถูกต้องของนักเรียนประกอบการอธิบาย</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ประเมินจากการอธิบายหลักการพื้นฐานของเมนเดล การเขียนแผนภาพแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม</li> <li>2. ครูให้นักเรียนดูภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม และถามนักเรียนถึงสิ่งที่ภาพสื่อความหมาย</li> <li>3. ตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มรวบรวมและจัดกระทำข้อมูลที่ได้อธิบายประเด็นเพื่อนำเสนอ ครูช่วยแก้ไขส่วนที่นำเสนอคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง</li> <li>4. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม ว่า โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอที่ต่อกันแน่นไปโดยมีโปรตีนเป็นตัวช่วยในการขดของดีเอ็นเอ ส่วนยีนคือช่วงหนึ่งของดีเอ็นเอที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละลักษณะ</li> </ol> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ประเมินจากการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม การทำชิ้นงาน การตอบคำถาม และการนำเสนอข้อมูล</p>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
BP3-3.14 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ในร่างกายของโครโมโซม โดยให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมเริ่มต้น และจำนวนโครโมโซมสุดท้ายที่ได้จากการแบ่งเซลล์ทั้งสองชนิด	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ในร่างกายของโครโมโซม โดยให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมเริ่มต้น และจำนวนโครโมโซมสุดท้ายที่ได้จากการแบ่งเซลล์ทั้งสองชนิด 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมและจัดกระทำข้อมูลเพื่อนำเสนอ ครูช่วยแก้ไขส่วนที่นำเสนอคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง 3. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และจำนวนโครโมโซมที่เพิ่มจำนวนเซลล์ในร่างกายว่า จำนวนโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะมีเพียงครึ่งหนึ่งของโครโมโซมร่างกาย ส่วนจำนวนโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกายจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ตั้งต้น
BP3-3.15 สังเกต และเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมในเพศชายและเพศหญิง	<b>การวัดและประเมินผล</b> ประเมินจากการนำเสนอข้อมูลเพื่ออธิบายและเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และที่ได้จากการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย 1. นักเรียนพิจารณาภาพที่แสดงโครโมโซมของเพศชายและเพศหญิง สังเกตเพื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างของคาริโอไทป์ของทั้งสองเพศ 2. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับ ความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมในเพศชายและเพศหญิงว่า ในมนุษย์จะมีโครโมโซม 44 คู่ ที่มีลักษณะเหมือนกันชื่อเป็นคู่ของเพศ ต่างกันที่โครโมโซมคู่สุดท้าย โดยในเพศชายมีโครโมโซมเป็น XY และในเพศหญิงมีโครโมโซมเป็น XX
BP3-3.16 รวบรวมข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างกลุ่มอาการที่เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมหรือความผิดปกติ	<b>การวัดและประเมินผล</b> ประเมินจากการนำเสนอเพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมในเพศชายและเพศหญิง 1. ครูให้นักเรียนดูภาพผู้ป่วยกลุ่มอาการดาวน์ ผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย ภาพสัญญาณไฟฟ้าจากรูปร่างที่เห็นโดยคนสายตาบอด และภาพสัญญาณไฟฟ้าจากรูปร่างที่เห็นโดยคนตาบอดดี 2. นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพื่ออธิบายความผิดปกติตามข้อ 1 ว่าเป็นความผิดปกติอันมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม หรือเป็นความผิดปกติของยีน รวมถึงยกตัวอย่างกลุ่มอาการอื่นๆ ที่เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมหรือความผิดปกติของยีนเพิ่มเติม

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
ของยื่น	<p>3. นักเรียนร่วมกันรวบรวมและจัดกระทำข้อมูลเพื่ออธิบายถึงสาเหตุของความผิดปกติในข้อ 1 และข้อ 2</p> <p>4. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปความรู้เกี่ยวกับกลุ่มอาการที่เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมหรือความผิดปกติของยีน ว่า กลุ่มอาการตาวัวเป็นตัวอย่างของความผิดปกติของจำนวนโครโมโซม โดยผู้ป่วยมีโครโมโซมแท่งที่ 21 เกินมา 1 แท่ง ทำให้เกิดความผิดปกติทางร่างกาย และมีพัฒนาการทางสมองช้า ส่วนโรคธาลัสซีเมียและภาวะตาบอดสี เป็นตัวอย่างของความผิดปกติอันเนื่องมาจากยีน</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ประเมินจากอธิบายและยกตัวอย่างกลุ่มอาการที่เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมหรือความผิดปกติของยีน</p>
BP3-3.17 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ และอภิปรายผลของเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมและการโคลนต่อ	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพื่ออธิบายประโยชน์และเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมและการโคลนโดยยกตัวอย่างประกอบที่เป็นรูปธรรม</p> <p>2. ตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มรวบรวมและจัดกระทำข้อมูลเพื่อนำเสนอ ครูช่วยแก้ไขส่วนที่นำเสนอคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง</p> <p>3. ครูยกตัวอย่างหัวข้อข่าวที่เป็นความสำเร็จด้านเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมและการโคลนของไทยให้นักเรียนได้ฟัง 2-3 หัวข้อ ร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนจนนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับประโยชน์ของเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมและการโคลนว่าเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมและการโคลนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย ทั้งด้านการแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม ส่วนการโคลนมีการนำไปใช้ในการขยายพันธุ์พืชเศรษฐกิจ โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>ประเมินจากการนำเสนอข้อมูลเพื่ออธิบายประโยชน์ของเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมและการโคลน</p>
ESP3-3.4 สังเกต วิเคราะห์และอธิบาย การเปลี่ยนแปลงเส้นทางซิงตักของดวงอาทิตย์ในรอบปี และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น	<p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมจำลองการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ เพื่อศึกษาเส้นทางของการซิงตักของดวงอาทิตย์ โดยใช้ชุดจำลองดังกล่าว</p>

<p><b>ตัวชี้วัดชั้นปี</b></p> <p>บมโลก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งขั้วโลกของดวงอาทิตย์</p>	<p style="text-align: center;"><b>ตัวอย่าง</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <p style="text-align: center;">ชุดแสงจากดวงอาทิตย์      ลูกโลก      ชุดท้องฟ้า (ใช้ขาตั้งพร้อมไม้หนีบติดกับปากกาแทนได้)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นำชุดท้องฟ้าไปติดบนลูกโลก โดยให้ แนวทิศตะวันออกตะวันตกในชุดท้องฟ้า ทาบไปกับเส้นศูนย์สูตรของลูกโลก และทิศเหนือและทิศใต้บนชุดท้องฟ้าชี้ไปทางขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ตามลำดับ</li> <li>นำชุดอุปกรณ์จากข้อ 2 ไปวางบนตำแหน่งที่ 1 บนชุดแสงจากดวงอาทิตย์ (แทนตำแหน่งวันที่ 21 มีนาคม) โดยชี้แนวแกนเอียงของลูกโลก เหมือนกับแนวการเอียงของโลกเมื่อโลกโคจรมาน ณ ตำแหน่งวันที่ 21 มีนาคม จากนั้นปรับรับสายปากกาจากชุดแสงจากดวงอาทิตย์จรดกับขอบฟ้าทิศตะวันออกของชุดท้องฟ้าพอดี</li> <li>ใช้มือหมุนโลกจำลองให้หมุนรอบตัวเอง จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก สังเกตแนวเส้นของปากกาที่เกิดขึ้น (แสดงแนวแนวทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า)</li> <li>ทำการทดลองเช่นเดิม แต่เปลี่ยนตำแหน่งของ ลูกโลกไปยังตำแหน่ง 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งแสดงตำแหน่งของโลกเมื่อโคจรรอบดวงอาทิตย์ เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 23 กันยายน และ 22 ธันวาคม ตามลำดับ แต่ให้สายปากกาจากชุดแสงจากดวงอาทิตย์มีความสูงระดับเดิมกับเมื่อใช้ในตำแหน่งที่ 1 และสังเกตแนวเส้นของปากกาที่เกิดขึ้นบนชุดท้องฟ้า</li> <li>เมื่อทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่ได้ข้อมูลแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร</li> <li>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามต่อไปนี้             <ul style="list-style-type: none"> <li>- แนวการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในแต่ละตำแหน่ง เมื่อโคจรรอบโลกเป็นอย่างไร และอะไรเป็นสาเหตุให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว</li> </ul> </li> </ol>
---	---

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
	<p>- ในขณะที่ซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน ซีกโลกใต้เป็นฤดูใบไม้ร่วง</p> <p>- ดวงอาทิตย์เที่ยงคืน เกิดขึ้นตำแหน่งโอบโลก และในช่วงเดือนใด</p> <p>- ในชีวิตประจำวันนั้นนักเรียนพบเห็นเหตุการณ์ใดที่สอดคล้องกับการทดลองบ้างให้นักเรียนอธิบาย</p> <p>- การที่ดวงอาทิตย์มีตำแหน่งการขึ้นตกเปลี่ยนแปลงไปในรอบปี ส่งผลให้เกิดสิ่งใดขึ้นบ้าง</p> <p>8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะแกนโลกเอียงเมื่อเทียบกับระนาบการโคจรของดวงอาทิตย์ทำให้ แนวการขึ้นตกของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงไปในรอบปีและวนซ้ำเป็นวัฏจักร โดยการขึ้นตกของดวงอาทิตย์จะเกิดไม่ตรงตำแหน่งเดิม และส่งผลให้ระยะเวลาของกลางวันและกลางคืนในแต่ละช่วงของรอบปียาวไม่เท่ากัน</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การอธิบายการเปลี่ยนแปลงเส้นทางการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในรอบปีจากการทำกิจกรรม</li> <li>2. การอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการขึ้นตกของดวงอาทิตย์</li> </ol>
<p>ESP3-3.9 ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตน้ำขึ้นน้ำลงกับข้างขึ้นข้างแรม</p> <p>ESP3-3.5.1 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์และอธิบายสาเหตุของการมองเห็นดวงจันทร์ด้านเดียว และการขึ้นตกของดวงจันทร์ ซ้ำลงไปในแต่ละวัน*</p> <p>ESP3-3.5.2 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์และอธิบายการ</p>	<p>1. ครูนำภาพเกี่ยวกับการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละวันให้นักเรียนสังเกต <b>น้ำขึ้นน้ำลง</b> และ <b>น้ำขึ้นน้ำลง</b> เป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์กระทำต่อโลกที่มีค่าไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งบนพื้นผิวโลก ส่งผลให้น้ำที่เป็นองค์ประกอบ 2 ใน 3 ของพื้นโลกได้รับผลกระทบ โดยน้ำที่อยู่บนโลกด้านใกล้ดวงจันทร์จะถูกแรงดึงดูดเข้าหาดวงจันทร์มากกว่า และน้ำบนโลกในบริเวณตรงกันข้ามเคลื่อนที่ช้ากว่าพื้นดิน จึงเกิดน้ำขึ้นบริเวณที่อยู่ใกล้และไกลสุดจากดวงจันทร์ ส่วนด้านที่เหลือจะเกิดน้ำลง เมื่อโลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบจะทำให้บริเวณผิวโลกด้านใกล้ดวงจันทร์มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งไป จึงทำให้ เกิดน้ำขึ้นและน้ำลง วันละ 2 รอบ</p> <p>4. ครูให้นักเรียนวาดภาพ โลก และดวงจันทร์ พร้อมทั้งบอกตำแหน่งในบนโลกที่เกิดขึ้น ตำแหน่งใดที่เกิดขึ้นน้ำลง</p> <p>5. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อสำรวจระดับน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละวันว่า มีระดับเดียวกัน หรือไม่ โดยให้ข้อมูล ระดับน้ำขึ้นสูงสุด และลดต่ำสุดในแต่ละวัน เป็นเวลา หนึ่งเดือน (โดยใช้ข้อมูลข้างขึ้นข้างแรมกำกับด้วย) และให้นักเรียน</p>

**ตัวชี้วัดชั้นปี**

เกิดน้ำขึ้นน้ำลง และ  
ความสัมพันธ์ระหว่าง  
เกิดน้ำขึ้นน้ำลงกับข้างขึ้น  
ข้างแรม\*

**ตัวอย่าง**

เขียนกราฟแสดงข้อมูลดังกล่าว

ตาราง 1.2 ข้อมูลระดับน้ำทะเลต่ำสุด และสูงสุด

ในวันที่ 26 พฤศจิกายน 2554 ณ เกาะตะกั่วหมื่น จ.ภูเก็ต

วันที่	ระดับน้ำ (เมตร)		วันที่	ระดับน้ำ (เมตร)	
	ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด
26 พ.ย. (ขึ้น 1 ค่ำ)	3.5	0.7	11 ธ.ค. (แรม 1 ค่ำ)	3.3	0.9
27 พ.ย. (ขึ้น 2 ค่ำ)	3.4	0.7	12 ธ.ค. (แรม 2 ค่ำ)	3.2	0.9
28 พ.ย. (ขึ้น 3 ค่ำ)	3.4	0.8	13 ธ.ค. (แรม 3 ค่ำ)	3.3	0.9
29 พ.ย. (ขึ้น 4 ค่ำ)	3.3	0.9	14 ธ.ค. (แรม 4 ค่ำ)	3.3	0.9
30 พ.ย. (ขึ้น 5 ค่ำ)	3.1	1.1	15 ธ.ค. (แรม 5 ค่ำ)	3.2	1.0
1 ธ.ค. (ขึ้น 6 ค่ำ)	2.9	1.3	16 ธ.ค. (แรม 6 ค่ำ)	3.1	1.0
2 ธ.ค. (ขึ้น 7 ค่ำ)	2.7	1.4	17 ธ.ค. (แรม 7 ค่ำ)	2.9	1.1
3 ธ.ค. (ขึ้น 8 ค่ำ)	2.5	1.5	18 ธ.ค. (แรม 8 ค่ำ)	2.7	1.2
4 ธ.ค. (ขึ้น 9 ค่ำ)	2.5	1.6	19 ธ.ค. (แรม 9 ค่ำ)	2.7	1.3
5 ธ.ค. (ขึ้น 10 ค่ำ)	2.6	1.6	20 ธ.ค. (แรม 10 ค่ำ)	2.8	1.3
6 ธ.ค. (ขึ้น 11 ค่ำ)	2.8	1.5	21 ธ.ค. (แรม 11 ค่ำ)	2.9	1.2
7 ธ.ค. (ขึ้น 12 ค่ำ)	2.9	1.4	22 ธ.ค. (แรม 12 ค่ำ)	3.1	1.2
8 ธ.ค. (ขึ้น 13 ค่ำ)	3.0	1.2	23 ธ.ค. (แรม 13 ค่ำ)	3.2	1.0
9 ธ.ค. (ขึ้น 14 ค่ำ)	3.1	1.1	24 ธ.ค. (แรม 14 ค่ำ)	3.3	0.8
10 ธ.ค. (ขึ้น 15 ค่ำ)	3.2	1.0	25 ธ.ค. (ขึ้น 1 ค่ำ)	3.4	0.7

**ตัวอย่างตารางข้อมูล**

6. ครูให้นักเรียนนำเสนอกราฟที่ได้ และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้ประเด็นดังนี้

- วันที่ที่มีความแตกต่างของระดับน้ำทะเลมากที่สุด (วันน้ำเกิด) และเป็นวันข้างขึ้นหรือข้างแรมเท่าใด
- วันที่ที่มีความแตกต่างของระดับน้ำทะเลน้อยที่สุด(วันน้ำตาย) และเป็นวันข้างขึ้นหรือข้างแรมเท่าใด

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
	<p>- ในช่วงเดือนอื่นๆ ระดับความแตกต่างของน้ำหนักจะเป็นเช่นนี้หรือไม่ อย่างไร</p> <p>- ระดับความแตกต่างของความสูงของน้ำหนัก มีความสัมพันธ์กับช่วงชั้นอย่างไรหรือไม่</p> <p>- ช่วงเวลาที่น้ำหนักขึ้นและน้ำหนักลงในแต่ละวัน เป็นช่วงเดียวกันหรือไม่ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น</p> <p>7. ครูให้นักเรียนวาดภาพแสดง ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ ปรากฏอยู่ 4 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งช่วง วันข้างขึ้น 8 ค่ำ ข้างขึ้น 15 ค่ำ ข้างแรม 8 ค่ำ และ ข้างแรม 15 ค่ำ พร้อมทั้งระบุ ว่าช่วงดังกล่าวเป็นวันน้ำเกิดหรือน้ำตาย</p> <p>8. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า สาเหตุใดจึงทำให้ ช่วงวันดังกล่าวเป็นวันน้ำเกิดหรือน้ำตาย มีปัจจัยใดส่งผลให้เป็นเช่นนั้น</p> <p>9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า วันที่มีความแตกต่างของน้ำหนักหรือเรียกว่า วันน้ำเกิด ซึ่งจะเกิดขึ้นในวันขึ้น 8 ค่ำและวันแรม 15 ค่ำ ส่วนวันที่มีความแตกต่างของระดับน้ำทะเลน้อยสุดเรียกว่า วันน้ำตาย ซึ่งจะเกิดขึ้นในวันขึ้น 8 ค่ำและวันแรม 8 ค่ำ สาเหตุเนื่องมาจาก อิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์มาเสริม และหักล้างกับแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์ ในวันน้ำเกิดและวันน้ำตายตามลำดับ ในแต่ละวันเวลาที่น้ำขึ้นน้ำลงเกิดขึ้นจะแตกต่างกันโดยจะเกิดขึ้นช้าลงวันละประมาณ 50 นาที เนื่องจากดวงจันทร์โคจรรอบโลกจึงมีการเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>การอธิบายความสัมพันธ์ของน้ำหนักขึ้นน้ำลงและข้างขึ้นข้างแรมจากแบบจำลอง</p>
<p>ESP3-3.6 ใช้แบบจำลองเพื่อเขียนสรุปสมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์แต่ละดวงในระบบสุริยะ</p> <p>ESP3-3.3.1 รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ สมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์แต่ละดวงในระบบสุริยะและจำแนกดาวเคราะห์เป็นกลุ่ม*</p>	<p>1. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม เพื่อสืบค้น สมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ</p> <p>2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกสมบัติหรือองค์ประกอบของดาวเคราะห์ 1 ลักษณะ เช่น ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ หรือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือ ส่วนประกอบเป็นต้น เพื่อทำแบบจำลองดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน</p> <p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปสมบัติและองค์ประกอบของดาวเคราะห์แต่ละดวง</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>-จากชิ้นงานการสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงสมบัติของดาวเคราะห์ และการนำเสนอข้อมูลดังกล่าวหน้าชั้นเรียน</p>



ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
<p>การวัดและประเมินผล การบอกตำแหน่งกลุ่มดาวฤกษ์โดยใช้แผนที่ดาว</p> <p>ESP3-3.3 ยกตัวอย่างกลุ่มดาวฤกษ์ที่จัดเป็นกลุ่มดาวจักรราศีและบอกเหตุผลสนับสนุน</p> <p>ESP3-3.1 อธิบายการจัดกลุ่มดาวฤกษ์เป็นกลุ่มดาวจักรราศี*</p>	<p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>การบอกตำแหน่งกลุ่มดาวฤกษ์โดยใช้แผนที่ดาว</p> <p>1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมบทบาทสมมติเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับกลุ่มดาวจักรราศีต่อไปนี้เป็น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- โดยให้นักเรียนคนที่ 1 แทนผู้สังเกตบนโลก นักเรียนคนที่ 2 แทนดวงอาทิตย์ จากนั้นให้นักเรียนคนที่ 2 ยืนอยู่ตรงกลางห้อง และให้นักเรียนคนที่หนึ่งเดินรอบ นักเรียนคนที่สอง (แทนการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์)</li> <li>- ให้นักเรียนคนที่ 1 ที่เดินรอบนักเรียนคนที่สองนั้นหยุดและบันทึกเวลาที่ปรากฏด้านหลังของนักเรียนคนที่ 2 ซ้ำอีก 2 ครั้ง นักเรียนคนที่ 1 เดินเปลี่ยนตำแหน่ง และบันทึกเวลาที่ปรากฏด้านหลังของนักเรียนคนที่ 2 ซ้ำอีก 2 ครั้ง</li> </ul> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการทำงานบทสมมติเพื่อเชื่อมโยงเกี่ยวกับการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ว่า เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ บันทึกเวลาที่ปรากฏด้านหลังของนักเรียนคนที่ 2 ซ้ำอีก 2 ครั้ง</p> <p>3. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างกลุ่มดาวจักรราศีในแต่ละเดือน พร้อมอธิบายเหตุผลว่าเหตุใดจึงจัดเป็นกลุ่มดาวจักรราศี และปรากฏดวงอาทิตย์ในกลุ่มดาวนี้ในช่วงเดือนใด</p> <p><b>การวัดและประเมินผล</b></p> <p>การยกตัวอย่างและการอธิบายเหตุผลการเป็นกลุ่มดาวจักรราศีในแต่ละเดือน</p>
<p>ESP3-3.12 สืบค้น และบรรยายประเภทและประโยชน์ของกล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบยานขนส่งอวกาศ และสถานีอวกาศ</p> <p>ESP3-3.6 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์และบรรยายลักษณะและประโยชน์ของ</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนเป็นกลุ่ม และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกสื่อบันทึกข้อมูล 1 ข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบโปสเตอร์เกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศ โดยเลือกหัวข้อดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กล้องโทรทรรศน์</li> <li>- จรวด</li> <li>- ดาวเทียม</li> <li>- ยานอวกาศ และระบบขนส่งอวกาศ</li> <li>- สถานีอวกาศ</li> </ul> <p>โดยให้สืบค้น ในประเด็นต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- หลักการทำงาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง</li> <li>- ประโยชน์/ หน้าที่</li> </ul>

ตัวชี้วัดชั้นปี	ตัวอย่าง
จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ ระบบขนส่งยานอวกาศ และสถานีอวกาศ* ESP3-3.7 รวบรวมข้อมูล และบรรยายประโยชน์ของ กล้องโทรทรรศน์ประเภท ต่างๆ* ESP3-3.7.1 รวบรวมข้อมูล และบรรยายสถานการณ์ การใช้ประโยชน์จาก เทคโนโลยีอวกาศของไทย*	- วิทยนาการของเทคโนโลยีดังกล่าว 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโปสเตอร์ข้อมูลที่สืบค้นหา โดยติดบนผนังห้องเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมต้นคิดวิชาข้อมูล ของกลุ่มอื่น และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำถาม เกี่ยวกับเรื่องนี้ๆ ไปสแตนด์โต๊ะ1 คำถาม 3. ครูให้นักเรียนกลุ่มแต่ละกลุ่มตอบคำถามที่เพื่อนเขียนไว้ เท่าที่สามารถตอบได้ หากคำถามข้อไหนตอบไม่ได้ เป็นตอบในเชิง ความคิดเห็น หรือการคาดเดาโดยมีเหตุผลประกอบ <b>การวัดและประเมินผล</b> - การนำเสนอข้อมูลตามหัวข้อที่เลือก





# สสวท

ภาคผนวก



## เอกสารอ้างอิง

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว, 2554.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว, 2556.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว, 2556.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว, 2556.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว, 2556.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว, 2556.

## แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

- [http://www.sc.mahidol.ac.th/scpy/Optics/basic\\_laser.htm](http://www.sc.mahidol.ac.th/scpy/Optics/basic_laser.htm) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเลเซอร์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- <http://www.rmutphysics.com/> ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.
- <http://escivocab.ipst.ac.th/> พจนานุกรมศัพท์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ออนไลน์ โดย สสวท. สถาบันสิ่งแวดลอมไทย
- <http://www.tei.or.th/> องค์การนาซ่า
- <http://www.nasa.gov>

## อภิธานศัพท์

## ความหมายของคำกริยาในตัวชี้วัด

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
1.	กำหนดปัญหา	define problem	ระบุคำถาม ประเด็น หรือ สถานการณ์ ที่เป็นข้อสงสัย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรืออภิปรายร่วมกัน
2.	แก้ปัญหา	solve problem	หาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยตรง และปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิค และวิธีการต่างๆ
3.	เขียนแผนผัง / วาดภาพ	construct diagram / illustrate	นำเสนอข้อมูลหรือผลการสำรวจตรวจสอบด้วยแผนผัง กราฟ หรือ ภาพวาด
4.	คาดคะเน	predict	คาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ และประสบการณ์ที่มี
5.	คำนวณ	calculate	หาผลลัพธ์จากข้อมูลโดยใช้หลักการ ทฤษฎี หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์
6.	จำแนก	classify	จัดกลุ่มของสิ่งต่างๆ โดยอาศัยลักษณะที่เหมือนกันเป็นเกณฑ์
7.	ตั้งคำถาม	ask question	พูดหรือเขียนประโยคหรือวลีเพื่อให้ได้มาซึ่งการค้นหาคำตอบที่ต้องการ
8.	ทดลอง	conduct experiment	ปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของคำถามหรือปัญหา ในการทดลอง โดยตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดตัวแปรและวางแผนดำเนินการเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
9.	นำเสนอ	present	แสดงข้อมูล เรื่องราว หรือ ความคิด เพื่อให้ผู้อื่นรับรู้หรือพิจารณา
10.	บรรยาย	describe	ให้รายละเอียดของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้ผู้อื่นได้รับรู้ด้วยการบอกหรือเขียน
11.	บอก	tell	ให้ข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่ผู้อื่นด้วยการพูดหรือเขียน
12.	บันทึก	record	เขียนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต เพื่อช่วยจำหรือเพื่อเป็นหลักฐาน
13.	เปรียบเทียบ	compare	บอกความเหมือน และ/หรือ ความแตกต่างของสิ่งที่เทียบเคียงกัน
14.	แปลความหมาย	interpret	แสดงความหมายของข้อมูลจากหลักฐานที่ปรากฏเพื่อลงข้อสรุป

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
15.	ยกตัวอย่าง	give examples	ให้ข้อมูล เหตุการณ์ หรือ สถานการณ์ เพื่อแสดงความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้
16.	ระบุ	identify	ชี้บอกสิ่งต่างๆ โดยใช้ข้อมูลประกอบอย่างเพียงพอ
17.	เลือกใช้	select	พิจารณาและตัดสินใจนำวัสดุ สิ่งของ อุปกรณ์ หรือวิธีการมาใช้ได้อย่างเหมาะสม
18.	วัด	measure	หาขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม
19.	วิเคราะห์	analyze	แยกแยะ จัดระบบ เปรียบเทียบ จัดลำดับ จัดจำแนก หรือเชื่อมโยงข้อมูล
20.	สร้างแบบจำลอง	construct model	นำเสนอแนวคิดหรือเหตุการณ์ในรูปของ แผนภาพ ชี้นงาน สมการ ข้อความ คำพูด และ/หรือ ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายความคิด วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่างๆ
21.	สังเกต	observe	หาข้อมูลด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าที่เหมาะสมตามข้อเท็จจริงที่ปรากฏ โดยไม่ใช่ประสบการณ์เดิมของผู้สังเกต
22.	สำรวจ	explore	หาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยใช้วิธีการและเทคนิคที่เหมาะสมเพื่อนำข้อมูลมาใช้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
23.	สืบค้นข้อมูล	search	หาข้อมูลหรือข้อสนเทศที่มีผู้รวบรวมไว้แล้วจากแหล่งต่างๆ มาใช้ประโยชน์
24.	สื่อสาร	communicate	นำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิด ข้อมูล หรือผลจากการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีที่เหมาะสม
25.	อธิบาย	explain	กล่าวถึงเรื่องราวต่างๆ อย่างมีเหตุผล และมีข้อมูลหรือประจักษ์พยานอ้างอิง
26.	อภิปราย	discuss	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นหรือคำถามอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของผู้อภิปรายและข้อมูลประกอบ
27.	ออกแบบการทดลอง	design experiment	กำหนดและวางแผนวิธีการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานและตัวแปรต่างๆ รวมทั้งการบันทึกข้อมูล

ผู้เข้าร่วมประชุมพิจารณาคู่่มือการใช้หลักสูตร

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	สังกัด
1	ผศ.ดร.อลิศรา ชูชาติ	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2	ผศ.ดร.ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงษ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3	ผศ.เลียง ชาทาธิคุณ	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4	นายสุนทร ศรีบุญเลิศ	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5	ดร.เดชา ศุภพิทยาภรณ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6	นางจารุณี กลินเกษร	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
7	นางจันทิมา สุขพัฒน์	โรงเรียนวัดราชาธิวาส
8	นางสาวจันทร์ตรี เศรษฐาวิวัฒน์	โรงเรียนโยธินบูรณะ
9	นางสาวฉลอง รุ่งเรือง	โรงเรียนธรรมโชติศึกษาลัย
10	นายสำราญ ศรีเยี่ยมทอง	โรงเรียนคลองลานวิทยา
11	นางบรรณารักษ์ ตัญจพัฒน์กุล	โรงเรียนดาราวิทยาลัย
12	นายสิทธิชัย ยางอิสาร	โรงเรียนปลาปากวิทยา
13	นางสาวศิริวรรณ ตรีเพชร	โรงเรียนกุยบุรีวิทยา
14	นางปิ่นอนงค์ แสงมณี	โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช
15	นางปัทมา จรเด่น	โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช
16	นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
17	นายกนกศักดิ์ ทองตั้ง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
18	นายวัฒน์ วัฒนากุล	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
19	นางสาวธนพรรณ ขาลี	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
20	นางสาวสุนิสา แสงมงคลพัฒน์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
21	นางสาวกมลนารี ลายคราม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
22	นางสาวโอรีสา สังข์กลมเกลี้ยง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
23	นายวิชริ ศรีคุ้ม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
24	นางสาวพลอยมรกต หุ่มเรืองวงศ์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
25	นายรักษพล ธนานวงศ์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
26	นางสาวสุนิสา สมสมัย	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
27	นายปิยพล อนุพาทธากร	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## รายชื่อผู้จัดทำ

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	สังกัด
1.	นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
2	นายกนกศักดิ์ ทองตั้ง	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
3.	นายวัฒน์ วัฒนากุล	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
4	นางสาวธนพรรณ ขาลี	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
5	นางสาวสุนิสา แสงมงคลพิพัฒน์	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
6.	นางสาวกมลนารี ปลายคราม	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
7	นางสาวโอริสา สังข์กลมเกลี้ยง	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
8	นายวชิร ศรีคุ้ม	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
9	นางสาวพลอยมรกต หุ้มนเรืองวงษ์	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
10	นายรักษพล ธนानวงศ์	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
11	นางสาวสุนิสา สมสมัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
12	ร.อ.ปิยพล อนุพุทธางกูร	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.

