

คำนำ

เอกสารหลักสูตรอบรมแบบ e-Training หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นหลักสูตรฝึกอบรมภายใต้โครงการพัฒนาหลักสูตรและพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษาโดยยึดถือภารกิจและพื้นที่เป็นฐานด้วยระบบ TEPE Online โดยความร่วมมือของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อพัฒนาผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการขององค์กร โดยพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ โดยใช้หลักสูตรและวิทยาการที่มีคุณภาพ เน้นการพัฒนาโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถเข้าถึงองค์ความรู้ในทุกที่ทุกเวลา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลักสูตรอบรมแบบ e-Training หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อยังประโยชน์ต่อระบบการศึกษาของประเทศไทยต่อไป

สารบัญ

คำนำ	1
หลักสูตร “หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย”	3
รายละเอียดหลักสูตร	4
คำอธิบายรายวิชา	4
วัตถุประสงค์	4
สาระการอบรม	4
กิจกรรมการอบรม	4
สื่อประกอบการอบรม	5
การวัดผลและประเมินผลการอบรม	5
บรรณานุกรม	5
เค้าโครงเนื้อหา	6
ตอนที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	8
ตอนที่ 2 การจัดทำหน่วยการเรียนรู้สู่แผนการจัดการเรียนรู้	17
ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	25
ตอนที่ 4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	39
ใบงานที่ 1	47
ใบงานที่ 2	48
ใบงานที่ 3	49
ใบงานที่ 4	50

หลักสูตร

หลักสูตรกลุ่มสารระการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์: โลก ดาราาสตร์ และอวกาศ สำหรับผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รหัส TEPE-02117

ชื่อหลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรกลุ่มสารระการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์: โลก ดาราาสตร์ และอวกาศ สำหรับผู้สอนระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย

ปรับปรุงเนื้อหาโดย

คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา

ดร.พิเชษฐ	จับจิตต์
ดร.สุทิดา	จำรัส
ดร.ลือชา	ลดาชาติ
รศ.ดร.พิมพ์พันธ์	เตชะคุปต์
รศ.พะเยาว์	ยินดีสุข

รายละเอียดหลักสูตร

คำอธิบายรายวิชา

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

1. ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
2. ผู้เรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้
3. ผู้เรียนสามารถอธิบายรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5Es) ได้
4. ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงวิธีการวัดและเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้

สาระการอบรม

ตอนที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การจัดทำหน่วยการเรียนรู้สู่แผนการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมการอบรม

1. ทำแบบทดสอบก่อนการอบรม
2. ศึกษาเนื้อหาสาระการอบรมจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์
3. ศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากใบความรู้
4. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้
5. ทำใบงาน/กิจกรรมที่กำหนด
6. แสดงความคิดเห็นตามประเด็นที่สนใจ
7. แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เข้ารับการอบรมกับวิทยากรประจำหลักสูตร
8. ทำแบบทดสอบหลังการอบรม

สื่อประกอบการอบรม

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
2. ใบความรู้
3. วีดิทัศน์
4. แหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
5. กระดานสนทนา (Web board)
6. ใบงาน

7. แบบทดสอบ

การวัดผลและประเมินผลการอบรม

วิธีการวัดผล

1. การทดสอบก่อนและหลังอบรม โดยผู้เข้ารับการอบรมจะต้องได้คะแนนการทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70
2. การเข้าร่วมกิจกรรม ได้แก่ ส่งงานตามใบงานที่กำหนด เข้าร่วมกิจกรรมบนกระดานสนทนา

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). คู่มือหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- วัฒนา มัคคสมัน. (2542). “การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้รูปแบบการสอนแบบโครงการสำหรับเด็กอนุบาล” การศึกษาปฐมวัย. 3(2) : 18 – 20.
- National Science Teachers Association.(1966). Helping children learn science. Washington D.C. : National Science Teachers Association

หลักสูตร TEPE-2117

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เค้าโครงเนื้อหา

ตอนที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวคิด

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

วัตถุประสงค์

ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

ตอนที่ 2 การจัดทำหน่วยการเรียนรู้สู่แผนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ควรลักษณะดังนี้ ต้องมีความละเอียด ชัดเจน มีหัวข้อและส่วนประกอบต่างๆ ครอบคลุมตามศาสตร์ของการสอน ควรเป็นแผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และส่วนประกอบต่างๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์เชื่อมโยง

วัตถุประสงค์

ผู้เรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้

ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

แนวคิด

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สืบสวนตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือ ให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียนเมื่ออยู่ในสถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

วัตถุประสงค์

ผู้เรียนสามารถอธิบายรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5Es) ได้

ตอนที่ 4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

แนวคิด

จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล เพื่อวินิจฉัย ความรู้ ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของนักเรียน สามารถใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับ

ให้แก่ตัวนักเรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด ใช้ข้อมูลในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ สามารถทำการเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน และจัดตำแหน่งว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มใด สูง กลาง หรือ ต่ำได้

วัตถุประสงค์

ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงวิธีการวัดและเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้

ตอนที่ 1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้ง 10 มาตรฐานดังนี้

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสารการเรียนรู้ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ไขปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ทำให้นเนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน

มาตรฐานที่ 2 การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้อย่างมีคุณธรรมและมีความสนใจใฝ่พัฒนาวิชาชีพของตนเอง

ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพ รวมทั้งเป็นผู้ที่เฝ้าหาโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง

มาตรฐานที่ 3 การจัดโอกาสในการเรียนรู้ตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน

เข้าใจถึงระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน จัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาสติปัญญา สังคม และบุคลิกภาพ

มาตรฐานที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน

เข้าใจถึงความแตกต่างของผู้เรียนและใช้ความแตกต่างดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาโอกาสในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียน

มาตรฐานที่ 5 การใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมเพื่อช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

เข้าใจวิธีการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การแก้ไขปัญหาและทักษะปฏิบัติ

มาตรฐานที่ 6 การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจ

เข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมของผู้เรียนหรือกลุ่มผู้เรียน และสามารถสร้างสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์กันทางบวกเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้และแรงบันดาลใจ

มาตรฐานที่ 7 การพัฒนาการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้

มีทักษะในการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูด การเขียนและการแสดงออก ใช้วิธีการสื่อสารเพื่อกระตุ้นให้มีการสืบเสาะหาความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์ และการทำงานร่วมกัน

มาตรฐานที่ 8 การพัฒนาหลักสูตร สารการเรียนรู้และการวางแผนการสอน

พัฒนาหลักสูตรที่อยู่บนพื้นฐานของสารและมาตรฐานการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและพัฒนาผู้เรียนได้เต็มศักยภาพ

มาตรฐานที่ 9 การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

ใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริงและนำผลการประเมินไปใช้เพื่อยืนยันถึงการพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องทั้งทางสติปัญญา สังคม ร่างกาย

มาตรฐานที่ 10 การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

ส่งเสริมความสัมพันธ์กับ ผู้ร่วมงานในสถานศึกษา ผู้ปกครอง และองค์กรในชุมชนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้ง 7 ข้อได้แก่

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และ ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะใน การสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและ การดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ ที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือใช้ในการแก้ปัญหา เป็นทักษะทางความคิดที่มีขั้นตอน เป็นเหตุเป็นผลที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่ๆ หรือเพื่อแก้ปัญหาหนึ่งๆ มีขั้นตอนและข้อกำหนดในการใช้กระบวนการใดบ้างนั้น ไม่มีข้อกำหนดหรือรูปแบบที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา หรือวิธีการหาความรู้ในแต่ละเรื่อง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่พึงประสงค์ที่จะต้องสร้างให้เกิดขึ้นในผู้เรียน จนเป็นนิสัย เพื่อให้เป็นผู้ที่คิดอย่างมีระบบ มีเหตุผล และตัดสินใจด้วยข้อมูล มีการจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้หลายประการดังนี้

1. การสังเกต (observation)

เป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความปลอดภัยที่ต้องคำนึงถึงในการสังเกต

1. การชิม การดม สิ่งที่ไม่แน่ใจ หรือ สารอันตราย
2. การสัมผัสสารอันตราย
3. การสัมผัสสิ่งของร้อน
4. การตะโกนกรอกหู ฟังเสียงดัง
5. การจ้องมองดวงอาทิตย์
6. อื่น ๆ

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

1. ชี้อธิบาย และบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (measurement)

เป็นการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

1. เลือกเครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัด
3. บอกวิธีวัดและวิธีการใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อนุหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท (classification)

เป็นการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับ วัตถุ สิ่งของที่ปรากฏอยู่ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งได้ ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และ สเปสกับเวลา (space/space relationship and space/time relationship)

สเปสของวัตถุเป็นที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และ ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

- วาดรูป 2 มิติจากวัตถุ 3 มิติ
- บอกชื่อของรูปทรง
- บอกและวาดเงาของวัตถุ

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

1. ชี้ป้รูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้
2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้
3. บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น
 - ระบุรูป 3 มิติที่เห็น เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา
 - บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5. การคำนวณ (using number)

เป็นการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดย การบวก การลบ การคูณ การหาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

1. การนับ ได้แก่
 - นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
 - ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
 - ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
2. การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่
 - คิดคำนวณได้ถูกต้อง
 - บอกวิธีคิดคำนวณได้

- แสดงวิธีการคำนวณได้
- 3. การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่
 - หาค่าเฉลี่ย
 - แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication)

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหา ความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม
2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูล
3. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น
5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นได้เข้าใจ

6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)

เป็นการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (prediction)

เป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ ทำได้ 2 แบบ

1. การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่
2. การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

- ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ที่มีอยู่ได้
- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (formulated hypothesis)

เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัว

แปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ หากคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defending operationally)

เป็นการกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถวัดได้

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

11. กำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) ในการกำหนดตัวแปรจะต้องบ่งบอก ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง

1. ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุ ไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใดๆ ทั้งสิ้น ตัวแปรนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้นจริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรที่ควบคุมโดยตัวแปรตัวแปรต้น ไม่มีความเป็นอิสระในตัวเอง สิ่งที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไป

3. ตัวแปรควบคุม เป็นตัวแปรที่ควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลอง นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้เกิดผลการทดลองผิดพลาด

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

ชี้แจงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

12. การทดลอง (experimenting)

การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการทดลองว่า มีวิธีการทดลองอย่างไร สิ่งใดจะดำเนินการก่อนและหลังเป็นลำดับขั้นตอนอย่างไร ควรใช้วัสดุอุปกรณ์/ สารเคมีอะไรบ้าง มีการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมอย่างไร

2. ปฏิบัติการทดลอง เป็นการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผล เป็นการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ ผลที่ได้จากการบันทึกนี้จะเป็นข้อมูลของตัวแปรตาม

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

1. การออกแบบการทดลอง กำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์สารเคมีได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

2. ปฏิบัติการทดลอง ทำการทดลองและใช้เครื่องมือได้คล่องแคล่วและถูกต้องเหมาะสม

3. การบันทึกผลการทดลอง ออกแบบตารางการบันทึกผลได้เหมาะสมกับข้อมูล

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

การตีความหมายของข้อมูล เป็นการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป เป็นการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่างข้อความที่แสดงทักษะ

1. แปลความหมาย หรือ บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

14. การสร้างแบบจำลอง (making model)

การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อใช้ในการอธิบายกระบวนการความสัมพันธ์ สถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นระบบหรือมีความสลับซับซ้อน แบบจำลองที่สร้างขึ้น อาจเป็นแบบจำลองอย่างง่าย เช่น แบบจำลองทางกายภาพ ไปจนถึงแบบจำลองที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น แบบจำลองแนวคิด หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แนวทางในการสร้างแบบจำลองเป็นการใช้การเปรียบเทียบ อุปลักษณ์ และอุปมาอุปไมย ซึ่งการเรียนการสอนโดยการใช้แบบจำลองจะส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยการเปรียบเทียบสิ่งที่คุ้นเคยกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบ (Analogy) จะเป็นการเปรียบเทียบของระบบสองระบบ ซึ่งจะเน้นไปที่การเทียบเคียงกระบวนการหรือความสัมพันธ์ภายในระบบหนึ่งกับกระบวนการหรือความสัมพันธ์ภายในระบบที่สอง เช่น

อุปมาอุปไมย (Simile) เป็นการนำสิ่งที่มีลักษณะเหมือนกันมาเปรียบเทียบกัน เพื่อช่วยให้เข้าใจสิ่งที่พูดถึงได้ชัดเจนขึ้น โดยมีคำว่า เหมือน คล้าย เป็นต้น

อุปลักษณ์ (Metaphor) เป็นการเปรียบเทียบที่มีใช้การเปรียบเทียบโดยตรงแต่เป็นการนำลักษณะเด่นหรือนำชื่อของสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบมากล่าว ซึ่งต้องอาศัยการตีความยกตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับชั้นพลังงานของอิเล็กตรอนกับบันได จะได้ข้อความดังต่อไปนี้

การเปรียบเทียบ: อิเล็กตรอนในแต่ละระดับชั้นพลังงานในอะตอมเหมือนกับการยืนบนชั้นบันได โดยเราไม่สามารถจะยืนอยู่ระหว่างชั้นบันไดได้ เหมือนที่อิเล็กตรอนไม่สามารถอยู่ระหว่างชั้นพลังงานได้

อุปลักษณ์: ระดับชั้นพลังงานเป็นชั้นบันได

อุปมาอุปไมย: อิเล็กตรอนในระดับชั้นพลังงานเหมือนกับยืนบนชั้นบันได

รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ การเปรียบเทียบ อุปลักษณ์ และอุปมาอุปไมย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดเนื้อหาหรือแนวคิดหลัก
2. นำเสนอสิ่งที่จะเปรียบเทียบซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 สิ่ง
3. ระบุดัชนีสำคัญของสิ่งที่ใช้เปรียบเทียบที่ทำให้เกิดการเปรียบเทียบกับแนวคิดเป้าหมาย
4. อภิปรายลักษณะร่วมของระบบทั้งสอง
5. บอกความแตกต่างของสิ่งนำมาเปรียบเทียบกับแนวคิดเป้าหมาย

6. ประเมินสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบว่าถูกต้องหรือเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจมากขึ้นเพียงใด

สรุป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นผู้ที่คิดอย่างมีระบบ มีเหตุผล และตัดสินใจได้ด้วยข้อมูล มีการจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้หลายประการดังนี้ 1. การสังเกต (observation) 2. การวัด (measurement) 3. การจำแนกประเภท (classification) 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และ สเปสกับเวลา (space/space relationship and space/time relationship) 5. การคำนวณ (using number) 6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication) 7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) 8. การพยากรณ์ (prediction) 9. การตั้งสมมติฐาน (formulated hypothesis) 10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defending operationally) 11. กำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) 12. การทดลอง (experimenting) 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) 14. การสร้างแบบจำลอง (making model)

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1

ตอนที่ 2 การจัดทำหน่วยการเรียนรู้สู่แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ หรือแผนการสอน หมายถึง ลำดับขั้นตอนหรือกิจกรรมทั้งหมดของผู้สอนและผู้เรียน ที่ผู้สอนกำหนดไว้เป็นแนวทางในการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์โดยผู้สอนเป็นผู้วางแผนการสอน กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอน (ภพ เลาไพบูลย์, 2537) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูได้เตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนสอนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหาของบทเรียน ผู้เรียนและสภาพแวดล้อมของโรงเรียน แผนการจัดการเรียนรู้จึงจะช่วยให้เกิดประสิทธิผลมากที่สุด

ขั้นตอนการจัดทำหน่วยการเรียนรู้สู่แผนการจัดการเรียนรู้

1. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด / สารการเรียนรู้แกนกลาง
 - 1.1 สารการเรียนรู้เนื้อหา (K) กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติได้ (P) ผลที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน (A)
 - 1.2 คำอธิบายรายวิชา
2. วิเคราะห์ขอบข่าย / ตัวชี้วัด / สารการเรียนรู้แกนกลาง
 - 2.1 สารการเรียนรู้แต่ละชั้น (ผังมโนทัศน์)
 - 2.2 โครงสร้างรายวิชา
3. โครงสร้างรายวิชา
4. จัดทำหน่วยการเรียนรู้แต่ละชั้น
 - 4.1 ชื่อสื่อการเรียนรู้
 - 4.2 มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด
 - 4.3 หัวข้อของสารการเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
 - 4.4 จำนวนชั่วโมงในแต่ละการเรียนรู้
5. กำหนดหัวข้อจัดทำหน่วยของแผนการเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
 - 5.1 จำนวนแผนการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย
 - 5.2 ชื่อแผนการเรียนรู้
 - 5.3 จำนวนชั่วโมงของแต่ละแผนการเรียนรู้

ตัวอย่างการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา

การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : เคมี

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยา ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด (รายวิชา พื้นฐาน) ชั้น มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4	สารการเรียนรู้แกนกลาง/ท้องถิ่น		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะ (A)
1. สืบค้น และอธิบาย การเกิดวิวัฒนาการ ของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ	- เอกภพกำเนิด ณ จุดที่ เรียกว่าบิกแบง เป็นจุดที่ พลังงานเริ่มเปลี่ยนเป็น สสาร เกิดเป็นอนุภาค ควาร์ก อิเล็กตรอน นิวตริ โน พร้อมปฏิอนุภาค เมื่อ อุณหภูมิของเอกภพลด ต่ำลง ควาร์กจะเริ่มรวมตัว กันเป็นอนุภาคพื้นฐาน คือ โปรตอน และนิวตรอน ต่อมาโปรตอน ต่อมา โปรตอนและนิวตรอน รวมตัวกันเป็นนิวเคลียส ของฮีเลียม และเกิดเป็น อะตอมของไฮโดรเจนและ ฮีเลียม ซึ่งเป็น องค์ประกอบส่วนใหญ่ของ เนบิวลาดั้งเดิม เนบิวลา ดั้งเดิมกระจายอยู่เป็น หย่อมๆ กลายเป็นระบบ กาแล็กซี ภายในกาแล็กซี เกิดเป็นดาวฤกษ์ และ ระบบดาวฤกษ์	- การสังเกต - การจำแนก - การตั้งสมมติฐาน - การแก้ปัญหา	- สนใจ ใฝ่รู้ - ความคิดรอบคอบ ก่อนตัดสินใจ - มีเหตุผล - กระบวนการกลุ่ม
2. สืบค้น และอธิบาย ธรรมชาติ และ วิวัฒนาการของดาว ฤกษ์	- ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊ส ร้อนขนาดใหญ่ กำเนิดมา จากเนบิวลา ที่มี องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น ธาตุไฮโดรเจน ที่แกนกลาง ของดาวฤกษ์จะ เกิดปฏิกิริยาเทอร์โม นิวเคลียร์ หลอมนิวเคลียส ของไฮโดรเจนเป็น นิวเคลียสของฮีเลียม ได้	- การสังเกต - การจำแนก - การตั้งสมมติฐาน - การแก้ปัญหา	- สนใจ ใฝ่รู้ - ความคิดรอบคอบ ก่อนตัดสินใจ - มีเหตุผล - กระบวนการกลุ่ม

ตัวชี้วัด (รายวิชา พื้นฐาน) ชั้น มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4	สารการเรียนรู้แกนกลาง/ท้องถิ่น		
	ความรู้ (K)	ทักษะ/กระบวนการ (P)	คุณลักษณะ (A)
	<p>พลังงานออกมา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ดาวฤกษ์มีอายุยาวหรือสั้น มีจุดจบเป็นหลุมดำหรือดาวนิวตรอน หรือดาวแคระขาว ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์ - ดวงอาทิตย์เกิดจากการยุบตัวของดาวฤกษ์ก่อนเกิด และจะกลายเป็นดาวยักษ์แดง เนบิวลาดาวเคราะห์ และกลายเป็นดาวแคระขาวในที่สุด - โชติมาตรของดาวฤกษ์ที่สังเกตเห็นได้มาจากความส่องสว่างจริง และระยะห่างจากโลก - สีของดาวฤกษ์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ และอายุของดาวฤกษ์ - แพร็ลแลกซ์ คือ หนึ่งในวิธีคำนวณระยะห่างระหว่างดาวฤกษ์กับโลก โดยมีดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์อ้างอิง - เนบิวลา คือ กลุ่มฝุ่นขนาดใหญ่ ภายใต้มีสว่างสว่างที่เกิดจากดาวฤกษ์เกิดใหม่จำนวนมาก 		

ตัวอย่างคำอธิบายรายวิชา

รายวิชา ว XXXXXX ดาราศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลาเรียน 1 ชั่วโมง / สัปดาห์ จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ศึกษาเอกภพวิทยาในอดีต กำเนิดเอกภพ กาแล็กซี วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ กำเนิดและวิวัฒนาการของดวงอาทิตย์ ความส่องสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์ สีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ ระยะห่างของดาวฤกษ์ เนบิวลา ระบบดาวฤกษ์ มวลของดาวฤกษ์ กำเนิดระบบสุริยะ เขตของบริวาร ดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์ กล้องโทรทรรศน์ การขนส่งและการโคจรของดาวเทียม ระบบขนส่งอวกาศ การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การสำรวจตรวจสอบ การทำนาย และการทดลอง เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสตัวชี้วัด ว 7.1 ม.4-6/1-2 ว 7.2 ม.4-6/1-3

ตัวอย่างโครงสร้างรายวิชา/หน่วยการเรียนรู้

(ตัวอย่าง) โครงสร้างรายวิชา วิชาดาราศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 30 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	น้ำหนัก คะแนน
เอกภพ	ว 7.1 ม.4-6/1	เอกภพวิทยาในอดีต กำเนิดเอกภพ กาแล็กซี	6	20
ดาวฤกษ์	ว 7.1 ม.4-6/2	วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ กำเนิดและวิวัฒนาการของดวงอาทิตย์ ความส่องสว่างและโชติมาตรของดาวฤกษ์ สีและอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์ ระยะห่างของดาวฤกษ์ เนบิวลา ระบบดาวฤกษ์ มวลของดาวฤกษ์	8	30
กำเนิดระบบสุริยะ	ว 7.1 ม.4-6/2	กำเนิดระบบสุริยะ เขตของบริวาร ดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์	6	25
เทคโนโลยีอวกาศ	ว 7.2 ม.4-6/1-3	กล้องโทรทรรศน์ การขนส่งและการโคจรของดาวเทียม ระบบขนส่งอวกาศ การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศ	10	25

ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

1. ช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในการสอน เนื่องจากมีการคิดไว้ล่วงหน้า ทำให้สามารถสอนได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
2. ช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นไปอย่างเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน ผู้สอนเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่สอน ตลอดจนมีการเตรียมสื่อการสอนล่วงหน้า มีการทดลองใช้ ช่วยให้มีนวัตกรรมและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม
3. ช่วยให้ผู้สอนสามารถวิเคราะห์การสอนที่ผ่านไปว่าประสบความสำเร็จ หรือมีจุดที่ควรแก้ไขปรับปรุง อย่างไร
4. ในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าทำการสอนได้ อาจมอบหมายให้ผู้อื่นสอนแทน โดยดำเนินการสอนตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
5. ทำให้ผู้บริหารและผู้ประเมินสามารถตรวจสอบ ติดตามคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ได้อย่างสะดวก

ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

การจัดทำแผนการเรียนรู้

วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา/โครงสร้างรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้

วิเคราะห์ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์

วิเคราะห์ตัวชี้วัดว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ใดจะอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้จุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ ต้องครบทั้งด้านความรู้/ด้านทักษะ/กระบวนการและด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม

วิเคราะห์ สารที่เรียนรู้

- เลือกลงและขยายสาระที่เรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ชุมชนและท้องถิ่น
- สาระที่เรียนรู้ต้องมีความเที่ยงตรง ปฏิบัติได้จริง ทันสมัยและเป็นตัวแทน

ของความรู้

- มีความสำคัญทั้งในแนวกว้างและแนวลึก

วิเคราะห์กระบวนการ จัดการเรียนรู้

- มีความน่าสนใจสำหรับผู้เรียน
- สามารถเรียนรู้ได้ง่าย
- จัดสาระที่เรียนรู้ให้เรียงลำดับจากง่ายไปหายากและมีความต่อเนื่อง
- จัดสาระที่เรียนรู้ให้สัมพันธ์กับกลุ่มวิชาอื่นๆ
- เลือกวิธีการนำเข้าสู่การเรียนรู้
- เลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ว่ามุ่ง

ไปในทิศทางใด

- ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันไม่จำเป็นต้องทำกิจกรรมเหมือนกัน

- ควรเน้นกิจกรรมที่ทำงานเป็นทีมมากกว่ารายบุคคล
- กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติต้องนำเทคนิคและวิธีการต่างๆ มาเป็น

เครื่องมือให้ผู้เรียนบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้

- กิจกรรมที่ปฏิบัติควรสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและชีวิตจริง
- กิจกรรมที่ปฏิบัติมีทั้งในและนอกห้องเรียน
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนและถ่ายทอดการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ๆ

พร้อมทั้งทำให้เกิดความจำระยะยาว

- ตรวจสอบความเข้าใจ โดยให้ผู้เรียนสรุปรวมทั้งส่งเสริมให้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้และที่จะเรียนต่อไป

วิเคราะห์กระบวนการประเมินผลผลิต

- วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้
- ใช้วิธีการวัดที่หลากหลาย
- เลือกใช้เครื่องมือวัดที่มีความเชื่อมั่น
- แปลผลการวัดและการประเมินเพื่อนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุง

วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้

ให้เรียนรู้จากแหล่งความรู้หลากหลายทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น จาก ธรรมชาติ ความงาม ความจริง ความดี จินตนาการ เครือข่ายต่างๆ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

1. มีความละเอียด ชัดเจน มีหัวข้อและส่วนประกอบต่างๆ ครอบคลุมตามศาสตร์ของการสอน โดย สามารถตอบคำถามต่อไปนี้

- สอนอะไร (หน่วย หัวเรื่อง ความคิดรวบยอดหรือสาระสำคัญ)
- เพื่อจุดประสงค์อะไร (จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งควรเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม)
- ด้วยสาระอะไร (เนื้อหา/โครงร่างเนื้อหา)
- ใช้วิธีการใด (กิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ)
- ใช้เครื่องมืออะไร (วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้)
- ทราบได้อย่างไรว่าประสบความสำเร็จ (การวัดและประเมินผล)

2. แผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

3. ส่วนประกอบต่างๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน เช่น

- จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมสาระ/เนื้อหา และเป็นจุดพัฒนาที่พัฒนาผู้เรียนในด้าน ความรู้ ทักษะ กระบวนการและเจตคติ
- กิจกรรมการเรียนรู้ ควรสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ
- วัสดุอุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ ควรสอดคล้องสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้
- การวัดและประเมินผล ควรสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 1 รายละเอียดทั่วไป ประกอบด้วย ลำดับที่ของแผน ชื่อวิชา ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เรื่องที่สอน เวลา วัน/เดือน/ปี ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา

ส่วนที่ 2 รายละเอียดของแผนการสอน ประกอบด้วย

1. สำคัญ การเขียนสาระสำคัญจะเขียนเป็นความคิดรวบยอด หรือมโนคติ (Concept) ของเนื้อหาที่จะสอนในแผนนี้ มีรายละเอียดที่สำคัญหลักๆ เท่านั้น

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ควรเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาทั้ง 3 ด้านคือ ความรู้ (K-Knowledge) ทักษะกระบวนการ (P-Process) และเจตคติ (A-Attitude) โดยกำหนดพฤติกรรมที่ผู้สอนต้องการให้เกิดในผู้เรียนหลังจากที่สอนจบแล้ว

3. สารการเรียนรู้ ระบุเนื้อหาที่จะสอนในชั่วโมงนั้นๆ การเขียนในหัวข้อนี้จะต้องเขียนให้ครอบคลุมมโนคติที่สำคัญและวัตถุประสงค์ รวมทั้งเวลาที่ใช้สอนด้วย มีรายละเอียดมากกว่าสาระสำคัญ อย่าลอกในหนังสือมาทั้งหมด อย่าเขียนเฉพาะหัวข้อ ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

4. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดวิธีสอนหรือนวัตกรรมที่จะใช้ ให้เหมาะสมกับเวลา เนื้อหาของผู้เรียน ประกอบด้วย

- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียน และต้องการติดตามกิจกรรมชั้นสอนต่อไป โดยใช้กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยคำถาม ทบทวนความรู้เดิม ใช้ภาพปริศนาหรือใช้กิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะสอน

- ชี้นสอน เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมสำหรับผู้เรียน กิจกรรมการสอนต้องสอดคล้องกับวัยของผู้เรียน เนื้อหาและเวลา ในระดับชั้นมัธยมปลาย นักเรียนสามารถนั่งฟังครูสอนได้มาก กิจกรรมอาจให้นักเรียนฟังการบรรยายได้ หรือเป็นกิจกรรมให้นักเรียนมีเวลาในการคิดวิเคราะห์ อภิปรายภายในกลุ่ม ทำงานกลุ่ม เป็นต้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ และให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

- ชี้นสรุป เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนและผู้เรียนสรุปประเด็น สำคัญที่ได้เรียนไปแล้ว ในขั้นสรุปผู้สอนอาจใช้คำถามช่วย หรือใช้กิจกรรมอื่นๆ ในขั้นนี้ผู้สอนสามารถเติมเต็มด้านเนื้อหาให้กับผู้เรียนให้สมบูรณ์

- ชี้นวัดผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้สอนจะดูว่ามีพฤติกรรมเป็นไปตาม วัตถุประสงค์หรือไม่ หรือมีความรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ การวัดผลอาจใช้แบบฝึกหัด แบบทดสอบสั้นๆ ผู้สอนสามารถนำผลประเมินนี้ไปใช้ในการประเมินการสอนของตน และนำไปปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไปได้

5. วัสดุอุปกรณ์ประกอบการสอน ได้แก่ เอกสาร อุปกรณ์การทดลอง เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การระบุอุปกรณ์ที่จะใช้สอน จะช่วยในการเตรียมอุปกรณ์ล่วงหน้า

6. หมายเหตุ ผู้สอนสามารถบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นหรือระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสอน

7. บันทึกหลังสอน ผู้สอนสามารถเขียนผลของการประเมินและผลการสอนในภาพรวม หลังจากการสอนเสร็จแล้ว การเขียนบันทึกหลังสอนนี้เป็นการระบุว่าในการสอนครั้งนี้ มีข้อดีหรือจุดเด่นอะไรบ้าง เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการนำไปใช้ครั้งต่อไป และมีข้อที่ควรปรับปรุงหรือที่ต้องการพัฒนาอะไรบ้าง เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลในการทำวิจัยในชั้นเรียน ซึ่งจะช่วยในการจัดการเรียนรู้ของครูให้ดีขึ้น

สรุป

ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ควรวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา/โครงสร้างรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ วิเคราะห์ตัวชี้วัดว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ใดจะอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ สารที่เรียนรู้ วิเคราะห์ กระบวนการ จัดการเรียนรู้ วิเคราะห์กระบวนการประเมินผลผลิต วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2

ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย มีผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกัน เทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ มีคุณธรรม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล โดยอาศัยแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น โดยผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550)

ผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี และปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
15. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

การเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23(2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่อง การจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล ยั่งยืน ในส่วนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนทั้งของ ครูและนักเรียน กล่าวคือลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ กิจกรรมต่างๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนตั้งแต่เริ่ม คือร่วมวางแผนการเรียน การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่างๆ ในที่สุดสร้างองค์ความรู้ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้นี้ต้องพัฒนานักเรียนให้เจริญพัฒนาทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

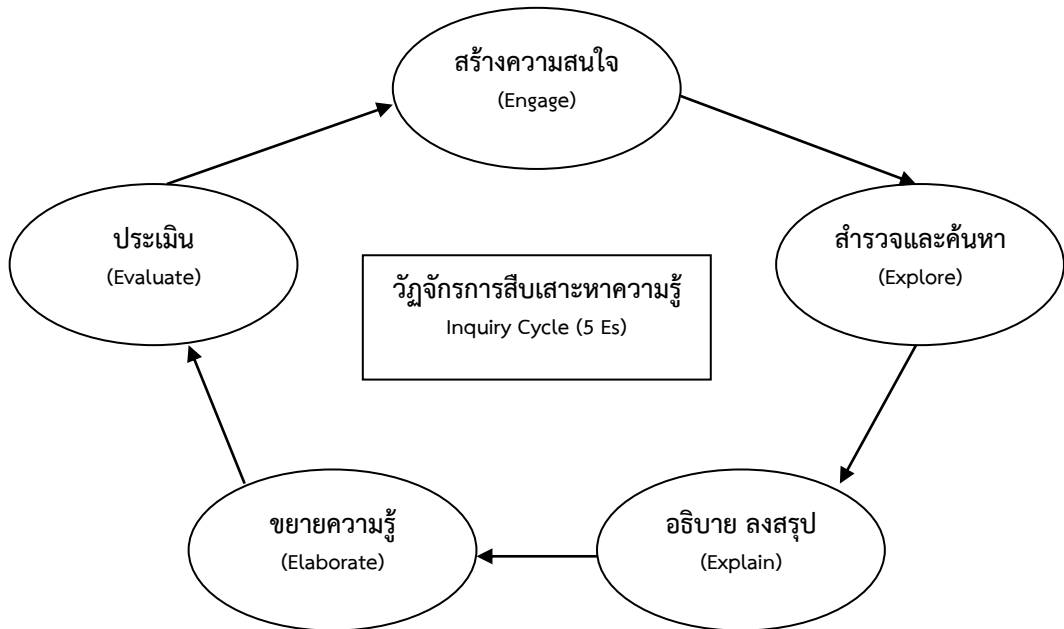
การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ ด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างถิ่นที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้ว ก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้นี้จะทำให้ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พูดกันมากในปัจจุบันนี้คือ ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (constructivism) ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process)

กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลาย เช่น กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) กระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving process) กิจกรรมคิดและปฏิบัติ (Hands-on Mind-on Activities) การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ

(Cooperative Learning) และ เทคนิค POE (Prediction-Observation-Explanation) เป็นต้น ดังนั้น ครูจึงต้องเลือกใช้กระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)



การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

ดังที่ทราบกันดีแล้วว่าการเรียนรู้เป็นวัฏจักรที่ได้รับการกล่าวถึงกันมานานแล้ว ซึ่งผู้ที่เป็ริเริ่มการคิดค้นรูปแบบของวัฏจักรการเรียนรู้ (The Learning Cycle Model) นั้นคือ โรเบิร์ต คาร์พลัส (Robert Karplus) ในปี ค.ศ. 1960-1969 ซึ่งได้จัดรูปแบบของวัฏจักรออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ การสำรวจค้นหา (Exploration) การสร้างองค์ความรู้ (Concept invention) และการขยายความรู้ (Concept extension) และต่อมามีนักการศึกษาหลายท่านได้นำแนวคิดนี้ไปจัดรูปแบบของการเรียนรู้ออกเป็นอีกหลายรูปแบบ โดยรูปแบบที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle model)

การสืบเสาะหาความรู้คืออะไร

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้คำจำกัดความของการสืบเสาะหาความรู้เอาไว้ดังนี้

- การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการสำหรับการค้นหาคำตอบผ่านการสำรวจตรวจสอบ (Szesze, 2001)

- การสืบเสาะหาความรู้คือการ “ค้นหา” โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้คำถามและการสำรวจตรวจสอบบางสิ่งบางอย่างซึ่งนักเรียนได้ถูกกำหนดบทบาทให้เป็นผู้สำรวจตรวจสอบ ไม่ใช่เป็นผู้ที่ใช้วิธีการเดิมในการหาคำตอบที่เรียนสำเร็จรูปขึ้นมาใช้ นักเรียนจะต้องเป็นผู้ตื่นตัวอยู่เสมอในการเรียนซึ่งนักเรียนจะมีบทบาทในการ

- 1) ตั้งคำถาม
- 2) สำรวจตรวจสอบในเรื่องที่ศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบเหล่านั้น

- 3) เผชิญหน้ากับสิ่งที่ต้องการค้นหาซึ่งต้องใช้สมมติฐานในการพิสูจน์
- 4) สร้างความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงในสิ่งที่ได้จากการค้นหากับเพื่อนร่วมชั้นและข้อมูลนั้นต้องมีความน่าเชื่อถือได้

- การสืบเสาะหาความรู้ เป็นกิจกรรมที่มีความผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการทดลองให้มีประสิทธิภาพและหลักฐาน การใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลผล ตอบคำถาม อธิบายและทำนาย ตลอดจนการนำเสนอข้อมูล (สถาบันวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา: NRC, 1996)

จากคำนิยามบางส่วนข้างบนนี้จะเห็นได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการใช้กระบวนการคิดและทักษะต่างๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบ

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)

นักการศึกษาในกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการสอนแบบ Inquiry มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่า การเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle หรือ 5Es ได้แก่ Engage Explore Explain Elaborate และ Evaluate

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงต้องการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง จึงพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5Es) มีข้อข่ายรายละเอียด ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engage)

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นตัว สงสัย ใครรู้ อายากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ทำได้หลายรูปแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ให้สื่อวัสดุ อุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจที่น่าสงสัยแปลกใจ

2. การสำรวจและค้นหา (Explore)

นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผน กำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

3. การอธิบาย (Explain)

นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

4. การขยายความรู้ (Elaborate)

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งขั้นหรือขยายกรอบความคิด กว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมินผล (Evaluate)

เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

5.1 นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

5.2 นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปรายประเมินปรับปรุงเพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5.3 นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง

ยุทธศาสตร์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ขั้นของการสืบเสาะหาความรู้	ยุทธศาสตร์
1. ขั้นสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัวในจุดที่สนใจอย่างกระตือรือร้น - ตั้งคำถามในเรื่องที่เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง - พิจารณาแนวทางที่เป็นไปได้ที่จะตอบปัญหานั้นๆ - บันทึกสิ่งที่ไม่ได้คาดหวังจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น - แยกแยะสถานการณ์ที่นักเรียนเห็นที่หลากหลาย
2. ขั้นสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจในสิ่งที่จะศึกษา - ระดมความคิดในแนวทางที่เป็นไปได้ - ทดลองโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ - สังเกตปรากฏการณ์เฉพาะจุดที่สนใจอย่างละเอียด - ออกแบบ วางแผน และดำเนินการทดลอง - รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล - ใช้กลยุทธ์ต่างๆ ในการแก้ปัญหา - เลือกลงข้อมูล (วิธีการ) ที่เหมาะสม - อภิปรายปัญหากับผู้อื่น - แยกประเด็นเสี่ยงและผลที่จะเกิดขึ้นตามมาจากการสำรวจ

ขั้นของการสืบเสาะหาความรู้	ยุทธศาสตร์
	<p>และค้นหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - กำหนดเกณฑ์ในการสำรวจตรวจสอบ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> - สื่อสารข้อมูลและแนวความคิดให้กับผู้อื่น - สร้างและอธิบายรูปแบบการสำรวจ - เรียบเรียงคำอธิบายใหม่โดยใช้คำพูดเป็นของตนเอง - ทบทวนและวิเคราะห์ปัญหาที่ได้สำรวจตรวจสอบ - ใช้การประเมินของเพื่อน - รวบรวมคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหา - ตรวจสอบคำอธิบายที่เหมาะสม - บูรณาการปัญหาด้วยความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่
4. ขั้นขยายผล	<ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์ข้อมูล - ลงข้อสรุปและการตัดสินใจ - ประยุกต์ความรู้และทักษะเพื่อศึกษาประเด็นอื่น - แลกเปลี่ยนความรู้และทักษะ - แลกเปลี่ยนข้อมูลและแนวคิดด้วยการพูดและเขียน - ตั้งคำถามใหม่ๆ - พัฒนาผลการสำรวจและส่งเสริมแนวคิด - ใช้รูปแบบและแนวคิดเพื่อที่จะค้นหาความจริงในการอภิปรายและให้ผู้อื่นยอมรับ - ทำการสำรวจตรวจสอบเพิ่มเติม - ทำกิจกรรมในประเด็นอื่นๆ
5. ขั้นประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> - จากรายงาน บันทึก - จากแฟ้มสะสมงาน - จาก (กระดาษ) การบันทึกข้อมูลของนักเรียน - การประเมินตามสภาพจริง - ชิ้นงานจากการใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

บทบาทของครูในการเรียนการสอนตามวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
1. ขั้นสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หรือเนื้อหาสาระ 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายความคิดรวบยอด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่บรรยาย
2. ขั้นสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด 	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิดหรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการสืบขอส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน - อธิบายวิธีการแก้ปัญหา
5. การประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิด หรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้นและจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดหรือความคิดรวบยอดใหม่ - ทำให้คลุมเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนตามวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
1. ขั้นสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ - แสดงความสนใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ถามหาคำตอบที่ถูกต้อง - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง - ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย - ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียว
2. ขั้นสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่นๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ - ทำงานเพียงลำพังโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก - ปฏิบัติอย่างสับสนไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน - เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม - ยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล - ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบายและ 	<ul style="list-style-type: none"> - ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
	<p>ทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และออกแบบการทดลอง - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ - บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อนๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่สนใจข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ - อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้
5. การประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป 	<ul style="list-style-type: none"> - ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว - ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้คำจำกัดความโดยใช้ความจำ - ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความพอใจด้วยคำพูดของตนเอง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Prediction-Observation-Explanation (POE)

กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Prediction-Observation-Explanation (POE) เป็นรูปแบบหนึ่งในวิธีการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม

White and Gunstone (1992 อ้างอิงใน น้ำค้าง จันเสริม, 2551) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นนักเรียนทำนายแล้วให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยให้นักเรียนลงมือทดลอง สังเกต หรือหาวิธีพิสูจน์ให้นักเรียนเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียน

เอง และขั้นสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้ ซึ่งวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย

1. ขั้นตอนของการ Predict คือ จะเป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้าง โดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนประกอบด้วย

2. ขั้นตอนของการ Observe เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง/พิสูจน์หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา

3. ขั้นตอนของการ Explain เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการคำนวณหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนเพื่อหาคำตอบ

วิธีการ POE สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและค้นหา (Explore) และหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนให้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอน Predict และการให้เหตุผลในกรณีที่ผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับคำทำนาย นักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดใหม่ให้ถูกต้องตามความเป็นจริงหรือตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้อธิบายเทคนิค POE (Prediction – Observation – Explanation) มีขั้นตอนดังนี้

1. การทำนาย (Prediction) ก่อนลงมือทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้นในกิจกรรมที่สังเกต พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (การเดาได้เหตุผล เป็นที่ไม่มีใครความหมายหากจะใช้ POE)

2. ขั้นสังเกต (Observation) ให้นักเรียนลงมือสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นโดยละเอียด และบันทึกผล (การสังเกตโดยไม่มีการบันทึกผล หรือการจดจำเพียงอย่างเดียวไม่จัดว่าเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

3. ขั้นอธิบายผล (Explanation) ให้ผู้เรียนอธิบายความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้และสิ่งที่เกิดขึ้นจริง พร้อมทั้งใช้เหตุผล จะทำให้ผู้สอนเข้าใจ ประโยชน์ของแต่ละขั้นตอนของเทคนิค POE อาจสรุปได้ดังนี้

1. การที่ผู้เรียนทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผล จะทำให้ผู้สอนเข้าใจความคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียน เป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง

2. การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึก เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ว่าแตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไร และเรียนรู้อะไรเพิ่มจากการทำกิจกรรมบ้าง

เทคนิค POE ก็เหมือนกันเทคนิคอื่นๆ ถ้าผู้สอนใช้เทคนิค POE อย่างสม่ำเสมอ ผู้เรียนจะมีความคุ้นเคยและเกิดการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้การใช้เทคนิค POE มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Baodi (2003 อ้างถึงใน รัตนาภรณ์ กลางมะณี, 2553) สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนของ POE ดังนี้

1) Predict – P ขั้นทำนายผล เป็นขั้นตอนการถามคำถามให้นักเรียนทำนายผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2) Observe – O ชั้นสังเกตหรือทดลอง หลังจากที่นักเรียนทำนายผลจากสถานการณ์ปัญหาแล้ว ให้นักเรียนสังเกตหรือทำทดลอง และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำนายผล

3) Explain – E ชั้นอธิบาย ให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลองกับการทำนายผลว่าเหมือนหรือแตกต่างอย่างไร

Wu & Tsai (2005 อ้างถึงใน วนิษา ประยูรพันธ์, 2553) สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการสอน POE ไว้ว่า POE เป็นยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวกับการทำนายผลการสาธิตและอภิปรายผลที่นักเรียนทำนายกับการสังเกตการสาธิตและการอธิบายผลที่สอดคล้องตรงกันระหว่างการทำนายผลการสังเกตอาจแสดงให้เห็นความรู้เดิม และการแปลความหมายใหม่กับสิ่งที่นักเรียนได้สังเกต เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการและเปลี่ยนแปลงและมีการเจรจาต่อรอง (negotiate) ในการแปลความหมายใหม่ของนักเรียน

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี POE หมายถึง การสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน โดยผู้เรียนนั้นเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ชั้นทำนายผล (Predict – P) เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

2) ชั้นสังเกต (Observe – O) เป็นขั้นตอนการหาคำตอบโดยการทำการทดลอง การสังเกต การทำกิจกรรม การสืบค้นข้อมูลและวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น

3) ชั้นอธิบายผล (Explain - E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลจากขั้นตอนการทำนายและการหาคำตอบว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

สรุป

รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5Es) มีขอบข่ายรายละเอียด ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม

2. การสำรวจและค้นหา (Explore) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผน กำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ

3. การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุป และอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ

4. การขยายความรู้ (Elaborate) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้นหรือขยาย กรอบความคิด กว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่

5. การประเมินผล (Evaluate) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 3

ตอนที่ 4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ความหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด (Measurement)

การกำหนด ค่า/ตัวเลขให้กับสิ่งของ เหตุการณ์ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ หรือใช้เครื่องมือไปวัด เพื่อให้ได้ตัวเลขแทนคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ

การวัดแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. วัดทางตรง วัดปริมาณต่างๆ โดยใช้เครื่องวัดโดยตรง เช่น ความยาวใช้ไม้เมตรวัด น้ำหนักใช้เครื่องชั่งสปริงชั่ง/วัด ฯลฯ
2. วัดทางอ้อม เป็นการวัดคุณลักษณะต่างๆ หรือพฤติกรรม ซึ่งไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่ใช้การวัดโดยผ่านกระบวนการทางสมอง เช่น วัดความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ ฯลฯ

การประเมิน (Evaluation)

การนำข้อมูลที่ได้จากการวัด มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยร่วมกับการใช้วิจารณญาณของผู้ประเมินมาใช้ในการตัดสินใจ

การประเมินแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การประเมินแบบอิงกลุ่ม เป็นการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบหรือผลงานของนักเรียนคนหนึ่งกับนักเรียนคนอื่นๆ ที่ได้ทำแบบทดสอบเดียวกัน เป็นการประเมินเพื่อจำแนกหรือจัดลำดับในกลุ่ม การประเมินแบบนี้มักใช้กับการประเมินเพื่อคัดเลือกเข้าศึกษาต่อ หรือการสอบแข่งขันอื่น ฯลฯ
2. การประเมินแบบอิงเกณฑ์ เป็นการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบหรือผลงานของนักเรียนคนหนึ่ง กับเกณฑ์ หรือจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ เช่น การประเมินระหว่างเรียนว่านักเรียนสามารถผ่านวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล

1. เพื่อวินิจฉัย ความรู้ ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของนักเรียน และเพื่อส่งเสริมนักเรียนให้พัฒนาความรู้ ความสามารถ และทักษะ ได้เต็มตามศักยภาพ
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวนักเรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด
3. เพื่อใช้ข้อมูลในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าบรรลุเป้าหมายที่ต้องการในการจัดการเรียนการสอนของครูของสถานศึกษา ขนาดไหน
4. เพื่อเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน
5. เพื่อจัดตำแหน่งว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มใด สูง กลาง หรือต่ำ มักนิยมใช้ในการสอบคัดเลือก

แนวทางการวัดและประเมินผล

แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่
4. ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
5. การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม

วิธีการวัดและเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดและเครื่องมือที่นิยมใช้วัดมีดังนี้

1. แบบทดสอบ ใช้วัดโดยการให้นักเรียนสอบ เช่น สอบด้วยแบบทดสอบข้อเขียน หรือสอบโดยข้อสอบปฏิบัติ ซึ่งสามารถสอบได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
2. แบบสังเกต ใช้วัดโดยสังเกตในขณะที่นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม หรือสังเกตอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาที่ครูกำหนดไว้
3. แบบสัมภาษณ์ ใช้วัดโดยการซักถาม พูดคุยกับนักเรียนในโอกาสต่างๆ เช่น ขณะทำกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความคิด ความรู้สึกเกี่ยวกับกิจกรรมที่ครูให้ทำ หรือโอกาสอื่นๆ ซึ่งใช้ได้ทั้งสัมภาษณ์แบบเดี่ยวหรือแบบกลุ่ม
4. แบบประเมิน โดยการเก็บชิ้นงานที่นักเรียนทำกิจกรรม ทำโครงการ หรือเก็บรวบรวมผลงานเป็นแฟ้มสะสมงานนักเรียน

ความเชื่อมโยงของผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ต้องวัดวิธีการวัด และเครื่องมือในการวัดผล

ผลการเรียนรู้ที่ต้องวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือในวัด
1. ความรู้ ความคิด	การทดสอบโดยข้อเขียนหรือ สอบปากเปล่า	แบบทดสอบ อัตนัย/ปรนัย แบบสัมภาษณ์ ฯลฯ
2. ทักษะและกระบวนการ	การสังเกตขณะทำกิจกรรมการ เช่น ใช้อุปกรณ์ การทำงานกลุ่ม ฯลฯ	แบบประเมินกิจกรรม แบบ ประเมินโครงการ แฟ้มสะสมงาน ฯลฯ
3. เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม และจริยธรรม	การสังเกต การพูดคุย ฯลฯ	แบบสังเกตพฤติกรรม แบบ สัมภาษณ์ ฯลฯ

การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic assessment)

การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินที่ออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นพฤติกรรม และทักษะที่จำเป็นของนักเรียนในสถานการณ์ที่เป็นจริง และเป็นวิธีการประเมินที่เน้นงานที่นักเรียนแสดงออกในภาคปฏิบัติ (Performance) เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Process) เน้นผลผลิต (Product) และผลงานหรือแฟ้มสะสมงาน (Portfolio)

สิ่งที่ต้องประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงเป็นวิธีการประเมินโดยใช้หลักการที่ว่า นักเรียนต้องมีการแสดงออกในภาคปฏิบัติ (Performance) เพื่อแสดงถึงความเข้าใจ และเพื่อแสดงออกถึงทักษะจากการเรียนรู้ ตลอดจนการแสดงถึงกระบวนการ (Process) รวมทั้งผลผลิต (Products) และชิ้นงาน ในแฟ้มสะสมงาน (Portfolio)

1. การประเมินจากการแสดงออกและกระบวนการ (Performance and Process) เป็นการประเมินพฤติกรรมขณะที่นักเรียนลงมือทำงาน (Task) ที่กำหนดให้ งานหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง สามารถประเมินได้จากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด และผลงาน

2. การประเมินกระบวนการและผลผลิต (Process and Products) ครูใช้วิธีตรวจผลงาน หรือผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานของนักเรียน ทำให้ครูได้เข้าใจกระบวนการการเรียนรู้ของนักเรียน ตัวอย่างผลผลิต เช่น แผนงาน โครงงาน แผนภาพ แผนภูมิ ผลการทำแบบฝึกหัด การจัดนิทรรศการ ฯลฯ

3. การประเมินแฟ้มสะสมงาน (Portfolio Assessment) เป็นการประเมินที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลอย่างเต็มที่ ซึ่งแฟ้มสะสมงานเป็นการแสดงผลงานตาม ความสามารถของแต่ละบุคคล นักเรียนจะเลือกผลงานและจัดเตรียมทำแฟ้มสะสมผลงานด้วยตนเองส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบและประเมินผลงานของตนเอง ส่งเสริมนวัตกรรมใหม่ๆ และส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของตนเอง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ)

1. นักดาราศาสตร์ให้ข้อมูลว่าดาวดาวสีแดงจะเป็นอย่างไร (ความรู้ความจำ)
 - ก. ร้อน
 - ข. เย็น
 - ค. ขนาดใหญ่
 - ง. ขนาดเล็ก
2. นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้สเปกตรัมของดาวบอกอะไรได้บ้าง (ความเข้าใจ)
 - ก. องค์ประกอบ
 - ข. องค์ประกอบและอุณหภูมิ
 - ค. อายุ
 - ง. อายุและอุณหภูมิ

3. แผนภาพ เอช-อาร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวดาวฤกษ์กับ (การนำไปใช้)
 - ก. สีของดาวฤกษ์
 - ข. ขนาดของดาวฤกษ์
 - ค. แมกนิจูดปรากฏ
 - ง. แมกนิจูดสัมบูรณ์
4. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นผิด (การวิเคราะห์)
 - ก. ดาวเกิดโดยสร้างตัวในเนบิวลาบางเนบิวลา
 - ข. ดาวเกิดโดยสร้างตัวในกาแล็กซีรูปทรงรีบางแห่ง
 - ค. ดาวเกิดโดยสร้างตัวในกระจุกดาวทรงกลมเป็นส่วนใหญ่
 - ง. ดาวเกิดโดยสร้างตัวในเนบิวลาบางเนบิวลา
5. นักวิทยาศาสตร์ศึกษากาแล็กซีที่อยู่ห่างไกลเพื่ออะไร
 - ก. เพื่อศึกษากาแล็กซีสร้างจากอะไร
 - ข. เพื่อศึกษากาแล็กซียุคแรกเริ่มมีลักษณะอย่างไร
 - ค. เพื่อศึกษาว่าอวกาศเคลื่อนที่อย่างไร
 - ง. เพื่อศึกษาอัตราเร็วของแสง
6. ดาวชนิดใดที่ใช้ไฮโดรเจนหมดสิ้นแล้วและเป็นใจกลางที่หลงเหลืออยู่ของดาวอายุมาก (การประเมินค่า)
 - ก. ดวาร์ฟแคชแดง
 - ข. ซูเปอร์โนวา
 - ค. ดาวแคระขาว
 - ง. ลำดับหลัก
7. เหตุดาวยูเรนัสจึงได้รับพิจารณาให้เป็นดาวเคราะห์แก๊ส (วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
 - ก. เพาะมีผิวเป็นหินแข็ง
 - ข. เพราะมีความคล้ายกับโลก
 - ค. เพราะมีชั้นบรรยากาศที่ลึกและหนาแน่น
 - ง. เพราะมีขนาดใหญ่กว่าดาวพุธและดาวอังคาร

ตัวอย่างใบบันทึกกิจกรรม

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
 สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ
 สมมติฐาน.....
 ตัวแปรต้น.....
 ตัวแปรตาม.....

จำนวนถ่านไฟฉาย (ก้อน)	ความยาวของเส้นเอ็น (cm)			ความยาวของยางยืด (cm)		
	ก่อนแขวน	ขณะแขวน	หลังแขวน	ก่อนแขวน	ขณะแขวน	หลังแขวน

จากผลการทดลอง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เพราะเหตุใดจึงต้องวัดความยาวทั้งก่อนและหลังแขวนถ่านไฟฉาย

2. วัสดุมีสภาพอย่างไรถ้าความยาวของวัสดุก่อนออกแรงกระทำเท่ากับความยาวของวัสดุหลังออกแรงกระทำ

3. วัสดุมีสภาพอย่างไร ถ้าความยาวของวัสดุหลังออกแรงกระทำยาวกว่าก่อนออกแรงกระทำ

4. ระหว่างเส้นเอ็นกับยางยืด วัสดุใดมีสภาพยืดหยุ่นดีกว่ากัน

5. สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

ตัวอย่างใบบันทึกการเรียนรู้ของฉัน

ชื่อ ชั้น.....เลขที่.....
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

1. ฉันได้ความรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับเรื่องนี้

.....

.....

2. ฉันได้ทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่ได้ยารู้

.....

.....

3. ฉันรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับการเรียนเรื่องนี้

3.1 ชอบหรือไม่ชอบเพราะเหตุใด

.....

.....

3.2 นำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3.3 ฉันได้ทำอะไรเหมือนนักวิทยาศาสตร์บ้าง

.....

.....

ตัวอย่างการประเมินเจตคติ

ผู้เรียนเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้หรือไม่	เห็นด้วยอย่างยิ่ง 8-10 คะแนน	เห็นด้วย 6-7 คะแนน	ไม่เห็นด้วย 4-5 คะแนน
1. ดอกไม้เป็นสิ่งที่มีความหมายต่อผู้เรียน			
2. การดูแลรักษาต้นไม้เป็นเรื่องยุ่งยาก			
4. นักเรียนอยากดูดอกไม้ที่เหี่ยวเฉากลับมาบาน สดสวยเหมือนเดิม			
5. การช่วยพ่อแม่/ครูรดน้ำต้นไม้เป็นสิ่งที่ควรทำ			

ตัวอย่างแบบประเมินการทำงานกลุ่ม

ชื่อกลุ่ม ชั้น.....
วันที่ประเมิน.....เดือน..... พ.ศ.....

รายชื่อของสมาชิกในกลุ่ม

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

ให้ทุกคนในกลุ่มร่วมกันให้คะแนนการทำงานกลุ่ม เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบ
หมายเลขคะแนนที่เลือกในแต่ละข้อ แล้วรวมคะแนน

หัวข้อการประเมิน	คะแนน		
	1	2	3
1. วางแผนและแบ่งงานให้ทุกคนในกลุ่ม	1	2	3
2. ทำงานตามหน้าที่ของตนไม่มีใครเล่นชก	1	2	3
3. ได้แสดงความคิดเห็น และรับฟังกัน ไม่ทะเลาะกัน	1	2	3
4. ช่วยกันทำงานจนเสร็จทันเวลา	1	2	3
รวมคะแนน	1	2	3

ตัวอย่างการประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การวางแผน	คะแนน
1. มีการปรึกษาร่วมกัน จัดลำดับการทดลองได้เป็นขั้นตอน แบ่งงานให้ทุกคนมีส่วนร่วม	3
2. มีการปรึกษาร่วมกัน แต่ไม่ได้จัดลำดับการทดลองได้เป็นขั้นตอน มีเพียงบางคนที่มีส่วนร่วม	2
3. มีการปรึกษาคนเดียวและมอบหมายให้เพียงบางคนทำการทดลอง บางส่วนนั่งดู	1
การทำการทดลอง	
1. ทำการทดลองถูกขั้นตอน ใช้อุปกรณ์ได้อย่างคล่องแคล่ว	3
2. ทำการทดลองได้ไม่เรียบร้อย ใช้อุปกรณ์ได้ดี สรุปรูปได้เอง	2
3. ทำการทดลองได้ไม่เรียบร้อย ใช้อุปกรณ์ดีพอสมควร ต้องให้ความช่วยเหลือในการสรุปรูป	1
การนำเสนอ	
1. บันทึกผลการทดลองและสรุปรูปได้ถูกต้องชัดเจน	3
2. บันทึกผลการทดลองและสรุปรูปได้เองแต่ยังไม่ชัดเจน	2
3. บันทึกผลการทดลองได้ แต่ต้องให้คำแนะนำในการสรุปรูป	1

ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
วันที่ประเมิน.....

รายการประเมิน	ระดับของคะแนน			
	ดีเยี่ยม 9-10	ดี 7-8	พอใช้ 5-6	ต้อง ปรับปรุง ต่ำกว่า 5
1. เนื้อหาที่นำเสนอ				
- การรวบรวมสาระสำคัญและความแม่นยำ				
- การเข้าใจมโนคติ (ความลึก)				
- การนำเสนอคิดไปใช้ (โดยมีตัวอย่างสนับสนุน)				
- การลำดับข้อมูลในชิ้นงานที่เขียน (อย่างสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน)				
- การรวบรวมสาระสำคัญและความแม่นยำ				
2. ความสามารถในการสื่อความหมาย (การใช้ภาษา)				
2.1 ทักษะการพูดขั้นพื้นฐาน				
- พูดคล่อง				
- พูดชัดเจน				
2.2 ทักษะการนำเสนอผลงาน				
- โครงสร้างการนำเสนอ				
- การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล				
- การสร้างความสนใจ				
- การตอบคำถาม				

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 4 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 4

ใบงานที่ 2

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
สำหรับผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 การจัดทำหน่วยการเรียนรู้สู่แผนการจัดการเรียนรู้

คำสั่ง จงตอบคำถามให้ถูกต้องและสมบูรณ์

จงอธิบายขั้นตอนการจัดทำหน่วยการเรียนรู้สู่แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 4

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
สำหรับผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

คำสั่ง จงตอบคำถามให้ถูกต้องและสมบูรณ์

จงอธิบายวิธีการวัดและเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาโดยละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....