

คำนำ

เอกสารหลักสูตรอบรมแบบ e-Training วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นหลักสูตรฝึกอบรมภายใต้โครงการพัฒนาหลักสูตรและพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษาโดยยึดถือภารกิจและพื้นที่เป็นฐานด้วยระบบ TEPE Online โดยความร่วมมือของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อพัฒนาผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการขององค์กร โดยพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ โดยใช้หลักสูตรและวิทยากรที่มีคุณภาพ เน้นการพัฒนาโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถเข้าถึงองค์ความรู้ในทุกที่ทุกเวลา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลักสูตรอบรมแบบ e-Training วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อยังประโยชน์ต่อระบบการศึกษาของประเทศไทยต่อไป

สารบัญ

คำนำ	1
หลักสูตร “วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น”	3
รายละเอียดหลักสูตร	4
คำอธิบายรายวิชา	4
วัตถุประสงค์	4
สาระการอบรม	4
กิจกรรมการอบรม	5
สื่อประกอบการอบรม	5
การวัดผลและประเมินผลการอบรม	5
บรรณานุกรม	5
เค้าโครงเนื้อหา	9
ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้	15
ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้	28
ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	34
ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้	43
ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	48
ใบงานที่ 1.1	56
ใบงานที่ 1.2	57
ใบงานที่ 1.3	58
ใบงานที่ 2.1	60
ใบงานที่ 2.2	61
ใบงานที่ 2.3	63
ใบงานที่ 3.1	64
ใบงานที่ 3.2	65
ใบงานที่ 4	66
ใบงานที่ 5	67

หลักสูตร
วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

รหัส TEPE-55111

ชื่อหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิทยากร

ผศ.ดร. อลิศรา ชูชาติ	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อ.ดร.สกลรัชต์ แก้วดี	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
อ.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา

ดร.พิเชฐชัย จัปจิตต์	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สพฐ.
ดร.สุทธิดา จำรัส	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สพฐ.
ดร.ลือชา ลดาชาติ	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สพฐ.
รศ.ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์	ข้าราชการบำนาญ อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ. พเยาว์ ยินดีสุข	ข้าราชการบำนาญ อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดหลักสูตร

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ การจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าใจเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความรู้ความเข้าใจในหลักการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ: วงจรการเรียนรู้ 5E (5E Learning Cycle) การเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) การนำสื่อและแหล่งเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ ตลอดจนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อัตนศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในการนำไปสู่การจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์
2. อธิบายความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์
3. อธิบายกระบวนการจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์
4. ออกแบบการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้
5. ระบุหลักการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ที่เน้นการสืบสอบ (Inquiry-Based Learning)
6. ระบุแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้ 5E
7. ระบุแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการสอนของการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning)
8. อธิบายหลักการเลือกและใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อใช้จัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพได้
9. อธิบายความสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อัตนศาสตร์
10. วางแผนการออกข้อสอบประเภทต่างๆ ได้

สาระการอบรม

ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

ตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้อัตนศาสตร์

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

การศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรตามหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย.

กิดานันท์ มลิทอง. (2531). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โกเมศ นาแฉ่ง. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่ และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จริยา เหนียนเฉลย. (2538). สื่อการสอนเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.

- ทรูปลูกปัญญา. (2555). **คลังความรู้: วิดีทัศน์ เรื่อง การทดสอบความเป็น กรด-เบส ของสารในชีวิตประจำวัน**. จากเว็บไซต์: http://www.truelookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/10351-018199/ [สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 กันยายน 2556]
- พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์. (2548). **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์นธ์ เดชะคุปต์. (2542). **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครู**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. (2531). **สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2533). **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2535). **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **นิยามศัพท์หลักสูตร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2555). **การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2556). **ตัวอย่างการจัดทำคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. http://www.ipst.ac.th/web/images/stories/files/Curriculum/des_secondscience.pdf [วันที่สืบค้น 28 สิงหาคม 2556]
- สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. (2547). **เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

- อลิศรา ชูชาติ. (2549). เสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่าน ICT ใน นวัตกรรมจัดการการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา. ใน อลิศรา ชูชาติ, อมรา รอดดารา และสร้อยสน สกลรักษ์ (บรรณาธิการ), **นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Alberta Education. (2013). **Inquiry Based learning**. Available from: [September, 1 2013]
- Alberta learning. (2004). **Focus on Inquiry**. Available from: <http://lrc.learning.gov.ab.ca>. [August, 28 2013]
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). **Science for All Americans: Project 2061**. [online] Available from: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/intro.htm> [August 11, 2010]
- Baek, H. et al. (2010). **Engaging Elementary Student in Scientific Modeling**. Paper Buck Institute for Education. (2013). **What is PBL?** Available from: http://www.bie.org/about/what_is_pbl [September, 1 2013]
- Cotterman, M.E. (2009). **The Development of Pre-service Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Scientific Modeling**. Degree of Master of Science. Wright State University.
- Design-Based Learning to Innovate STEM Education**. Available from: <https://gse-it.stanford.edu/research/project/dbl> [September, 1 2013]
- Galileo. (2013). **What is Inquiry**. Available from: <http://galileo.org/teachers/designing->
- Harrison, A.G. and Treagust, D.F. (2000). **A typology of school science models**. International Journal of Science Education 22, 9: 1011-1026. <http://teachinquiry.com/index/Introduction.html> [August,28 2013]
- <http://teachinquiry.com/index/Introduction.html> [August,28 2013]
- Llewellyn, D. (2005). **Teaching High School Science through Inquiry: A case study approach**. CA: Corwin Press.
- National Center for Mathematics and Science. (2002). **Explanatory Models in Science**.
- National Research Council. (1996). **National Science Educational Standards**.
- Office of Innovation and Technology, Stanford Graduate School of Education. (2012). presented at National Association for Research in Science Teaching.
- Stanford University. (2009). **Background of Problem-Based Learning** .Available from: <http://www.samford.edu/ctls/archives.aspx?id=2147484113> [September, 1 2013]
- Stephenson, N. (n.d.). **Introduction to Inquiry Based Learning**. Available from: The Board of Regents of the University of Wisconsin System.[online]. 159 Available from: <http://ncisla.wceruw.org/muse/MODELS/index.html>[July 23, 2010]
- The University of California Museum of Paleontology, Berkeley, and the Regents of the University of California. (2013). Understand Science. Aviable from: http://undsci.berkeley.edu/article/whatisscience_01 [August, 28 2013]

Washington, DC: National Academy Press.

Wikipedia. (2013). **Natural Science**. http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_science[
August, 28 2013]

หลักสูตร TEPE-55111

วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เค้าโครงเนื้อหา

ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์

แนวคิด

1. วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเรื่องใกล้ตัวเช่นการทำงานของร่างกาย หรือเรื่องไกลตัวเช่นห้วงอวกาศ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงาน การดำเนินกิจกรรมต่างๆ ตั้งแต่ตื่นนอนจนถึงเข้านอนล้วนเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ วิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาวิธีคิด ความสามารถ และทักษะหลายประการ เช่น การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทักษะค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่สงสัย การคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับทุกคน เพื่อให้รู้และเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถดำรงชีวิตท่ามกลางสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่าง ปกติสุข

2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสากลจากปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของสหรัฐอเมริกา นั้น มุ่งให้ประชาชนอเมริกันทุกคนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) โดยมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ มีทักษะและวิธีการคิดที่สำคัญจำเป็นต่อดำรงชีวิตในโลกที่รายล้อมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยมุ่งให้ผู้เรียน มีความรู้ความเข้าใจ หลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีกระบวนการคิด การจินตนาการ มีความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ขอบเขตและข้อจำกัดทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์

4. หลักสูตรวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องกำหนดทิศทางให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับการศึกษาให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถและทักษะการคิดสำคัญ ซึ่งได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เป็นต้น

5. หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษามุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะสำคัญต่างๆ

และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

6. องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์หรือกรอบมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งนำไปสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันนั้น ได้แก่ สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

7. สาระเป็นกรอบเนื้อหาสำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่หลักสูตรวิทยาศาสตร์คาดหวังให้ผู้เรียนรู้ ปฏิบัติได้ และมีคุณลักษณะหลังจากสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ประกอบด้วยตัวชี้วัดที่คาดหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ระบุประเด็นเนื้อหาในแต่ละตัวชี้วัด

8. สาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มีจำนวน 8 สาระ คือ (1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (3) สารและสมบัติของสาร (4) แรงแและการเคลื่อนที่ (5) พลังงาน (6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก (7) ดาราศาสตร์และอวกาศ และ (8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีจำนวน 13 มาตรฐาน

9. การจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการนำความคาดหวังที่ต้องการให้ผู้เรียนรู้ ปฏิบัติได้ และมีจิตวิทยาศาสตร์ที่ระบุไว้ในหลักสูตร ไปสู่การปฏิบัติจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน

10. การจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์เป็นการนำมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัดที่อยู่ในแต่ละสาระมาวิเคราะห์และเรียบเรียงเป็นคำอธิบายรายวิชาในแต่ละระดับชั้น จากนั้นนำไปจัดทำหน่วยการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสากลและของประเทศไทย
3. อธิบายความสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในการนำไปสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. ระบุองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์
5. อธิบายความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์
6. อธิบายกระบวนการจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์
7. จัดทำคำอธิบายรายวิชา และสร้างหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2.2 คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวคิด

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สำคัญ คือ ให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและ คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ มีความสามารถในการ แก้ปัญหาและการจัดการ มีทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักถึง ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและ ผลกระทบซึ่งกันและกัน นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การสื่อสาร และจิตวิทยาศาสตร์

3. มาตรฐานการเรียนรู้เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ สะท้อนแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี เนื่องจากช่วยให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการสอน การวัดและประเมินผล

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้
2. ระบุและวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้
3. ออกแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตาม มาตรฐานการเรียนรู้ได้

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 3.1 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 3.2 รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ: วงจรการเรียนรู้ 5E (5E Learning Cycle)

เรื่องที่ 3.3 รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ: การเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning)

แนวคิด

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาเน้นการให้ผู้เรียนสืบ สอบหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ซึ่งมีหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ (1) การใช้ คำถามหรือประเด็นปัญหาในการขับเคลื่อนบทเรียน (2) การศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง

- (3) การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทั้งทางความคิด (Mind-On) และการลงมือปฏิบัติ (Hands-On)
 (4) เน้นการอธิบาย การให้เหตุผล และการนำความรู้ไปใช้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นกระบวนการสืบสอบนั้นสามารถจัดได้หลายรูปแบบหรือหลายวิธีการ เช่น การเรียนรู้จากการทำโครงการ (Project-Based Learning) การสอนโดยใช้การทดลอง (Experimental Method) การสอนโดยใช้ศูนย์การเรียนรู้ (Learning Center) รวมทั้งมีเทคนิคการสอนที่สนับสนุนให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้คำถาม การจัดกลุ่มผู้เรียน การสร้างกำลังใจ รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์เน้นการสืบสอบที่สำคัญและมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย คือ วงจรการเรียนรู้ 5E (5E Learning Cycle Model) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกรอบแนวคิดใหม่ของการสืบสอบ คือ การเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning)

3. รูปแบบการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้ 5E (5E Learning Cycle Model) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบสอบ (Inquiry-Based Learning) โดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งคำถามและค้นคว้าหาคำตอบจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง วงจรการเรียนรู้ 5E ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน คือ (1) การเร้าความสนใจ (Engagement) (2) การสำรวจตรวจสอบ (Exploration) (3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (4) การขยายความรู้ (Elaboration) และ (5) การประเมินผล (Evaluation)

4. การเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจโมเดลต้นวิทยาศาสตร์ในลักษณะเชิงสัญลักษณ์ที่เป็นแบบจำลองทางความคิด (Mental Model) ผู้เรียนแสดงความรู้ความเข้าใจหรือประสบการณ์เดิมโดยสร้างเป็นแบบจำลองเบื้องต้น (Initial Model) และศึกษา ค้นคว้าข้อมูล ลงมือปฏิบัติ และแลกเปลี่ยนหรือตรวจสอบข้อมูลกับผู้อื่นเพื่อประเมินและปรับปรุงแบบจำลองที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของตนเอง

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุหลักการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบสอบ (Inquiry-Based Learning)
2. ระบุแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้ 5E
3. ระบุแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการสอนของการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning)
4. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้ 5E
5. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการสอนของการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้

เรื่องที่ 4.1 สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 4.2 การนำสื่อและแหล่งเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวคิด

1. สื่อและแหล่งเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งสื่อแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1.อุปกรณ์การทดลอง 2.เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน 3.สื่อสิ่งพิมพ์ 4.สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ 5.แหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในห้องเรียน ผู้สอนควรทำความเข้าใจสื่อแต่ละประเภท เพื่อจะได้เลือกใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม

2. การเลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้จะต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่จะสอน มีเนื้อหาถูกต้องทันสมัยน่าสนใจเป็นลำดับขั้นตอน สะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากมากเกินไป เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ และประสบการณ์ของผู้เรียน มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี และถ้าเป็นสื่อที่ผลิตเองควรพิจารณาความคุ้มค่ากับเวลา และการลงทุน

3. หลักการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ต้องมีการเตรียมความพร้อมของผู้สอนในการใช้สื่อ โดยต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่มีในสื่อ ขั้นตอน และวิธีการใช้จัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนโดยใช้สื่อการจัดการเรียนรู้นั้น ตรงตามขั้นตอน และวิธีการที่ได้เตรียมไว้แล้ว ผู้สอนต้องควบคุมการนำเสนอสื่อ เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น และหลังจากการใช้สื่อการสอนแล้ว ควรมีการติดตามผลเพื่อเป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนจากสื่อที่นำเสนอไป เพื่อจะได้ทราบจุดบกพร่อง สามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงสำหรับการสอนในครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 4 สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ แล้วผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้
2. บอกประสิทธิภาพ และข้อจำกัดของสื่อการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภทได้
3. สืบค้น ค้นหาสื่อและแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้
4. อธิบายหลักการเลือกและใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อใช้จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพได้
5. เลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนอย่างเหมาะสมได้

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.1 ความสำคัญและประโยชน์ของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.2 ประเภทของข้อสอบและหลักการออกข้อสอบ

เรื่องที่ 5.3 การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

เรื่องที่ 5.4 การประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

แนวคิด

1. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความสำคัญที่ควรเข้าใจและแยกความแตกต่างให้ได้ 2 คำ คือการวัดและการประเมินผล

2. การวัด คือการใช้เครื่องมือใดๆ อาจเป็นข้อสอบ แบบวัด เพื่อใช้บอกระดับของสิ่งที่ต้องการวัด เมื่อได้ผลจากการวัดแล้ว จึงนำมาสู่การประเมิน คือการลงความเห็นและตัดสินผลที่ได้จากการวัดนั้น โดยมีการใช้เกณฑ์ที่มีการกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน หรืออาจเป็นเกณฑ์ที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น

3. การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ 2 ประการ คือ การประเมิน เพื่อตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และการนำผลที่ได้จากการประเมินมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

4. เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญคือ ข้อสอบ ข้อสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินผลผู้เรียนมีหลายประเภท และแต่ละประเภทมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน หลักการและการวางแผนการออกข้อสอบที่ดีจะช่วยให้ข้อมูลที่ประโยชน์ทั้งต่อผู้สอนและนักเรียนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

5. การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติกัน มี 2 ลักษณะคือ การประเมินผลระหว่างเรียน และการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้รายวิชา ซึ่งทั้งนี้นอกจากจำแนกตามช่วงเวลาของการประเมินแล้ว เพื่อให้การประเมินผลการเรียนรู้นั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ พฤติกรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์จึงได้มีการพยายามในการพัฒนาการประเมินตามสภาพจริงขึ้น

6. การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นการประเมินที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ในการประเมินสัมฤทธิผลทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งทางด้านความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ภาคทฤษฎี การประเมินกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ได้มีการกำหนดไว้

7. การประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ เป็นเครื่องมือในการให้ข้อมูลป้อนกลับที่สำคัญกับนักเรียนในการนำไปใช้พัฒนาตนเองในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านการเรียนและการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษา ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. วางแผนการออกข้อสอบประเภทต่างๆ ได้
3. อธิบายความสำคัญและวิธีการต่างๆ ของการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง
4. ออกแบบการประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่รายล้อมตัวเรา เป็นสิ่งต่างๆ ที่เรามองเห็นได้ อาจเป็น เมล็ดที่ถืออยู่ในมือ จอคอมพิวเตอร์ กระดาษ ปากกาลูกลื่น แมวที่เลี้ยงไว้ในบ้าน แสดงอาทิตย์ที่ส่องผ่านหน้าต่าง สิ่งเหล่านี้ล้วนมีอยู่ในเอกภพ หรือจักรวาลของเรา วิทยาศาสตร์จึงเกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ อยู่ในเอกภพ ตั้งแต่สิ่งอนุภาคย่อยของอะตอมที่มีขนาดเล็กที่สุดในอะตอมของโลหะที่อยู่ในวงจรคอมพิวเตอร์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ที่ก่อตัวเป็นทรงกลมแก๊สที่เรียกว่าดวงอาทิตย์ ปฏิกริยาเคมีที่มีความซับซ้อนและกลไกเชิงไฟฟ้าในร่างกายที่ทำให้เราสามารถอ่านและทำความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้



ภาพที่ 1 วิทยาศาสตร์อยู่รายล้อมตัวเรา

ที่มา: http://undsci.berkeley.edu/article/whatissscience_01

อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญคือวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เชื่อถือได้ที่นำไปใช้ในการเรียนรู้ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในเอกภพ วิทยาศาสตร์มีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างจากศาสตร์อื่นคือ วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนฐานของสิ่งที่สามารถทดสอบได้จากการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ในธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ช่วยเติมเต็มความกระหายใคร่รู้ของมนุษย์ คำถามหลายอย่างที่มนุษย์อยากรู้ เช่น ทำไมท้องฟ้ามีสีฟ้า เสือดาวมีจุดที่ลำตัวได้อย่างไร อุปราคาคืออะไร วิทยาศาสตร์ช่วยตอบคำถามเหล่านี้ได้ รวมทั้งวิทยาศาสตร์ยังนำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่นเดียวกันกับการเรียนรู้เรื่องราวสำคัญต่างๆ เช่น สุขภาพของเรา สิ่งแวดล้อม พิบัติภัยทางธรรมชาติ หากไม่มีวิทยาศาสตร์แล้ว โลกที่ทันสมัยคงไม่ทันสมัยอย่างแน่นอน

คำว่า “วิทยาศาสตร์” ในความคิดความเข้าใจของบุคคลอาจมองเป็นภาพได้หลากหลายแตกต่างกันไป เช่น วิทยาศาสตร์ปรากฏเป็นภาพเล่มตำราเรียน เสื้อกราวนสีขาและกล่องจุลทรรศน์ นักดาราศาสตร์กำลังทำการศึกษาโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ นักธรรมชาติวิทยากำลังศึกษาป่าฝนเขตร้อน หรืออาจเป็นภาพสมการของไอสไตน์ที่เขียนไว้บนกระดานดำ สิ่งเหล่านี้สะท้อนเพียงบางส่วนของวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ไม่ได้แสดงถึงภาพที่สมบูรณ์ของวิทยาศาสตร์ เพราะ “วิทยาศาสตร์” นั้นมีหลายด้านหลายมุมมอง (The University of California Museum of Paleontology, Berkeley, and the Regents of the University of California, 2013: ออนไลน์)



ภาพที่ 2 มุมมองหรือด้านต่างๆ ของวิทยาศาสตร์

ที่มา: http://undsci.berkeley.edu/article/whatis-science_01

The University of California Museum of Paleontology, Berkeley, and the Regents of the University of California (ออนไลน์: 2013) ได้ระบุมุมมองหรือด้านของวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้และกระบวนการ (Science is a body of knowledge and a Process) การเรียนรู้ในระดับโรงเรียนนั้น วิทยาศาสตร์อาจดูเหมือนความรู้เชิงข้อเท็จจริงที่มีการรวบรวมและเรียบเรียงไว้ในหนังสือเรียน ซึ่งความเข้าใจนี้เป็นเพียงบางส่วนของวิทยาศาสตร์เท่านั้น เนื่องจากวิทยาศาสตร์ยังหมายรวมถึงกระบวนการค้นพบที่ช่วยให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงสู่ความเข้าใจโลกธรรมชาติ

2. วิทยาศาสตร์ คือ ความตื่นเต้น (Science is exciting) วิทยาศาสตร์คือวิธีการค้นพบสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในเอกภพ และการทำงานของสิ่งต่างๆ เหล่านั้นในปัจจุบันเป็นอย่างไร ในอดีตเคยเป็นอย่างไร และในอนาคตจะเป็นอย่างไร นักวิทยาศาสตร์มีแรงจูงใจในการทำงานจากการพยายามหาคำตอบหรือค้นหาในสิ่งที่ยังไม่เคยมีใครทำมาก่อน

3. วิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นประโยชน์ (Science is useful) ความรู้ที่ได้มาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่มีพลังและเชื่อถือได้ สามารถนำมาพัฒนาเป็นเทคโนโลยีต่างๆ ได้นำมารักษาโรคต่าง และใช้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ

4. วิทยาศาสตร์ คือ สิ่งต่อเนื่อง ไม่สิ้นสุด (Science is ongoing) วิทยาศาสตร์เป็นการตรวจสอบและขยายความรู้ต่างๆ ในเอกภพ การค้นพบทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่คำถามใหม่ สำหรับการทำการสำรวจตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง วิทยาศาสตร์จึงเป็นการศึกษาไม่มีที่สิ้นสุด

5. วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามของมนุษยโลก (Science is a global human endeavor) ในการพยายามแสวงหาความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือหาคำตอบในสิ่งที่สงสัย ประชาชนทุกคนทั่วทุกมุมโลกนั้น สามารถมีส่วนร่วมในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

สาขาวิชาของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นแบ่งออกเป็น 4 สาขาวิชา คือ (Wikipedia, 2013)

1. ชีววิทยา (Biology)

ชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ลักษณะ การจัดจำแนก พฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สาขาย่อยของชีววิทยา เช่น พฤษศาสตร์ สัตววิทยา พันธุศาสตร์ จุลชีววิทยา

2. เคมี (Chemistry)

เคมีเป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาสารในระดับอะตอมและโมเลกุล เช่น อะตอมของแก๊ส โมเลกุล ผลึก โลหะ องค์ประกอบ สถานะ ปฏิกริยาของสาร กระบวนการศึกษาทางเคมีส่วนใหญ่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3. ฟิสิกส์ (Physics)

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาปัจจัยมูลฐาน ที่มีอิทธิพลต่อเอกภพ เกี่ยวข้องกับแรงและปฏิกริยาที่ปัจจัยนั้นกระทำซึ่งกันและกัน และผลที่เกิดจากปฏิกริยาดังกล่าว ขอบข่ายของการศึกษาฟิสิกส์ เช่น ความดันแมคคานิกส์ ฟิสิกส์เชิงทฤษฎี ฟิสิกส์ประยุกต์ นอกจากนี้ยังรวมการศึกษาด้านดาราศาสตร์ไว้ในกลุ่มของฟิสิกส์ด้วย

4. วิทยาศาสตร์โลก (Earth Science หรือ Geosciences)

วิทยาศาสตร์โลกเป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่างบนโลก เช่น ธรณีวิทยา ปฐพีวิทยา อุตุนิยมวิทยา สมุทรศาสตร์ นอกจากนี้ยังรวมถึงการศึกษเกี่ยวกับปิโตรเลียมและแหล่งแร่ธรรมชาติ การวิจัยด้านภูมิอากาศ

สรุป

วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเรื่องใกล้ตัวเช่น การทำงานของร่างกาย เครื่องมือ เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องไกลตัวเช่น เหตุการณ์ต่างๆ ในห้วงอวกาศ วิทยาศาสตร์ช่วยไขข้อข้องใจต่างๆ ให้แก่มนุษย์ รวมทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกสบายให้แก่มนุษย์ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะ ความสามารถที่สำคัญหลายประการ เช่น การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการตัดสินใจโดยใช้ประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับทุกคน เพื่อให้รู้และเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถดำรงชีวิตท่ามกลางสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างปกติสุข

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.1

เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์

หลักสูตรวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องกำหนดทิศทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะสำคัญต่างๆ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

การประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 ส่งผลให้มีการยกเลิกหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศ คือ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ต่อมา มีการปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ให้มีความชัดเจนมากขึ้น และปรับเปลี่ยนชื่อเป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางนี้เป็นหลักสูตรอิงมาตรฐาน (Standard-based Curriculum) เนื่องจากมีมาตรฐานการเรียนรู้ (Standard) เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน รายวิชาในหลักสูตรแกนกลางหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบ่งเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้เป็น 8 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (3) **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** (4) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (5) กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา (6) กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (7) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี (8) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางกำหนดกลุ่มเนื้อหาสาระซึ่งเรียกว่า สาระ (Strand) ซึ่งเป็นกรอบเนื้อหาสำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ ประกอบด้วย 8 สาระ ได้แก่ (1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (3) สารและสมบัติของสาร (4) แรงและการเคลื่อนที่ (5) พลังงาน (6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก (7) ดาราศาสตร์และอวกาศ และ (8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มเนื้อหาหรือสาระดังกล่าวนี้แตกต่างจากการจัดเนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์เดิมซึ่งมีการจัดกลุ่มเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์เป็น 5 กลุ่มวิชา คือ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา

องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ กระบวนการ รวมทั้งความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์หรือกรอบมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งนำไปสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันนั้น ได้แก่ สาระ (Strands) มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning Standards) ตัวชี้วัด (Indicators) และสาระการเรียนรู้แกนกลาง (Core Content)

1. สาระ (Strands)

สาระเป็นกรอบเนื้อหาสำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ในหลักสูตร แบ่งออกเป็น 8 สาระ คือ (1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (3) สารและสมบัติของสาร (4) แรงแและการเคลื่อนที่ (5) พลังงาน (6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก (7) ดาราศาสตร์และอวกาศ และ (8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสาระนี้ 8 สาระนี้สามารถแบ่งตามลักษณะเนื้อหาได้เป็น 2 ลักษณะ คือ เนื้อหาหรือรายวิชา และไม่ใช่นเนื้อหาหรือรายวิชา ดังนี้

สาระ (Strand)	ลักษณะเนื้อหา
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	ลักษณะที่ 1 เนื้อหาหรือรายวิชา
	ชีววิทยา
สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	ชีววิทยา
สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	เคมี
สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่	เคมี
สาระที่ 5 พลังงาน	ฟิสิกส์
สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	ธรณีวิทยาและวิทยาศาสตร์โลก
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ	ดาราศาสตร์และอวกาศ
สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ลักษณะที่ 2 ไม่ใช่เนื้อหาหรือรายวิชา
	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์

2. มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning Standards)

มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่หลักสูตรวิทยาศาสตร์คาดหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ปฏิบัติได้ และมีคุณลักษณะต่างๆ เมื่อสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้ สาระ 8 สาระ มีจำนวนรวม 13 มาตรฐาน โดยแต่ละสาระมีจำนวนมาตรฐานการเรียนรู้ไม่เท่ากัน คือ

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่ ประกอบด้วย 1 มาตรฐาน

สาระที่ 5 พลังงาน ประกอบด้วย 1 มาตรฐาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ประกอบด้วย 1 มาตรฐาน

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 1 มาตรฐาน

ข้อความในมาตรฐานการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ 2) ทักษะและความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมี ตัวอย่างเช่น

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

จากข้อความในมาตรฐาน ว. 1.2 ข้างต้นประกอบด้วยข้อความ 3 ส่วน คือ

- 1) เนื้อหาความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ได้แก่
 - กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
 - ความสำคัญของการถ่ายทอดทางพันธุกรรม
 - วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
 - ความหลากหลายทางชีวภาพ
 - การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
- 2) ทักษะและความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ ได้แก่
 - กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 - ความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้
 - การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมี ได้แก่
 - จิตวิทยาศาสตร์

3. ตัวชี้วัด (Indicators)

ตัวชี้วัดเป็นสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดมีลักษณะเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรมในการนำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา การจัดการเรียนรู้ และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นกำหนดตัวชี้วัดในแต่ละระดับชั้น เรียกว่า **ตัวชี้วัดชั้นปี** (Grade-Level Indicators/ Grad-Level Expectations) เป็นสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ในแต่ละระดับชั้น ซึ่งบ่งชี้พัฒนาการของผู้เรียนไปสู่มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อความที่ปรากฏในตัวชี้วัดชั้นปีประกอบด้วยส่วนของเนื้อหาความรู้ ทักษะหรือความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติได้ และมักปรากฏลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเนื้อหานั้นๆ ไว้ด้วย ซึ่งช่วยให้ผู้สอนมีแนวทางในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ที่ทักษะ ความสามารถและคุณลักษณะของผู้เรียนที่จะได้รับการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว

ตัวอย่างเช่น

ตัวชี้วัดชั้นปีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สารที่ 3 มาตรฐาน ว 3.1

สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่ 1 ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารแต่ละกลุ่ม

จากข้อความในตัวชี้วัดที่ 1 ข้างต้นสามารถบ่งชี้ข้อมูลได้ ดังนี้

- 1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้แก่ผู้เรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การทดลอง
- 2) เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้ผู้เรียนชั้นได้เรียนรู้ คือ
 - การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ (สารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม)
 - การจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ (สารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารประกอบ)
 - สมบัติของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารประกอบ
- 3) ทักษะหรือความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ คือ
 - ทักษะการทดลอง
 - ทักษะการจำแนกประเภท

นอกจากนี้ทักษะการทดลองและการจำแนกประเภทที่ปรากฏในข้อความตัวชี้วัดแล้ว การเรียนรู้จากการปฏิบัติการทดลองยังช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น เช่น ทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นต้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการมีจิตวิทยาศาสตร์ เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริง ความรอบคอบในการทำการทดลองตามลำดับขั้นตอน และการอดทนในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เป็นต้น

4. สารการเรียนรู้แกนกลาง (Core content)

สารการเรียนรู้แกนกลางเป็นเนื้อหาความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะต่างๆ ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เพื่อให้มีคุณภาพตามตัวชี้วัด ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สารการเรียนรู้แกนกลางจะปรากฏอยู่ควบคู่กับตัวชี้วัดชั้นปี

ตัวอย่างเช่น

สาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 6 มาตรฐาน ว 6.1 ตัวชี้วัดข้อ 1
 สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของ
 กระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก
 มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ ที่ ปกคลุมผิวโลก	- บรรยากาศของโลกประกอบด้วยส่วนผสมของ แก๊ส ต่างๆ ที่อยู่รอบโลกสูงขึ้นไปจากพื้นผิวโลก หลาย กิโลเมตร -บรรยากาศแบ่งเป็นชั้นตามอุณหภูมิและ การ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงจากพื้นดิน

จากสาระการเรียนรู้แกนกลางข้างต้น จะเห็นได้ว่า ข้อความสาระการเรียนรู้แกนกลางและ
 ตัวชี้วัดชั้นปีมีความสอดคล้องกันข้อความตัวชี้วัดประกอบด้วย 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ การ
 จัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูล นั้นและอภิปรายร่วมกัน 2) เนื้อหาความรู้ คือ องค์ประกอบ
 และการแบ่งชั้นบรรยากาศ ส่วนข้อความสาระการเรียนรู้แกนกลางนั้นเป็นการแสดงสาระสำคัญของ
 เนื้อหาความรู้เรื่ององค์ประกอบของบรรยากาศ การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ และ
 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงจากพื้นดิน

สรุป

องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ
 กระบวนการ รวมทั้งความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์หรือกรอบ
 มาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งนำไปสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศให้เป็นไปในทิศทาง
 เดียวกันนั้น ได้แก่ สาระ (Strands) มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning Standards) ตัวชี้วัด
 (Indicators) และสาระการเรียนรู้แกนกลาง (Core Content)

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่อง 1.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.2

เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์

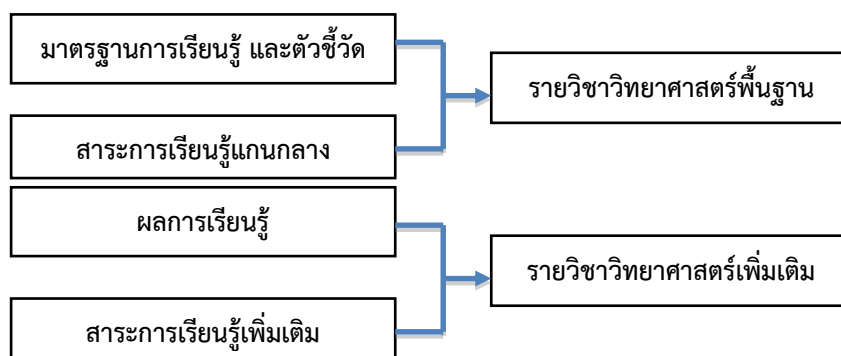
การจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการนำความคาดหวังที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ปฏิบัติได้ และมีคุณลักษณะต่างๆ ที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปจัดทำเป็นคำอธิบายรายวิชา เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนต่อไป การจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์เป็นการจัดทำหลักสูตรระดับรายวิชา ซึ่งจะดำเนินการได้เมื่อสถานศึกษาได้กำหนดโครงสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระบุรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาหรือปีการศึกษาแล้ว สถานศึกษาจะต้องระบุคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งรายวิชาพื้นฐานและรายวิชาเพิ่มเติมไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อเป็น ประโยชน์ในการสื่อสารแก่ผู้เกี่ยวข้องทั้งครูผู้สอนแต่ละระดับชั้น ผู้ปกครอง และบุคคลภายนอก หรือใช้ประโยชน์ในการเทียบโอนผลการเรียนของผู้เรียนองค์ประกอบสำคัญของคำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องสำหรับรายวิชาพื้นฐาน หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับรายวิชาเพิ่มเติม

การจัดทำคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้น สามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะ ตามประเภทรายวิชา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

1) รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นรายวิชาที่จัดสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นรายวิชาที่ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องเรียนรู้

2) รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เป็นรายวิชาที่จัดสอนเพิ่มเติมจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลาง เพื่อให้สอดคล้องกับจุดเน้นความต้องการและความถนัดของผู้เรียน หรือความต้องการของท้องถิ่น โดยมีการกำหนด “ผลการเรียนรู้” เป็นเป้าหมาย



ขั้นตอนการจัดทำคำอธิบายรายวิชา

การจัดทำหรือการเขียนคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการดำเนินการตามลำดับต่อไปนี้

1. กำหนดระดับชั้นที่จะเขียนคำอธิบายรายวิชา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นมี 3 ระดับชั้น คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เมื่อกำหนดหรือเลือกระดับชั้นได้แล้ว ให้นำตัวชี้วัดชั้นปีที่ปรากฏในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ และแต่ละสาระของระดับชั้นที่กำหนด มาวิเคราะห์หาส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ 2) ทักษะและความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียน

3. นำผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดชั้นปีทุกข้อในระดับชั้นที่กำหนดมาจัดลำดับตามความสัมพันธ์ แล้วเรียบเรียงเป็นสาระสังเขปของคำอธิบายรายวิชา ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะหรือความสรุปลำดับ 3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ สาระสังเขปที่ได้นี้เป็นคำอธิบายรายวิชารายปี

4. จัดแบ่งสาระสังเขปของคำอธิบายรายปีเป็นรายภาค โดยนำสาระสังเขปของคำอธิบายรายปี มาพิจารณาแล้วออกแบ่งเป็น 2 ส่วน ตามความสอดคล้องและลำดับของเนื้อหาความรู้ โดยเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนควรได้เรียนรู้ก่อน ให้จัดไว้สำหรับเป็นคำอธิบายรายวิชาในภาคเรียนที่ 1 เนื้อหาสาระที่ผู้เรียนเรียนรู้ต่อจากนั้น ให้จัดไว้สำหรับเป็นคำอธิบายรายวิชาในภาคเรียนที่ 2

5. นำสาระสังเขปรายภาคมาเรียบเรียงเขียนเป็นเอกสารคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานสำหรับภาคเรียนที่ 1 และ 2 โดยจัดกระทำให้มีองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้แก่ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องทุกข้อ

ตัวอย่างคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1

(ตัวอย่าง) คำอธิบายรายวิชา

วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

อาหารและสารอาหาร ความต้องการสารอาหารและพลังงานของร่างกาย การเลือกบริโภคอาหาร โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ ความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ ของมนุษย์ พฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า สารเสพติด เทคโนโลยีชีวภาพ ในการขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และเพิ่มผลผลิตของสัตว์ แสงและการมองเห็น การสะท้อนและ การหักเหของแสง ความสว่างและการมองเห็นสีของวัตถุ ศึกษาโดยใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสตัวชี้วัด

ว. 1.1 ม. 2/1 ม. 2/2 ม. 2/3 ม. 2/4 ม. 2/5 ม. 2/6

ว. 5.1 ม. 2/1 ม. 2/2 ม. 2/3

ว. 8.1 ม. 2/1 ม. 2/2 ม. 2/3 ม. 2/4 ม. 2/5 ม. 2/6 ม. 2/7 ม. 2/8 ม.2/9

รวมทั้งหมด 18 ตัวชี้วัด

สำหรับการเขียนคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม นั้น มีความแตกต่างจากการเขียนคำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน คือ สาระสังเขปของคำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติมได้มาจากการวิเคราะห์ผล

การเรียนรู้ซึ่งสถานศึกษากำหนดขึ้น ในขณะที่รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานวิเคราะห์มาจากตัวชี้วัด อย่างไรก็ตามในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้มีการจัดทำคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคมไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตัวอย่างคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

(สสวท, ออนไลน์)

(ตัวอย่าง) คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 40 ชั่วโมง จำนวน 1 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง องค์ประกอบและประเภทของปิโตรเลียม หินตนกำเนิดและแหล่งกักเก็บ ปิโตรเลียม การสำรวจและแหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบและแนวทางแก้ไขที่เกิดจากการสำรวจและ การผลิตปิโตรเลียม การแยกกาซธรรมชาติ การกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์จากกาซธรรมชาติ และจากการกลั่นน้ำมันดิบ และการใช้ประโยชน์ ผลกระทบจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ จากปิโตรเลียมและแนวทางแก้ไขสถานการณ์พลังงานของโลกและของประเทศไทย การใช้พลังงาน ด้านการคมนาคมของประเทศไทย การกำหนดราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ผลกระทบและแนวทางการแก้ไข ผลจากการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการ คมนาคม เชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานทดแทน โดยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้เกิดความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่รู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

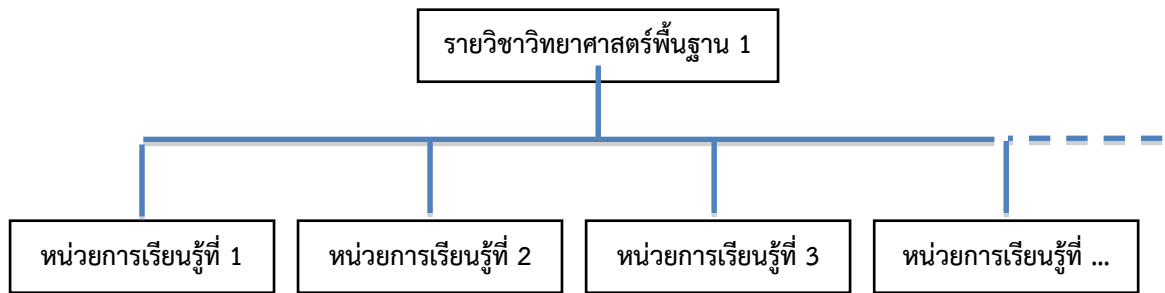
ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความสำคัญและการกำเนิดของปิโตรเลียม กาซธรรมชาติ ถานหิน และหินน้ำมัน
2. อธิบายแหล่ง การสำรวจ และปริมาณสำรองของปิโตรเลียม และกาซธรรมชาติ
3. อธิบายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและการนำไปใช้ประโยชน์
4. นำเสนอแนวทางการใช้ปิโตรเลียม และกาซธรรมชาติอย่างประหยัดและถูกวิธี
5. อธิบายโครงสร้างราคาและวิเคราะห์สถานการณ์การใช้้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อการคมนาคม
6. อธิบายประเภทและการใช้ประโยชน์ จากเชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานทดแทน

รวมทั้งรวม 6 ผลการเรียนรู้

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้

การจัดทำหรือการกำหนดหน่วยการเรียนรู้จะดำเนินการเมื่อเขียนคำอธิบายรายวิชาแล้วในแต่ละรายวิชานั้นประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ได้หลายหน่วย การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ทำให้ทราบว่า รายวิชานั้นประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้จำนวนเท่าใด มีเรื่องหรือหัวข้อใดบ้าง แต่ละหน่วยการเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตัวชี้วัดใดบ้าง รวมทั้งใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้เท่าใด นอกจากนี้การจัดทำหน่วยการเรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อผู้สอนสำหรับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยและรายคาบต่อไป



การจัดทำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิตรวม (6) ชื่อหน่วยการเรียนรู้และหน่วยย่อยหรือหัวข้อภายใต้หน่วยการเรียนรู้ (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง (8) จำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนรู้สำหรับแต่ละหน่วย

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้มีแนวทางดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อความคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำเนื้อหาความรู้ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์มาจัดไว้ในกลุ่มเนื้อหาเดียวกัน
2. กำหนดชื่อหน่วยการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกลุ่มเนื้อหา ระบุหัวข้อหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อยภายใต้หน่วยการเรียนรู้ กำหนดเวลา สำหรับจัดการเรียนรู้ของแต่ละหน่วย และระบุตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับแต่ละหน่วย
3. นำหน่วยการเรียนรู้มาเขียนเป็นเอกสารหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยจัดเรียงหน่วยการเรียนรู้ตามลำดับการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนนั้นๆ

ตัวอย่างการจัดทำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

(ตัวอย่าง) หน่วยการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จำนวนชั่วโมง
1. สารอาหารและอาหาร - ประเภทของสารอาหาร - ปริมาณสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย	ว 1.1 ม.2/5	6
2. ระบบต่างๆ ของร่างกาย - ระบบย่อยอาหาร - ระบบหายใจ - ระบบหมุนเวียนโลหิต - ระบบขับถ่าย	ว 1.1 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/6	20

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จำนวนชั่วโมง
- ระบบประสาท - ระบบสืบพันธุ์ - ผลของสารเสพติด		
.....

สรุป

คำอธิบายรายวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องสำหรับรายวิชาพื้นฐาน หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับรายวิชาเพิ่มเติม

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิตรวม (6) ชื่อหน่วยการเรียนรู้และหน่วยย่อยหรือหัวข้อภายใต้หน่วยการเรียนรู้ (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง (8) จำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนรู้สำหรับแต่ละหน่วย

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่อง 1.3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.3

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้ เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริง นำมาสู่การพัฒนาโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ทั้งองค์ความรู้และกระบวนการ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายสำคัญดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545: 3)

1. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจของผู้เรียน
5. เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้ผู้เรียนเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 2.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2.1

เรื่องที่ 2.2 คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ข้างต้น นำมาสู่การกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาผู้เรียน มีอยู่ด้วยกัน 8 สาระ และ 13 มาตรฐานการเรียนรู้ ถ้าวิเคราะห์ค่าสำคัญที่ปรากฏในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ จะพบว่าทักษะสำคัญในการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในการสื่อสาร และจิตวิทยาศาสตร์

1. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่นๆ เช่น การสำรวจ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสื่อสาร

ในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความถูกต้อง ชัดเจน และน่าเชื่อถือ ผู้เรียนจะต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ คือ
 - (1) ทักษะการสังเกต
 - (2) ทักษะการจำแนก
 - (3) ทักษะการวัด
 - (4) ทักษะการใช้เลขจำนวน
 - (5) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
 - (6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
 - (7) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
 - (8) ทักษะการพยากรณ์
- 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ
 - (1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - (2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - (3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - (4) ทักษะการทดลอง
 - (5) ทักษะการลงข้อสรุป

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ มีดังนี้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2548)

(1) การสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าหรืออย่างใดอย่างหนึ่งในการสำรวจสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูล

(2) การจำแนก หมายถึง ความสามารถในการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นกลุ่ม โดยมีเกณฑ์ในการแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

(3) การวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต่อสิ่งที่ต้องการวัดด้วย

(4) การใช้เลขจำนวน หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ และหาร ตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่นๆ ทั้งนี้ตัวเลขที่นำมาคำนวณ จะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกับตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณ จะช่วยให้สามารถสื่อสารความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจน

(5) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

(6) การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรือปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

(7) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาศัยเสนอด้วยแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

(8) การพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้น มาช่วยในการพยากรณ์

(9) การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป

(10) การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการกำหนดว่าสิ่งที่ศึกษาตัวใดเป็นตัวแปรต้น ตัวใดเป็นตัวแปรตามในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องการศึกษา โดยทั่วไปในปรากฏการณ์หนึ่งๆ จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อย

(11) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถที่จะกำหนดว่าจะมีวิธีวัดตัวแปรที่ศึกษาอย่างไร ซึ่งเป็นวิธีวัดที่สามารถเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย

(12) การทดลอง หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบสมมุติฐาน โดยปฏิบัติการหาคำตอบ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

(13) การลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการระบุมความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาได้เป็นข้อความใหม่อันเป็นคำตอบของปัญหา

2. การแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่มีวิธีการหาคำตอบมาก่อน อาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหามักต้องใช้เทคนิค วิธีการ หรือกลยุทธ์ต่างๆ ซึ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาประกอบด้วย (สสวท., 2555: 182)

- 1) การกำหนดปัญหา
- 2) การทำความเข้าใจกับปัญหา
- 3) การวางแผนการแก้ปัญหา
- 4) การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา
- 5) การตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

3. การนำความรู้ไปใช้

การสอนวิทยาศาสตร์ให้เกิดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่างๆ นั้นยังไม่เป็นการเพียงพอ ควรได้ฝึกให้นักเรียนรู้จักนำความรู้และวิธีการต่างๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ๆ ได้อีกด้วย ปัญหาที่นำมาให้นักเรียนแก้ไขนี้ อาจจะเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรืออาจเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันทุกๆ ไป

4. การสื่อสาร

การสื่อสาร เป็นการแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย เช่น การสังเกต การทดลอง การอ่าน เป็นต้น ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

5. จิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 2.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2.2

เรื่องที่ 2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ สะท้อนแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี เนื่องจากช่วยให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการสอน การวัดและประเมินผล ยกตัวอย่างเช่น

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ถ้าวิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.1 แล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้ ได้ดังนี้

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
<ul style="list-style-type: none"> เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ 	<ul style="list-style-type: none"> กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 	<ul style="list-style-type: none"> จิตวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ข้างต้น จะเห็นได้ว่าการที่ผู้เรียนจะเข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และการใช้ทักษะดังกล่าวได้นั้น ผู้เรียนจะต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ด้วย

ตัวชี้วัด เป็นการระบุสิ่งที่ผู้เรียนต้องรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนในแต่ละชั้นปี มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ แต่มีความเฉพาะเจาะจงและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น

ว 2.1 ม.3/1 สำรวจระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

ถ้าวิเคราะห์ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.3/1 ทำให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ คือ ระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่น และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ แนวทางการจัดกิจกรรมคือการสำรวจระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่น การวัดและประเมินผล เช่น ความสามารถในการสำรวจระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่น ความถูกต้องในการอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ เป็นต้น

สรุป การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนควรเข้าใจเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะความเข้าใจดังกล่าวจะเป็นสิ่งกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน เพื่อให้ผลของการจัดการเรียนรู้นี้ส่งผลให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การสื่อสาร และจิตวิทยาศาสตร์ อีกทั้งการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี เนื่องจากช่วยให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการสอน การวัดและประเมินผล

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่อง 2.3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2.3

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 3.1 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาชั้น นั้น เน้นให้นักเรียนเรียนได้ใช้กระบวนการสืบสอบในการสร้างความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่ครูคุ้นเคยกันมาก คือ การทำการทดลอง ทั้งนี้โดยทั่วไปแล้วประกอบด้วยลักษณะกิจกรรมสำคัญ 3 ส่วน คือ (Llewerylln, 2005)

- 1) การตั้งคำถาม
- 2) การวางแผนดำเนินการหาคำตอบ
- 3) สรุปผลการศึกษา

การดำเนินกิจกรรม 3 ส่วน นี้ให้ผลลัพธ์ของกิจกรรมแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าครูหรือนักเรียนเป็นผู้กำหนดคำถาม และเป็นผู้ดำเนินการให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ผลของกิจกรรมแตกต่างกันนี้ แสดงเป็นสถานการณ์ได้ 4 แบบ ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 ครูเป็นผู้กำหนดคำถาม ภาพที่ปรากฏในห้องเรียน คือ ครูเป็นผู้อธิบายขั้นตอนการทำการทดลอง ทำการทดลองไปตามลำดับขั้น แสดงให้นักเรียนเห็นผลการทดลอง รวมทั้งวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง ภาพการจัดกิจกรรมของครูดังกล่าวนี้ เรียกว่า การสาธิต (Demonstration)



วิดีโอ การสาธิตการทดลอง เรื่อง การทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารในชีวิตประจำวัน
ที่มา: คลังความรู้ ทรูปลูกปัญญา

http://www.truelookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/10351-018199/

สถานการณ์ที่ 2 ครูเป็นผู้กำหนดคำถามและอธิบายวิธีทำการทดลองตามลำดับขั้น จากนั้นนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติตามวิธีการทดลองและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวนี้ เรียกว่า การปฏิบัติการทดลอง (Laboratory Experience)



ภาพที่ 1 การปฏิบัติการทดลองของนักเรียน เรื่อง การให้และการรับเลือดของคน

สถานการณ์ที่ 3 ครูเป็นผู้กำหนดคำถาม จากนั้นให้นักเรียนวางแผนการศึกษาค้นคว้าของตนเอง ลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนและสรุปผลการศึกษาของตนเอง ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวนี้ เรียกว่า การสืบสอบแบบครูเป็นผู้ริเริ่ม (Teacher-Initiated Inquiry)

สถานการณ์ที่ 4 นักเรียนเป็นผู้กำหนดคำถามของตนเอง วางแผนการดำเนินการเพื่อหาคำตอบของตนเอง จากนั้นดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้และสรุปผลการศึกษาดำตนเอง ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวนี้ เรียกว่า (Student-Initiated Inquiry)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 4 สถานการณ์ดังกล่าว สามารถพิจารณาเป็นระดับการสอนตามการแสดงบทบาทหลักในการดำเนินกิจกรรม สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการสอนแบบสืบสอบจำแนกตามลักษณะการริเริ่มและการปฏิบัติกิจกรรม (Llewellyn, 2002 cited in Llewellyn, 2005)

ลักษณะกิจกรรม	ผู้ที่แสดงบทบาทหลัก			
	การสาธิต (Demonstration)	การปฏิบัติการทดลอง (Laboratory Experience)	การสืบสอบที่ครูเป็นผู้ริเริ่ม (Teacher-Initiated Inquiry)	การสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้ริเริ่ม (student-Initiated Inquiry)
1. การกำหนดคำถาม	ครู	ครู	ครู	นักเรียน
2. การวางแผนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	ครู	ครู	นักเรียน	นักเรียน
3. การสรุปผลการทดลอง	ครู	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน

จากตารางที่ 1 พบว่า การสอนแบบสาธิตครูเป็นผู้ควบคุมกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นหลัก และนักเรียนเป็นผู้สังเกตและตอบคำถามที่ครูเป็นผู้กำหนด ส่วนการสอนแบบทดลองนั้นกล่าวได้ว่าเป็นการสอนแบบดั้งเดิมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยที่ครูหรือหนังสือเรียนได้กำหนดคำถามที่นักเรียนต้องทำการทดสอบไว้แล้ว ซึ่งมักระบุไว้ในส่วนต้นของเอกสารกิจกรรมการทดลอง รวมทั้งมีการระบุวัสดุและอุปกรณ์ วิธีทำการทดลองให้นักเรียนปฏิบัติตาม และระบุวิธีการประมวลข้อมูลเพื่อสรุปผลการทดลองไว้แล้ว บางครั้ง เรียกการสอนลักษณะนี้ว่าเป็น ตำราอาหาร (Cook Book) เพราะนักเรียนเพียงแต่ทำตามวิธีการที่ได้บอกไว้หมดแล้ว นักเรียนได้รับการคาดหวังให้ปฏิบัติตามวิธีการและมักได้ผลการทดลองที่คล้ายคลึงกัน การให้นักเรียนปฏิบัติทดลองในลักษณะนี้เรียกว่า กิจกรรมเพื่อยืนยันความรู้ (Confirm Activity) ทั้งนี้การทดลองเกือบทั้งหมดที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มักมีกิจกรรมลักษณะแบบนี้ที่ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองที่มีอยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม หากจัดกิจกรรมลักษณะนี้ว่าเป็นการเรียนรู้แบบสืบสอบแล้ว เรียกได้ว่าเป็นการสืบสอบแบบมีโครงสร้าง (Constructed Inquiry)

การเรียนรู้ด้วยการใช้การสืบสอบเป็นฐาน (Inquiry-based learning)

การเรียนรู้ด้วยการใช้การสืบสอบเป็นฐานเป็นกระบวนการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเอง มีการกำหนดประเด็นคำถาม มีการดำเนินการศึกษา ค้นคว้า สืบค้นตรวจสอบ และมีการสร้างความรู้ ความเข้าใจ หรือความหมายใหม่ ความรู้ที่ได้นี้เป็นความรู้ใหม่สำหรับนักเรียน แต่อาจเคยเป็นคำตอบของคำถาม เคยนำมาใช้แก้ไขปัญหา หรือสนับสนุนมุมมองมาก่อนหน้านี้แล้ว นอกจากนี้ผลการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนควรมีการนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ และอาจนำไปสู่การปฏิบัติต่อไป (Alberta Learning, 2004) การเรียนรู้แบบสืบสอบช่วยเสริมพลังให้นักเรียนมีทักษะและความรู้สำหรับการเป็นผู้เรียนเรียนรู้ได้โดยอิสระและเกิดเรียนรู้ตลอดชีวิต (Llewellyn, D., 2002) ทั้งนี้มีผลการวิจัยระบุว่า การเรียนรู้แบบสืบสอบช่วยให้นักเรียนมีการริเริ่มสร้างสรรค์ มีความเป็นอิสระ และมีทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้แก่ นักเรียน (Alberta Education: 2013)

ห้องเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบมีลักษณะดังต่อไปนี้ (Alberta Learning: 2004)

1. คำถามหรือปัญหาจากความเป็นจริง (Authentic Problems/ Real-life Problems) และอยู่ในบริบทของหลักสูตร หรือบริบทของชุมชน
2. การสืบสอบมุ่งให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่รู้
3. ข้อมูลและสารสนเทศได้มาจากกิจกรรมการเรียนรู้
4. มีการเรียนรู้ร่วมกันระหว่าง ครู นักเรียน หรือครูบรรณารักษ์
5. มีการติดต่อเชื่อมโยงการสืบสอบกับชุมชนและสังคม
6. ครูเป็นต้นแบบพฤติกรรมของการสืบสอบ
7. ครูใช้ภาษาเชิงสืบสอบในการทำงานพื้นฐาน
8. นักเรียนมีความรู้สึว่าการเรียนรู้เป็นเรื่องของตนเอง
9. ครูเป็นผู้ช่วยเหลือหรือเอื้ออำนวยในการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอสารสนเทศ
10. ครูและนักเรียนนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อให้การสืบสอบมีความก้าวหน้า

11. ครูนำการสืบสอบมาโอบล้อมทั้งเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนการสอน
12. ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์อย่างกระตือรือร้นและบ่อยครั้งกว่าการสอนแบบดั้งเดิม
13. สามารถระบุเวลาในการเรียนรู้แบบสืบสอบได้

การเรียนรู้แบบสืบสอบนั้น นอกจากพิจารณาในลักษณะของการจัดกิจกรรมหรือวิธีสอนในคาบเรียนแล้ว ยังสามารถพิจารณา ในลักษณะแนวคิดการเรียนรู้ได้ แนวคิดที่ใช้การสืบสอบในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การเรียนรู้เน้นสถานการณ์ปัญหา (Problem-based Learning) การเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (Project-based Learning) และการเรียนรู้เน้นการออกแบบ (Design-based Learning) (Stephenson, N., n.d.)

การเรียนรู้เน้นสถานการณ์ปัญหา (Problem-based Learning)

การเรียนรู้เน้นสถานการณ์ปัญหา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ท้าทายให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิธีเรียนรู้ (Learning how to Learn) นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาคำตอบของคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Real World Problems) ซึ่งปัญหาดังกล่าวถูกนำมาใช้ เพื่อให้ นักเรียนเกิดความกระหายใคร่รู้ และนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน เป็นการเรียนรู้ที่เตรียมนักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์ อย่างมีวิจารณญาณ และมีความสามารถในการค้นหาและใช้แหล่งเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม (Samford University, 2009)

การเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (Project-based Learning)

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นแนวคิดที่ตั้งบนฐานของกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning Activity) นักเรียนเรียนรู้การหาคำตอบจากคำถาม หรือหาวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกัน และมีการสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพ นักเรียนเรียนรู้การอ่านวัสดุสิ่งพิมพ์ที่หลากหลาย การเขียนแสดงความรู้ความเข้าใจในรูปแบบต่างๆ มีการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งมีการนำเสนอผลงานได้จากการทำโครงงาน การเรียนรู้โดยใช้โครงงานนี้ นอกจากนักเรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงในการทำงานแล้ว นักเรียนยังต้องเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีมด้วย (Buck Institute for Education, 2013)

การเรียนรู้เน้นการออกแบบ (Design-based Learning)

การเรียนรู้เน้นการออกแบบ เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนา สร้าง และประเมินผลงานที่ได้ออกแบบไว้ ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์นั้น การเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ เป็นการเปิดโอกาสการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใหม่ กล่าวคือ กิจกรรมการเรียนรู้เน้นการทำงานและออกแบบ ทำให้นักเรียนมีความภาคภูมิใจในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนเอง และยังสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนในฐานะนักคิด นักออกแบบ และนักปฏิบัติอีกด้วย ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษและการดำเนินชีวิตของนักเรียนต่อไป (Office of Innovation and Technology, Stanford Graduate School of Education, 2012)

สรุป

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปนั้นเป็นกิจกรรมการทำการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยลักษณะกิจกรรมสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) การตั้งคำถาม 2) การวางแผนดำเนินการหาคำตอบ 3) สรุปผลการศึกษา

ลักษณะของกิจกรรมเน้นการสืบสอบ สามารถจำแนกตามบทบาทครูบทบาทนักเรียน สรุปได้ ดังนี้

ลักษณะกิจกรรม	ผู้ที่แสดงบทบาทหลัก			
	การสาธิต (Demonstration)	การทดลอง (Laboratory Experience)	การสืบสอบที่ครูเป็นผู้ริเริ่ม (Teacher-Initiated Inquiry)	การสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้ริเริ่ม (student-Initiated Inquiry)
1. การกำหนดคำถาม	ครู	ครู	ครู	นักเรียน
2. การวางแผนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	ครู	ครู	นักเรียน	นักเรียน
3. การสรุปผล การทดลอง	ครู	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน

การเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry based learning) เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้ของตนเอง มีการกำหนดประเด็นคำถาม การศึกษา ค้นคว้า สืบสอบ และมีการสร้างความรู้ ความเข้าใจ หรือความหมายใหม่ ความรู้ที่ได้นี้เป็นความรู้ใหม่สำหรับนักเรียน แต่อาจเคยเป็นคำตอบของคำถาม เคยแก้ไขปัญหา หรือสนับสนุนมุมมองมาก่อนหน้านี้แล้ว

แนวคิดการเรียนรู้ที่ใช้การสืบสอบในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

การเรียนรู้เน้นสถานการณ์ปัญหา (Problem-based Learning) การเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (Project-based Learning) และการเรียนรู้เน้นการออกแบบ (Design-based Learning)

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่อง 3.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 3.1

เรื่องที่ 3.2 รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ: การเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning)

แบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ การคิด และการปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจตรวจสอบ การสร้างความรู้ ความเข้าใจ และการสื่อสารความรู้ความเข้าใจ (Harrison and Treagust, 2000: 1011) นักวิทยาศาสตร์ใช้การวาดภาพ กราฟ สมการ หรือข้อความเพื่ออธิบาย หรือสื่อสารความเข้าใจ ของตนเอง ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นแบบจำลองทางความคิด (National Center for Mathematics and Science: NCMS, 2002: online) แบบจำลองเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ (AAAS, 1993, 2009) และช่วยให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจการทำงานของสิ่งต่างๆ ได้ (National Research Council, 1996) โดยนักวิทยาศาสตร์สร้างและใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงการอธิบาย และทำนาย

กระบวนการของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมทั้งมีการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเมื่อได้รับหลักฐานใหม่หรือเพื่อเพิ่มความสามารถในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (Cotterman, 2009: 4)

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบที่ใช้เป็นตัวแทนแสดงความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางกายภาพและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 5 แบบ ตามแนวคิดของ Dolin (2002; อ้างถึงใน Guttersrud, 2007) ดังนี้

1) แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด (Pictorial Representation) คือ แบบที่แสดงความรู้เข้าใจในลักษณะของภาพวาด สัญลักษณ์ แผนผังหรือภาพ

2) แบบจำลองที่นำเสนอการทดลอง (Experimental Representation) คือ แบบที่แสดงความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทดลองด้วยการวาดภาพ วัสดุอุปกรณ์ พร้อมทั้งสัญลักษณ์ และข้อความ

3) แบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟิก (Graphical Representation) คือ แบบที่แสดงความรู้ความเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในลักษณะของตาราง แผนภูมิแท่ง และกราฟฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

4) แบบจำลองที่แสดงด้วยสมการคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation) คือ แบบที่แสดงความรู้ความเข้าใจในลักษณะของสมการ ซึ่งประกอบด้วย ตัวแปรและค่าคงที่ทางคณิตศาสตร์

5) แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนทัศน์ (Conceptual Representation) คือ แบบแสดงความรู้ความเข้าใจโดยการเขียนบรรยายหรือพูด โดยสรุปเป็นมโนทัศน์ แสดงผลการสำรวจตรวจสอบ หรือสรุปข้อมูลจากการทดลอง

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ MCIS (Model-Centered Instruction Sequence)

ตั้งอยู่บนฐานของแนวคิดหรือทฤษฎี 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model Based Learning) และทฤษฎีการสร้างแบบจำลอง (Model Theory)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Costructivism)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถอธิบายการสร้างแบบจำลอง สรุปได้ว่า แบบจำลองทางความคิดเป็น โครงสร้างความเข้าใจที่อยู่ภายในตัวบุคคล โดยเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างความรู้ หรือเป็นฐานความคิดที่ใช้ในการสร้างความรู้ การสร้างความรู้ของนักเรียนเกิดจากกระบวนการสร้างและทดสอบ แบบจำลองทางความคิดที่มีอยู่เดิมกับสารสนเทศใหม่ มีการเชื่อมโยงความคิดเดิมกับสารสนเทศใหม่ เมื่อมีการทดสอบและแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบจำลองทางความคิดกับผู้อื่นแล้ว หากพบว่า ตนเองมีความคิดที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะมีการปรับโครงสร้างทางปัญญา โดยปรับแก้ไขแบบจำลองหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดขึ้นมาใหม่

การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning)

การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถอธิบายการสร้างแบบจำลอง สรุปได้ดังนี้ ความรู้ความเข้าใจเกิดจากการการสร้างแบบจำลองทางความคิดของปรากฏการณ์ หลังจากได้เรียนรู้ การแก้ปัญหา การลงข้อสรุป และการให้เหตุผลโดยใช้แบบจำลองทางความคิด กล่าวได้ว่า การสร้างความรู้หรือแบบจำลองทางความคิด เกิดจากการใช้เหตุผลแบบอุปนัย โดยนำสารสนเทศต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาประมวลเข้าด้วยกัน

ทฤษฎีการสร้างแบบจำลอง (Modeling Theory)

ทฤษฎีการสร้างแบบจำลอง สามารถอธิบายการสร้างแบบจำลอง สรุปได้ดังนี้ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับโครงสร้างแบบจำลองทางสติปัญญาซึ่งประกอบด้วย แบบจำลองทางความคิด (Mental Models) และแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Models) โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลเป็นการสร้างและการจัดการกับแบบจำลองทางความคิดที่อยู่ข้างใน ตัวบุคคล แบบจำลองทางความคิดของแต่ละบุคคลเกิดจากการรับรู้ปรากฏการณ์ โดยแบบจำลองทางความคิดนี้ สามารถยกระดับเป็นแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ได้ ด้วยการเข้ารหัสโครงสร้างแบบจำลองออกมาเป็นสัญลักษณ์

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ MCIS (Model-Centered Instruction Sequence)

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นภายใต้โครงการการออกแบบการสร้างแบบจำลองเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Modeling Designs for Learning Science: MoDeLS project) โดยมี Hamin Baek, Christina Schwarz, Jing Chen, Hayat Hokayem และ Li Zhan ประจำมหาวิทยาลัยรัฐมิชิแกน ในปี ค.ศ.2009 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อให้ให้นักเรียน

1. มีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Practice) การสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ การหารือกันเกี่ยวกับแบบจำลองและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การประเมินโดยเพื่อน การโต้แย้งเพื่อลงมติสร้างแบบจำลอง และการให้เหตุผลด้วย แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
2. มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการสร้างแบบจำลอง (Scientific Modeling Practice) ได้แก่ (1) การสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงสิ่งที่ตนเองเข้าใจ (2) การใช้แบบจำลองแสดงการสร้างคำอธิบาย และการตั้งสมมติฐาน (3) การประเมินแบบจำลองเพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงข้อค้นพบ (4) การปรับปรุงแบบจำลองเพื่อสะท้อน ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น
3. สะท้อนความรู้ระหว่างการสร้างแบบจำลอง และส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ ผ่านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการอภิปรายร่วมกัน

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ MCIS (Model-Centered Instruction Sequence) ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 9 ขั้นตอนต่อไปนี้ (Baek, et. al, 2010)

1) ขั้นมุ่งประสบการณ์และตั้งคำถามสำคัญ

การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้บทความ วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหวหรือการสาธิต เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย และ ตั้งคำถามสำคัญ ซึ่งจะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการค้นหาคำตอบ

2) ขั้นสร้างแบบจำลองเบื้องต้น

การให้นักเรียนสร้างแบบจำลองรายบุคคล โดยแสดงความเข้าใจของตนเองที่มีต่อปรากฏการณ์ที่ศึกษา และตั้งสมมติฐานแสดงเป็นแบบจำลองทางความคิดเบื้องต้น ซึ่งแสดงด้วยภาพวาด

3) ขั้นการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์

การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นแบบจำลองทางความคิดเบื้องต้นกับสมาชิกภายในกลุ่ม วางแผนการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ โดย สร้างแบบจำลองนำเสนอแผนการศึกษาค้นคว้าหรือการปฏิบัติการทดลอง ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน รวมทั้งมีการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการศึกษาโดยสร้างเป็นแบบจำลองแบบกราฟิก หรือสมการทางคณิตศาสตร์

4) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น

การให้นักเรียนนำข้อมูลและหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ศึกษา ค้นคว้า มาพิจารณาเพื่อประเมินแบบจำลองการคิดเบื้องต้นที่เป็นตัวแทนของการคิด สมมติฐาน จากนั้นปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง

5) ขั้นการแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง

การให้นักเรียนศึกษา สถานการณ์จำลองหรือศึกษาแบบจำลอง ที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้เอง หรือเรียนรู้ไม่ชัดเจนจากการสำรวจ ตรวจสอบ และมีอภิปรายร่วมกัน เพื่อเชื่อมโยงความคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จำลองกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

6) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง

การให้นักเรียนนำความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การศึกษาสถานการณ์จำลองมาประเมิน และปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง เพื่อสนับสนุนความสอดคล้องระหว่างข้อสรุปความคิดทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

7) ขั้นการประเมินเพื่อน

การให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองเป็นรายบุคคลและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อประเมินแบบจำลองของแต่ละคนโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง มีการให้ผลสะท้อนกลับซึ่งกันและกัน

8) ขั้นลงมติแบบจำลองที่สร้างขึ้น

การให้นักเรียนตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองต่อชั้นเรียน จากนั้นอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำลักษณะสำคัญของแบบจำลองที่อาจแตกต่างกันมาพิจารณา และสร้างแบบจำลองที่เป็นมติร่วมกันของชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนสรุปความคิดสำคัญของบทเรียนโดยเขียนแบบจำลองแสดงข้อความโน้ตค้นรายบุคคล

9) ขั้นการใช้แบบจำลองเพื่อการอภิปรายและอธิบาย

การให้นักเรียนนำแบบจำลองที่เป็นมติไปใช้อธิบาย ทำนาย หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดขึ้น หรือปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์กันกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

ทั้งนี้มี โกเมศ นาแจ้ง (2554) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ MCIS (Model-Centered Instruction Sequence) ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับพอใช้ และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ในส่วนของมโนทัศน์นั้น พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

สรุป

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 แบบ

- 1) แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด (Pictorial Representation)
- 2) แบบจำลองที่นำเสนอการทดลอง (Experimental Representation)
- 3) แบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟิก (Graphical Representation)
- 4) แบบจำลองที่แสดงด้วยสมการคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation)
- 5) แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนทัศน์ (Conceptual Representation)

การจัดการเรียนการสอน MISC (Model-Centered Instruction Sequence) ตั้งอยู่บนฐานของแนวคิดหรือทฤษฎี 3 ทฤษฎี คือ

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Coconstructivism) การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model Based Learning) และทฤษฎีการสร้างแบบจำลอง (Model Theory)

การจัดการเรียนการสอน MISC (Model-Centered Instruction Sequence) มีวัตถุประสงค์ของ คือ เพื่อให้ให้นักเรียน 1) มีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ 2) มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการสร้างแบบจำลอง 3) สะท้อนความรู้ระหว่างการสร้างแบบจำลอง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS (Model-Centered Instruction Sequence) ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 9 ขั้น ดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นมุ่งประสบการณ์และตั้งคำถามสำคัญ
- 2) ขั้นสร้างแบบจำลองเบื้องต้น
- 3) ขั้นการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์
- 4) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น
- 5) ขั้นการแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง
- 6) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง
- 7) ขั้นการประเมินเพื่อน
- 8) ขั้นลงมติแบบจำลองที่สร้างขึ้น
- 9) ขั้นการใช้แบบจำลองเพื่อการอภิปรายและอธิบาย

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่อง 3.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 3.2

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้

เรื่องที่ 4.1 สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สื่อและแหล่งเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งสื่อแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1.อุปกรณ์การทดลอง 2.เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน 3.สื่อสิ่งพิมพ์ 4.สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ 5.แหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในท้องถิ่น ผู้สอนควรทำความเข้าใจสื่อแต่ละประเภท เพื่อจะได้เลือกใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม

1. อุปกรณ์การทดลอง

การทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Science experiment) เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดในเนื้อหา ด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบจากการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม เน้นขั้นตอนการคิด การค้นคว้า การทดลอง และการสรุปผล จากการเรียนรู้การใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าอย่างเป็นกระบวนการจนพบคำตอบ อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการทดลอง อาทิ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลอง ชุดการทดลอง และแบบจำลอง

ข้อดีของอุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลองเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นความจริง จำลอง หรือเลียนแบบปรากฏการณ์ ผู้เรียนสามารถสังเกตได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า ช่วยในการเรียนรู้และการปฏิบัติทักษะต่างๆ ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของอุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลองเหมาะสำหรับการเสนอหรือทำกิจกรรมกับกลุ่มย่อยจึงต้องเตรียมอุปกรณ์หลายชุด แต่ถ้าเป็นแบบจำลองควรมีขนาดใหญ่พอที่จะให้นักเรียนได้มองเห็นได้ชัดเจน ถ้าทำการทดลองแล้วผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎีอาจทำให้นักเรียนเข้าใจผิดนั้นๆ ผิดไป อุปกรณ์การทดลองบางชุดมีราคาแพง

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน

เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน คือทรัพยากรที่ช่วยในการผลิตหรือใช้ร่วมกับทรัพยากรอื่นๆ ส่วนมากมักเป็นโสตทัศนูปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆที่ใช้ประกอบหรืออำนวยความสะดวกในการสอนได้

ตัวอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | 2. เครื่องฉายภาพทึบแสง Visualizer |
| 3. กระดานดำ กระดานไวท์บอร์ด | 4. เครื่องเล่นแผ่นซีดี VCD/DVD |
| 5. โทรทัศน์ | 6. เครื่องฉายภาพยนตร์ |

7. เครื่องบันทึกวีดิทัศน์

8. เครื่องบันทึกเสียง

9. เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

ข้อดีของเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน

เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอนเป็นสื่อที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระให้มีความสะดวกมากขึ้น ช่วยในการสร้างความเข้าใจตามลำดับเรื่องราวเนื้อหา เหมาะสำหรับผู้เรียนทั้งกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่ เป็นสื่อที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี

ข้อจำกัดของเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน

เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอนบางชนิดทำให้ผู้สอนต้องหันหลังให้ผู้เรียน ทำให้คุณชั้นเรียนได้ยากขึ้น ผู้เรียนไม่มีบทบาทร่วมในการใช้อุปกรณ์ เป็นการสื่อสารทางเดียวเสียเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งผู้สอนต้องฝึกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอนบางประเภทเสียก่อนเพื่อความคล่องตัวในการทำงาน บางเครื่องมือต้องใช้ในห้องที่มีดหรือต้องใช้ระบบกระจายเสียงร่วมด้วย

3. สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อสิ่งพิมพ์ คือ สื่อที่ใช้การพิมพ์เป็นหลักเพื่อติดต่อสื่อสาร ทำความเข้าใจกันด้วยภาษาเขียนโดยใช้วัสดุ กระดาษ หรือวัสดุอื่นใดที่พิมพ์ได้หลายสำเนา เช่น ผ้า แผ่นพลาสติก เป็นต้น ประเภทของสื่อสิ่งพิมพ์ได้แก่

1. หนังสือพิมพ์
2. นิตยสารและวารสาร
3. หนังสือเล่ม
4. สิ่งพิมพ์เฉพาะกิจต่างๆ เช่น แผ่นพับ เอกสารเล่มเล็กหรือจุลสาร จดหมาย เป็นต้น

ข้อดีของสื่อสิ่งพิมพ์

สื่อสิ่งพิมพ์ส่วนใหญ่มีราคาถูกเมื่อเทียบกับสื่อประเภทอื่นๆ สามารถอ่านได้ตามอัตราความสามารถของแต่ละบุคคล เหมาะสำหรับการอ้างอิงและทบทวน สามารถผลิตเป็นจำนวนมาก เพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน

ข้อจำกัดของสื่อสิ่งพิมพ์

สิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพดี เช่น กระดาษมันและภาพประกอบเป็นภาพสีอาจต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น คนที่อ่านหนังสือไม่ออกและมองไม่เห็นไม่สามารถใช้สื่อสิ่งพิมพ์นี้ได้

4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ คือ สื่อที่บันทึกสารสนเทศด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ไม่สามารถอ่านได้ด้วยตาเปล่า จึงต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์บันทึกและอ่านข้อมูล การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนการสอนจะออกมาในลักษณะของสื่อประสม หรือมัลติมีเดีย (Multimedia) แสดงผลออกมาหลายรูปแบบตามที่โปรแกรมไว้ เช่น มีเสียง เป็นภาพเคลื่อนไหว สามารถให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์

ข้อดีของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อที่ขยายขอบเขตของการเรียนรู้ของผู้เรียนและขยายโอกาสทางการศึกษา การเรียนรู้ด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นสื่อหลายมิติทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามสะดวก ตามความต้องการ และความสามารถของตน นอกจากนี้ยังส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากใช้เว็บเป็นแหล่งความรู้ และยังกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการสื่อสารในสังคม และก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ข้อจำกัดของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ในแง่ของผู้สร้างสื่อการที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้สร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์เองนั้น นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญาและความสามารถทางด้านเทคโนโลยีเป็นอย่างยิ่ง ในแง่ของผู้ใช้สื่อบางโรงเรียนหรือบางห้องเรียนอาจไม่มีเครื่องมือที่ใช้ร่วมกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีระบบอินเทอร์เน็ต และอุปสรรคในการเรียนรู้เทคโนโลยีการสื่อสารในปัจจุบัน

5. แหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในท้องถิ่น

แหล่งเรียนรู้ เป็นสิ่งที่สนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียนใฝ่เรียน ใฝ่รู้ แสวงหาความรู้และเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัย อย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

5.1 แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา

- ห้องสมุด
- ห้องคอมพิวเตอร์ หรือศูนย์คอมพิวเตอร์
- ห้องสมุดของกลุ่มสาระฯ ห้องปฏิบัติการ
- มุมหนังสือภายในโรงเรียน เป็นต้น

5.2 แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

- พิพิธภัณฑ์
- หน่วยงานของรัฐและเอกชน
- ห้องสมุดประชาชน เป็นต้น

เรื่องที่ 4.2 การนำสื่อและแหล่งเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าความรู้ ซึ่งการนำสื่อและแหล่งการเรียนรู้เข้ามาเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้เป็นสิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้ชัดเจนมากขึ้น ดังนั้นการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้จนบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีหลายประเภท แต่ละประเภทมีลักษณะหรือคุณสมบัติต่างกันไป ผู้สอนจึงต้องศึกษาให้เข้าใจถึงการเลือกใช้ และวิธีการใช้สื่ออย่างถูกต้องและเพื่อให้การใช้สื่อเกิดประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้เรียน ผู้สอนจะต้องเข้าใจในเนื้อหาสาระ วัตถุประสงค์ในการสอน เข้าใจสภาพของผู้เรียนแล้วจึงจะกำหนดชนิดของสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ให้ได้ผลดี โดยทั่วไปจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเลือกใช้ ขั้นตอนวางแผนเตรียมการใช้ ขั้นตอนการใช้ และขั้นวัดและประเมินผลการใช้

1. ขั้นตอนการเลือกใช้

การเลือกใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากสื่อและแหล่งเรียนรู้มีหลายประเภท หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการนำมาใช้จึงต้องเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ จึงจะทำให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ โดยวิธีการเลือกใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ควรคำนึงถึงหลักการดังนี้

1. ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการสอน
2. ความตรงและความสอดคล้องกับเนื้อหา
3. ความน่าสนใจและความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
4. ความสะดวกและความเหมาะสมต่อการใช้งาน

2. ขั้นตอนวางแผนเตรียมการใช้

ผู้สอนต้องทำการพิจารณาว่าลักษณะและองค์ประกอบของสื่อและแหล่งเรียนรู้เป็นอย่างไร เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง เช่น สื่อที่มีลักษณะเป็นรูปภาพ แผนภูมิ แผนภาพ เป็นต้น ครูผู้สอนจะต้องเข้าใจและสามารถอธิบายข้อมูลหรือลำดับขั้นได้ ถ้าสื่อที่ใช้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป ผู้สอนจะต้องรู้วิธีและหลักการใช้งานโปรแกรม และมีการวางแผนการใช้สื่อ โดยพิจารณาว่า จะใช้เมื่อไร อย่างไร จึงจะเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีการกำหนดขั้นตอนการใช้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นจะต้องมีการเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ โดยการตรวจสอบสภาพหรือสำรวจสื่อและแหล่งเรียนรู้ว่าพร้อมที่จะนำไปใช้โดยไม่เกิดปัญหาหรืออุปสรรคใดๆ และเตรียมจำนวนหรือขนาดของสื่อและแหล่งเรียนรู้ให้เพียงพอและเหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน เตรียมสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องใช้ควบคู่กับสื่อการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน นอกจากนี้ผู้สอนจะต้องเตรียมสถานที่ให้เหมาะสมกับการใช้สื่อ เช่น จัดโต๊ะและเก้าอี้ให้เหมาะสม ตรวจสอบสภาพความพร้อมด้านต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการใช้สื่อ เช่น การใช้เครื่องฉายภาพ ต้องตรวจปลั๊กไฟ การระบายอากาศ การควบคุมแสงภาพในห้อง เป็นต้น

3. ขั้นการใช้

การนำสื่อและแหล่งเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนตามที่ได้วางแผนไว้ โดยปฏิบัติตามขั้นตอน วิธีการ เวลาที่กำหนด และจัดบรรยากาศของการเรียนการสอนให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือการควบคุมชั้นเรียนให้มีระเบียบวินัย พยายามให้ทุกคนมองเห็นได้ชัดเจน ให้เวลาเพื่อทำความเข้าใจพอสมควรหยุดบรรยายเมื่อมีเสียงรบกวนจากภายนอก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามเมื่อมีปัญหาข้อสงสัย

4. ขั้นวัดและประเมินผลการใช้

ในขั้นนี้จะทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ในการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ ตามวิธีการที่ผ่านมามีเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ ได้ผลมากน้อยเพียงใด มีอะไรควรปรับปรุงแก้ไขบ้าง โดยพิจารณาว่าตามขั้นตอนดังนี้

1. พิจารณาว่าขั้นตอนการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เป็นไปตามที่วางแผนไว้หรือไม่
2. พิจารณาถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้
3. พิจารณาความเหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหา ความน่าสนใจและความพึงพอใจของทั้งผู้เรียนและผู้สอน โดยอาจใช้วิธีการสอบถามหรือใช้แบบสำรวจ
4. พิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

สรุป

สื่อและแหล่งเรียนรู้มีหลายรูปแบบและมีลักษณะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นผู้สอนจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและวัยของผู้เรียน ผู้สอนจะต้องวางแผนการใช้ว่าจะใช้เมื่อไรอย่างไร เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และเมื่อมีการใช้แล้วจะต้องประเมินผลเพื่อให้สามารถนำไปปรับปรุงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้นในการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ครั้งต่อไป

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระตอนที่ 4 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 4

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.1 ความสำคัญและประโยชน์ของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ หรือการจัดการเรียนการสอน ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางการประเมินผลการเรียนรู้ไว้เป็นมาตราหนึ่งเป็นการเฉพาะโดยให้พิจารณาพัฒนาการของผู้เรียนและใช้ควบคู่ไปกับการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลมีความสำคัญและประโยชน์หลายประการ ตั้งแต่ก่อนเริ่มดำเนินการเรียนการสอน ระหว่างก่อนการจัดการเรียนการสอน และภายหลังจากที่ได้มีการจัดการเรียนการสอน ในอันดับแรกการวัดและการประเมินผลก่อนการจัดการเรียนการสอนช่วยให้ครูผู้สอนสามารถวินิจฉัย หรือได้เรียนรู้เกี่ยวกับนักเรียนของตนเอง เช่นระดับความรู้ ความสามารถ และศักยภาพของนักเรียน การวัดและประเมินผลก่อนการเรียนนี้ช่วยให้ผู้สอนวางแผนการจัดการเรียนได้อย่างเหมาะสม นับตั้งแต่การวางแผนเนื้อหา การคัดเลือกและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม การจัดกลุ่มนักเรียน เป็นต้น สำหรับการวัดและการประเมินผลระหว่างเรียนนั้นเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับทั้งครูผู้สอนและนักเรียน กล่าวคือ ครูผู้สอนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลมาใช้ในการปรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของวิชา นำมาใช้ในการสอนซ่อมเสริมก่อนที่จะเรียนในเรื่องต่อไป ซึ่งครูผู้สอนอาจมีการดำเนินการเป็นระยะๆ หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในแต่ละคาบ หรือในแต่ละหน่วยก็ได้ ทั้งนี้ครูผู้สอนอาจใช้วิธีการที่หลากหลายได้ตั้งแต่การสังเกต การซักถาม การใช้แบบทดสอบ การตรวจงาน นอกจากนี้การวัดและประเมินผลระหว่างเรียนยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนเองที่จะได้รับรู้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับศักยภาพในการเรียนรู้ของตนเอง จะนำไปใช้ในการวางแผนการพัฒนาตนเองด้วยเช่นกัน และท้ายที่สุดคือการวัดและการประเมินผลภายหลังการจบการเรียนรู้ เพื่อตัดสินและลงความเห็นระดับความรู้ ความสามารถ ศักยภาพของผู้เรียนในการเรียนวิชาต่างๆ

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงเรื่องการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (evaluation) นี้ มีงานที่ภารกิจที่สำคัญ 2 ประการ คือ การวัด (measurement) และการประเมิน (appraise) ซึ่งการวัด คือการกำหนดตัวเลขให้กับสิ่งที่เราต้องการประเมิน และการประเมิน คือการลงความเห็นบนข้อมูลที่ได้จากการวัด ซึ่งการวัดนั้นนิยมใช้เครื่องมือที่เราเรียกว่า แบบสอบหรือข้อสอบ

เรื่องที่ 5.2 ประเภทของข้อสอบและหลักการออกข้อสอบ

ตามที่ได้กล่าวในตอนที 1 และตอนที่ 2 ก่อนที่จะกล่าวถึงประเภทของข้อสอบและหลักการออกข้อสอบนั้น จำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป แล้ว จุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 พฤติกรรมหลักตามแนวคิดของ คลอปเฟอร์ คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านจัดเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทั้งนี้ในแต่ละด้านก็ยังแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยๆ ได้อีกหลายพฤติกรรม ซึ่งการรู้พฤติกรรมย่อยของแต่ละด้านจะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถวางแผนและดำเนินการออกข้อสอบได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นในที่นี้ จึงขอนำเสนอตัวอย่าง พฤติกรรมย่อยที่ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกข้อสอบได้ดังนี้

1. ด้านความรู้-ความจำ อาจจำแนกออกเป็นพฤติกรรมย่อยได้ดังนี้

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์วิทยาศาสตร์
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภท การจัดประเภทและเกณฑ์ที่ใช้
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ มีการให้นิยามของความเข้าใจ คือความสามารถในการอธิบายด้วยคำพูดของตนเองได้ ในที่นี้แนะนำแนวทางที่นำไปใช้ในการออกข้อสอบ จะจำแนกเป็น 2 พฤติกรรมย่อยดังนี้

- 2.1 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่
- 2.2 ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในด้านนี้ได้รับความสนใจจากครูผู้สอนค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการนำไปออกข้อสอบหรือ จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินพฤติกรรมด้านนี้ ในที่นี้ขอนำเสนอเพียงแนวทางโดยสังเขปดังนี้

3.1 การสังเกตและการวัด ซึ่งสามารถแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยได้อีก เช่น ความสามารถในการ สังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ความสามารถในการบรรยายสิ่งที่สังเกตโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม ความสามารถในการวัดขนาดของวัตถุ ปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ความสามารถในการ ประเมินค่าในการวัด และรู้ข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้วัด

3.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งพฤติกรรมด้านนี้สามารถจำแนก ออกเป็น ความสามารถในการมองเห็นปัญหา ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ความสามารถในการ เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน ความสามารถในการออกแบบการทดลองที่ เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐาน

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เช่น ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูล ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ความสามารถในการแปลความหมายผลของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูล และความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า พฤติกรรมที่ยกตัวอย่างข้างต้นนั้นสอดคล้องกับวิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอน อาจพบว่านักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายคน เลือกที่จะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดโดย AAA นั้นเป็นแนวทางในการออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมด้านนี้

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งอาจจำแนกพฤติกรรมด้านนี้ออกเป็นพฤติกรรมย่อยเพื่อเป็นแนวทางในการวัดและประเมินผลของครูวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

- 4.1 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
- 4.2 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างสาขา
- 4.3 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

จากการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พึงประสงค์ จะเห็นได้ว่ามีมากมายหลายประการ ดังนั้นการที่จะวัดพฤติกรรมต่างๆ เหล่านี้ให้ได้ครอบคลุมไม่อาจวัดได้ด้วยข้อสอบ หรือแบบทดสอบได้เพียงอย่างเดียว จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้วิธีการที่หลากหลายควบคู่กันไป เช่น ข้อสอบแบบวัด แบบสังเกต แบบประเมิน เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากที่ครูผู้และแนวทางการปฏิบัติในเรื่องนี้ พึงพึงเรื่องการสอบเป็นหลัก ดังนั้นมรส่วนนี้จึงจะกล่าวถึงเรื่องประเภทและหลักการออก

ขั้นตอนแรกของการออกข้อสอบ คือเริ่มต้นจากตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม หรือ ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์และพฤติกรรม ดังภาพ จากนั้นครูผู้สอนพิจารณาเนื้อหาสาระทั้งหมดที่ได้จัดการเรียนการสอนในภาคเรียนนั้น และประเมินให้ค่าน้ำหนักระหว่างเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ต้องการประเมิน เช่น ในตารางมีบทเรียนทั้งหมด 3 บทเรียน จะให้ค่าน้ำหนักโดยกำหนดเป็นสัดส่วนของร้อยละ โดยอาจอิงเวลาที่ให้กับแต่ละบทเรียน ดังนี้ บทที่ 1 และบทที่ 3 ใช้เวลาในการเรียนใกล้เคียงกัน กำหนดให้น้ำหนักในการประเมินร้อยละ 30 ทั้งบทที่ 1 และบทที่ 3 ส่วนบทที่ 2 ใช้เวลาในการเรียนมากกว่า กำหนดให้เป็นร้อยละ 40 หรือถ้าแต่ละบทเรียนใช้เวลาเท่ากันก็กำหนดค่าน้ำหนักที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกันได้ จากนั้นก็มากำหนดค่าน้ำหนักพฤติกรรมที่ต้องการประเมินจากพฤติกรรมทั้ง 4 ด้านว่าจะให้น้ำหนักแต่ละด้านเท่าไร ทั้งนี้อาจพิจารณาระดับชั้นร่วมด้วยว่าชั้นมัธยมศึกษา 1 อาจเน้นเรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าด้านความรู้-ความจำ และมัธยมศึกษา 3 อาจเพิ่มให้น้ำหนักที่ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ เหล่านี้เป็นแนวทางในการพิจารณาคำหนดค่าน้ำหนักแต่ละพฤติกรรม ทั้งนี้ข้อสรุปขึ้นกับดุลยพินิจของผู้สอน เช่น ให้ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจให้น้ำหนักเท่ากันร้อยละ 25 กระบวนการฯ ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 30 และการนำไปใช้ร้อยละ 20 จากนั้นนำมาคำนวณน้ำหนักแต่ละช่อง พิจารณาตารางประกอบ จากนั้นจึงกำหนดจำนวนข้อคำถามในแบบสอบ หรือข้อสอบโดยพิจารณาจากเวลาที่กำหนดในการการสอบ เช่น 2 ชั่วโมง หรือ 120 นาที ในกรณีที่เป็นการข้อสอบปรนัย อาจกำหนด 60 ข้อ จากนั้นนำตัวเลข 60 นี้ไปใช้ในการคำนวณแต่ละช่องว่าจะต้องออกข้อสอบในเรื่องนั้นและวัดพฤติกรรมใดก็ข้อ เช่น ใช้ตัวเลขที่คำนวณได้จากค่าน้ำหนัก

พฤติกรรมมา เนื้อหา (บทเรียน)	ความรู้-ความจำ 25% (15 ข้อ)	ความ เข้าใจ 25%	กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ 30%	การนำความรู้และ วิธีการฯ ไปใช้ 20%	รวม
1. (30%) 18 ข้อ	30x25 = 7.5 4.5 ข้อ				
2. (40%) 24 ข้อ	40x25 = 10 6 ข้อ				
3. (30%) 18 ข้อ	30x25 = 7.5 4.5 ข้อ				
รวม 100% 60 ข้อ	25% 15 ข้อ				

การสร้างตารางวิเคราะห์ช่วยให้การวัดและประเมินผลครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์ หลีกเลี่ยงความลำเอียงที่เกิดจากความถนัด หรือความเชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องของผู้สอนได้ และท้ายที่สุดส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ เมื่อได้จำนวนข้อสอบแล้ว จึงเริ่มดำเนินการสร้างข้อสอบหรือเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อสอบหรือเครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้ จำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งครูผู้สอนสามารถดำเนินการได้ง่ายๆ คือ ให้เพื่อนครูหลายๆ คนช่วยอ่าน วิพากษ์และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นจึงปรับปรุงแก้ไข และนำไปใช้

5. ประเภทของข้อสอบ

ข้อสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ ข้อสอบที่ลักษณะคำถามและคำตอบเป็นแบบปลายปิด คือมีคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว อาจเป็นได้ตั้งแต่แบบตัวเลือก (multiple choices) แบบจับคู่ (matching) คำตอบแบบสั้น (close-ended answer) และข้อสอบแบบปลายเปิด (open-ended question) เป็นข้อสอบที่ข้อความคำถามมีลักษณะปลายเปิดให้ผู้เรียนเขียนคำตอบประกอบการอธิบายประกอบเหตุผลด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามหลักการในการออกข้อสอบให้มีคุณภาพมีดังนี้

1. เริ่มจากข้อความคำถาม นิยมใช้ประโยคที่สมบูรณ์มากกว่าประโยคที่ไม่สมบูรณ์ ในกรณีที่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ถ้าใช้ประโยคไม่สมบูรณ์เป็นคำถาม ตัวเลือกต้องเป็นข้อความที่ต่อท้ายประโยคคำถามนั้นได้

2. สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์ที่เชื่อได้ว่าเป็นจริงหรือเป็นไปได้

2. สถานการณ์ที่สมมติ หรือนำมาจากเอกสาร สิ่งพิมพ์อื่นๆ ควรมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน

3. ศัพท์เทคนิคที่ปรากฏในข้อความคำถามหรือคำตอบจะต้องไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้แล้ว

4. ภาษาที่ใช้ต้องชัดเจน เข้าใจง่าย อ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

5. คำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมขั้นสูง เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่ควรใช้คำวลี ข้อความ แผนภาพ กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพที่เหมือนกับบทเรียน

6. หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธทั้งข้อความคำถามและตัวเลือก

7. สำหรับข้อสอบแบบตัวเลือก มีหลักการเพิ่มเติมดังนี้
 - 7.1 คำและภาษาในตัวเลือกที่ถูกต้องไม่ซ้ำกับคำและภาษาในข้อคำถาม
 - 7.2 ข้อความในตัวเลือกที่ถูกไม่ควรสั้นหรือยาวกว่าข้อความในตัวเลือกอื่นๆ มากนัก
 - 7.3 ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงนั้นต้องไม่เป็นข้อความที่ผิด หรือไม่สมเหตุสมผลในตัวของมัน
 - 7.4 การเรียงลำดับตัวเลือกควรมีระบบ เช่น เรียงจากตัวเลขน้อยไปหามาก หรือเรียงจากคำตอบสั้นไปหาคำตอบยาว เป็นต้น
 - 7.5 พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูกต้อง” หรือ “ถูกทุกข้อ”

ข้อควรระวังเพิ่มเติม คือ ทั้งข้อคำถามและตัวเลือกของข้อใดข้อหนึ่ง ต้องไม่แนะหรือเป็นคำตอบของข้ออื่น ๆ
8. การให้คะแนนสำหรับข้อสอบแบบตอบสั้นๆ ต้องกำหนดให้ชัดเจนล่วงหน้า รวมทั้งแนวเฉลยคำตอบด้วย

นอกจากแนวทางในการออกข้อสอบข้างต้นที่เน้นด้านพุทธิพิสัยด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้แล้ว การวัดและประเมินที่มักถูกละเลย คือ การวัดและประเมินด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีลักษณะเฉพาะที่ต้องเชื่อมโยงให้ระหว่างพฤติกรรมที่ต้องการประเมินและแบบวัด ซึ่งลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะ ดังนี้

 1. การให้ผู้เรียนวิเคราะห์หา หรือตั้งสมมติฐาน หรือ จุดมุ่งหมายของการทดลอง ดังนั้นลักษณะของคำถามจะเป็นการกำหนดคำอธิบายหรือวิธีการทดลอง หรือแผนภาพการทดลอง สถานการณ์การทดลองให้ จากนั้นจึงให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาคำตอบเกี่ยวกับสมมติฐาน
 2. การกำหนดตารางบันทึกผลการทดลองให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสมมติฐาน หรือ จุดมุ่งหมายการทดลองได้เช่นเดียวกัน ขณะเดียวกันก็สามารถให้ผู้เรียนวิเคราะห์กำหนดชื่อตาราง หรือหาลักษณะและประเภทของตัวแปรได้
 3. กำหนดจุดมุ่งหมาย หรือสมมติฐานการทดลอง หรือสถานการณ์ให้ และให้ผู้เรียนพิจารณาวิธีการทดลองที่เหมาะสม
 4. ให้ผู้เรียนเขียนกราฟ แผนภูมิจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่า กราฟ หรือแผนภูมิที่กำหนดให้เขียนมาจากข้อมูลใดในตาราง หรือจากข้อความใดที่กำหนดให้
 5. ให้ผู้เรียนออกแบบตารางเพื่อบันทึกข้อมูลตามคำอธิบาย หรือข้อความ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่าตารางใด แผนภูมิใด สอดคล้องกับคำอธิบาย หรือวิธีการทดลองที่กำหนดให้
 6. กำหนดข้อมูลให้ ในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้อความ ตาราง แผนภูมิ กราฟ แล้วให้ผู้เรียนทำนายหรือคาดการณ์ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นฐาน
 7. ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ หรือแปลความหมายจากแผนภูมิ กราฟ เป็นต้น

เรื่องที่ 5.3 การประเมินตามสภาพจริง และการประเมินงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

จากข้อจำกัดของการเน้นการใช้แบบสอบ หรือข้อสอบในการประเมินและตัดสินคุณภาพผู้เรียนนั้นพบจุดอ่อนหลายประการ กล่าวคือ การวัดและประเมินผลที่พึ่งแบบสอบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถสะท้อนคุณลักษณะของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุม เช่น เรื่องการปฏิบัติงาน กระบวนการทำงาน การวางแผนการทำงาน ความสามารถในการทำงานกับผู้อื่น ความสามารถในการสื่อสารทั้งที่สื่อผ่านตัวอักษรและการสื่อสารด้วยวาจา ความตรงต่อเวลา ความมีวินัยในการเรียน การสืบค้นข้อมูลต่างๆ เหล่านี้เป็นต้น ดังนั้น นักการศึกษาจึงพยายามที่จะหาแนวทางในการประเมินคุณลักษณะผู้เรียนในด้านต่างๆ ดังที่กล่าวข้างต้น ดังนั้น การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) จึงได้ถูกนำเสนอเพื่อเป็นแนวทางเลือกเพิ่มเติมสำหรับครูผู้สอนในการประเมินผลการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทุกด้าน ซึ่งต่อมาได้รับความนิยมและได้รับการส่งเสริมให้ผู้สอนใช้การประเมินผลตามสภาพจริงนอกจากการใช้ข้อสอบกันอย่างจริงจังและกว้างขวาง และเป็นการประเมินระหว่างการเรียนรู้ การสอน และต้องมีการวางแผนตั้งแต่ต้นควบคู่ไปกับการวางแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา และมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนรู้รายวิชานั้นๆ

ถึงแม้ว่า จะมีผู้กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงนี้ เป็นการประเมินแบบไม่เป็นทางการ หลักฐานแต่มีความสำคัญยิ่ง เพราะข้อมูลสารสนเทศจากการประเมินตามสภาพจริงนี้จะสะท้อนจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาผู้เรียน ซึ่งการได้ข้อมูลดังกล่าวนี้ที่น่าเชื่อถือได้จำเป็นต้องมาจากหลักฐานและการเก็บข้อมูลที่น่าเชื่อถือ กล่าวคือ ครูผู้สอนต้องมีการวางแผนในการตั้งแต่เริ่มควบคู่กับการวางแผนการจัดการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของรายวิชา ตลอดจนคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนจากรายวิชานี้ ตัวอย่างเช่น วัตถุประสงค์ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีทักษะในการสืบค้นและนำเสนอข้อมูล ตลอดจนมีกระบวนการในการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นวิเคราะห์บทเรียนที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และพิจารณา หรือกำหนดภารกิจที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ คือ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามวัตถุประสงค์ เช่นการทำรายงาน การทำโครงงาน การจัดนิทรรศการวิทยาศาสตร์ การสรุปบทเรียน ด้วยวิธีการหลากหลาย ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องพิจารณาว่า ภาระงานที่มอบให้แต่ละครั้งนั้น จะถูกนำมาใช้ประเมินผู้เรียนด้านใด ถ้าได้มีการวางแผนอย่างรอบคอบรัดกุมแล้ว จะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการประเมินและการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

สรุป

การประเมินตามสภาพจริง เป็นการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพจากกระบวนการทำงาน (process) การปฏิบัติงาน (performance) และผลผลิต (product) ที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ในสภาพที่ส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนจริง

การประเมินตามสภาพจริงนั้น มุ่งเน้นการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน กระบวนการทำงาน และการผลิตที่มาจากการปฏิบัติงาน ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์การ ประเมินที่เป็นจุดเน้น คือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์อื่นๆ ที่เป็นลักษณะร่วมกับวิชาอื่น เช่น ทักษะการสื่อสาร การสืบค้น ข้อมูล ความเป็นระเบียบ เป็นต้น ประเด็นสำคัญของการประเมินตามสภาพจริง คือผู้สอนสามารถ วินิจฉัยจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาปรับปรุงผู้เรียน และผู้เรียนเองก็สามารถรับรู้จุดเด่นและจุดที่ควร พัฒนาปรับปรุงตนเองด้วยเช่นกัน ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงนี้จำเป็นต้องมีการกำหนดเกณฑ์ การประเมินที่ให้ข้อมูลที่เป็นรูปธรรม มีความชัดเจน เข้าใจตรงกันทั้งผู้สอนและผู้เรียน และเพื่อที่ทั้ง ผู้สอนและผู้เรียนสามารถวางแผนในการพัฒนาได้อย่างเหมาะสมต่อไป อย่างไรก็ตามภาระกิจหนึ่งๆ ที่มอบหมายให้แก่ผู้เรียนนั้น สามารถนำมาใช้ประเมินในหลากหลายด้านได้

แนวทางการให้คะแนนการเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน ทั้งด้านผลงาน การปฏิบัติงานและ กระบวนการ อาจให้คะแนนเป็นมาตรฐานประเมินค่า หรือตรวจสอบรายการก็ได้ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนผลงานในภาพรวม โดยพิจารณาจากองค์ประกอบหลักสำคัญที่สะท้อนคุณภาพรวมของผลงาน โดยกำหนดค่าคะแนน เป็น 4 ระดับ คือ 4 3 2 1 โดยที่แต่ละค่าคะแนนได้ให้คำอธิบายระดับคุณภาพงานไว้ ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การประเมินผังมโนทัศน์ในการสรุปทบทเรียน

คะแนน/ ความหมาย	คำอธิบาย
3	มีมโนทัศน์ครบถ้วน เขียนเส้นแสดงความเชื่อมโยงได้ถูกต้อง ใช้คำเชื่อมโยงได้ถูกต้องเหมาะสม
2	มีมโนทัศน์ครบถ้วน เขียนเส้นแสดงความเชื่อมโยงได้ถูกต้อง ใช้คำเชื่อมโยงไม่ถูกต้อง 1-2 แห่ง
1	มีมโนทัศน์ไม่ครบถ้วน เขียนเส้นแสดงความเชื่อมโยงไม่ถูกต้อง ใช้คำเชื่อมโยงได้ไม่เหมาะสม

ตัวอย่างที่ 2 การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

คะแนน/ ความหมาย	คำอธิบาย
3	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสมกับการทดลอง
2	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมกับการทดลอง
1	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง

1. การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลองมอบหมายงาน
 2. การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบย่อยของงาน หรือพฤติกรรม โดยมีคำอธิบายความหมายของระดับคะแนน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การประเมินรายงานการศึกษาค้นคว้า

รายการ	ผลการประเมิน
1. การค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่หลากหลาย	1 2 3 4 5
2. การคัดเลือกข้อมูลในการนำเสนอ	1 2 3 4 5
3. ลำดับการนำเสนอสาระ ความเป็นเหตุผล เชื่อมโยง ต่อเนื่อง	1 2 3 4 5
4. การวิเคราะห์ข้อมูล สารสนเทศที่ได้ศึกษา	1 2 3 4 5
5. ความสอดคล้องชื่อเรื่องกับเนื้อหา	1 2 3 4 5
6. การใช้ภาษาข้อความ คำ การสะกด เครื่องหมาย	1 2 3 4 5
7. การเขียนอ้างอิงในเนื้อหาและการเขียนแหล่งอ้างอิง	1 2 3 4 5
8. ความประณีต ความเป็นระเบียบของงาน	1 2 3 4 5

ตัวอย่างที่ 2 การประเมินโปสเตอร์แสดงผลงานของผู้เรียน

รายการ	ผลการประเมิน
1. เนื้อหาสาระ	1 2 3 4 5
2. ภาพประกอบ	1 2 3 4 5
3. การใช้ภาษาข้อความ คำ การสะกด เครื่องหมาย	1 2 3 4 5
4. ความสอดคล้องชื่อเรื่องกับเนื้อหา	1 2 3 4 5
5. ความประณีต ความเป็นระเบียบของงาน	1 2 3 4 5

โดยที่กำหนดความหมายของคะแนนดังนี้

1 = ปรับปรุง 2 = พอใช้ 3 = ปานกลาง 4 = ดี 5 = ดีมาก

สรุป

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า จากการประเมินตามสภาพจริงนี้ ครูผู้สอนสามารถวิเคราะห์สิ่งที่ควรพัฒนาผู้เรียนนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และผู้เรียนเองก็สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสมเช่นเดียวกัน อนึ่งการประเมินตามสภาพจริงนี้ควรเป็นการประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคลและผู้เรียนต้องได้รับข้อมูลป้อนกลับเหล่านี้ทันทีที่เสร็จภาระงานนั้นๆ นอกจากนี้ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการพัฒนาตนเองแล้ว ผู้เรียนยังสามารถใช้ในการประเมินการพัฒนาตนเอง ครูผู้สอนเช่นเดียวกันที่สามารถประเมินการพัฒนาผู้เรียนจากข้อมูลเหล่านี้ได้

ข้อสังเกตสำคัญยิ่งของการประเมินตามสภาพจริง คือการให้คะแนนเริ่มจาก 1 เสมอ จะไม่มีการไม่ให้คะแนน หรือคะแนนเป็นศูนย์ ทั้งนี้เพราะผู้เรียนทุกคนที่ส่งงานสมควรได้รับการประเมินเพื่อพัฒนาตนเอง และ ผู้ที่ไม่ได้คะแนน คือผู้ที่ไม่ส่งงาน

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระตอนที่ 5 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 5

ใบงานที่ 1.1

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

หลักสูตร วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

คำสั่ง

เมื่อศึกษาตอนที่ 1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่อง 1.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์แล้ว ให้ผู้เข้าอบรมตอบคำถามต่อไปนี้

1. วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไร
2. มุมมองหรือด้านของวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง
3. วิทยาศาสตร์แบ่งการศึกษาได้ที่สาขาวิชา อะไรบ้าง

คำแนะนำ

ให้ศึกษาเอกสาร ตอนที่ 1.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

ใบงานที่ 1.2

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

หลักสูตร วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

คำสั่ง

เมื่อศึกษาตอนที่ 1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่อง 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์แล้ว ให้ผู้เข้าอบรมตอบคำถามต่อไปนี้

1. องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามเป้าหมายของ หลักสูตรมีอะไรบ้าง
2. มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ แสดงถึงความคาดหวังที่ผู้เรียนพึงมีความรู้ สามารถปฏิบัติ และมีคุณลักษณะใดบ้าง

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

คำแนะนำ

ให้ผู้เข้าอบรมศึกษาและทบทวนเนื้อหาตอนที่ 1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์

ใบงาน 1.3

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

หลักสูตร วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

คำสั่ง

เมื่อศึกษาตอนที่ 1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่อง 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว ให้ผู้เข้าอบรมตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้จัดทำคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานรายปีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยระบุองค์ประกอบสำคัญของคำอธิบายรายวิชาให้ครบถ้วน
2. ให้ศึกษาและวิเคราะห์สาระคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเอกสารตอนที่ 1.3 แล้วจัดทำหน่วยการเรียนรู้ของรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานดังกล่าว โดยเพิ่มเติมข้อมูลในตารางที่กำหนดให้สมบูรณ์

หน่วยการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จำนวนชั่วโมง
1. สารอาหารและอาหาร - ประเภทของสารอาหาร - ปริมาณสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย	ว 1.1 ม.2/5	6
2. ระบบต่างๆ ของร่างกาย - ระบบย่อยอาหาร - ระบบหายใจ - ระบบหมุนเวียนโลหิต - ระบบขับถ่าย - ระบบประสาท - ระบบสืบพันธุ์ - ผลของสารเสพติด	ว 1.1 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/6	20
3.	ว 1.1 ม.2/3

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จำนวนชั่วโมง
4. เทคโนโลยีชีวภาพ	ว 1.1	5
5. แสง	ว 5.1 ม.2/1
-	
-	
- การดูกลืนแสงสี		
- การมองเห็นสีของวัตถุ		

คำแนะนำ

1. การจัดทำคำอธิบายรายวิชานั้น ให้ผู้เข้าอบรมศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัดชั้นปีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วแยกส่วนประกอบเป็น 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการ 3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางวิทยาศาสตร์จากนั้นนำมาเรียบเรียงเป็นสาระสังเขปแล้วเขียนเป็นคำอธิบายรายวิชา คำอธิบายรายวิชามีองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องทุกข้อ

2. การจัดทำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้น ให้ผู้เข้าอบรมศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 ในเอกสาร แล้ว ระบุหัวข้อหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อย กำหนดเวลาเรียนและตัวชี้วัดของแต่ละหน่วย การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิตรวม (6) ชื่อหน่วยการเรียนรู้และหน่วยย่อย (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง (8) จำนวนชั่วโมงเรียนของแต่ละหน่วย

ใบงานที่ 2.1

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิทยาศาสตร์ : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

คำสั่ง

จากเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ให้วิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏแล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
●	●	●

ใบงานที่ 2.2

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิทยาศาสตร์ : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

คำสั่ง

จากมาตรฐานการเรียนรู้ต่อไปนี้ ให้วิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏแล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
<ul style="list-style-type: none"> ● เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ 	<ul style="list-style-type: none"> ● กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ● สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ ● นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 	<ul style="list-style-type: none"> ● มีคุณธรรม

2. มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
<ul style="list-style-type: none"> เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก 	<ul style="list-style-type: none"> กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 	<ul style="list-style-type: none"> จิตวิทยาศาสตร์

ใบงานที่ 2.3

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิทยาศาสตร์ : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

คำสั่ง

จากตัวชี้วัดต่อไปนี้ ให้วิเคราะห์สิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการจัดกิจกรรม การวัดและประเมินผล

1. มฐ ว 4.1 ม.3/2 ทดลองและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ระหว่างวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้	แนวทางการจัดกิจกรรม	การวัดและประเมินผล
	<ul style="list-style-type: none"> ● ทดลองเรื่องแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุ 	

2. มฐ ว 6.1 ม.2/10 สืบค้น สร้างแบบจำลองและ อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก

สิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้	แนวทางการจัดกิจกรรม	การวัดและประเมินผล
<ul style="list-style-type: none"> ● โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก 	<ul style="list-style-type: none"> ● การสืบค้นเรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ● โลก 	<ul style="list-style-type: none"> ● ความสามารถในการสืบค้นเรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ความถูกต้องในการสร้างแบบจำลองเรื่ององค์ประกอบของโลก

ใบงานที่ 3.1

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

หลักสูตร วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

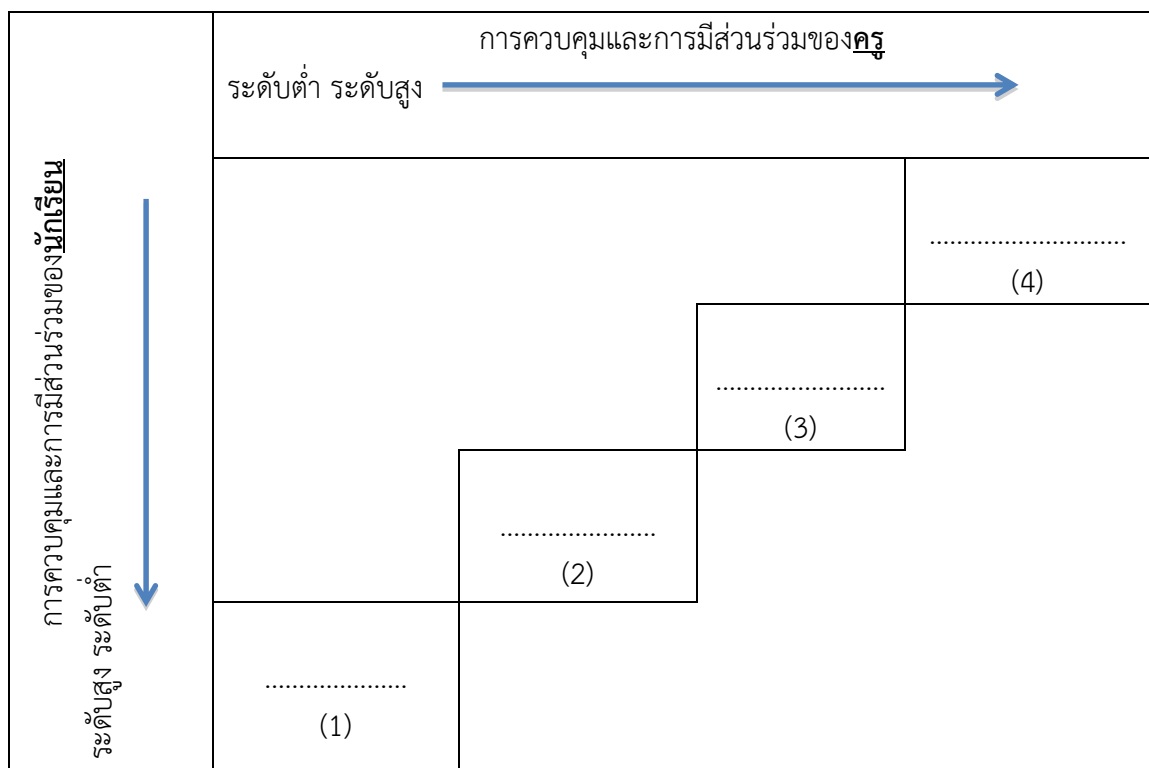
ตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำสั่ง

เมื่อศึกษาตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง 3.1 หลักการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แล้ว ให้ผู้เข้าอบรมตอบคำถามต่อไปนี้

1. การจัดการกิจกรรมการทำการทดลองประกอบด้วยลักษณะกิจกรรมสำคัญ 3 ส่วน คืออะไรบ้าง
2. ให้ระบุกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ลงในช่องว่าง (1) – (4) ตามระดับการควบคุม และการมีส่วนร่วมกิจกรรม ของครูและนักเรียน

กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ได้แก่ การสาธิต (Demonstration) การปฏิบัติการทดลอง (Laboratory Experience) การสืบสอบที่ครูเป็นผู้ริเริ่ม (Teacher-Initiated Inquiry) การสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้ริเริ่ม (Student Initiated Inquiry)



3. แนวคิดการเรียนรู้ที่ใช้การสืบสอบในการจัดการเรียนรู้ มีอะไรบ้าง

คำแนะนำ

ให้ศึกษาเอกสาร ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ใบงานที่ 3.2

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

หลักสูตร วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำสั่ง

เมื่อศึกษาตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง 3.2 รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ: การเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) แล้ว ให้ผู้เข้าอบรมตอบคำถามต่อไปนี้

1. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีกี่ประเภท อะไรบ้าง
2. วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน MICS (Model_Centered Instruction Sequence) มีกี่ข้อ อะไรบ้าง
3. ให้เลือกบทเรียนวิทยาศาสตร์มา 1 บทเรียน แล้วออกแบบการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอน 9 ขั้นของ MISC

คำแนะนำ

ให้ศึกษาเอกสาร ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ใบงานที่ 4

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิทยาศาสตร์ : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้

คำสั่ง ให้ผู้เข้าฝึกอบรมสำรวจสื่อและแหล่งเรียนรู้ทั้งในโรงเรียน และในท้องถิ่นของตนเอง พร้อมระบุว่าสื่อและแหล่งเรียนรู้นั้นๆ นำมาใช้ในการเรียนการสอนเรื่องใด

สื่อและแหล่งเรียนรู้	มี	ไม่มี	หัวข้อ/ หัวเรื่องที่将会ใช้สอน
● ห้องสมุดโรงเรียน			
● ห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้			
● มุมหนังสือในห้องเรียน			
● ห้องมัลติมีเดีย			
● ห้องคอมพิวเตอร์			
● ห้องอินเทอร์เน็ต			
● ห้องโสตทัศนศึกษา			
● สวนสมุนไพร			
● ห้องสมุดประชาชน.....			
● พิพิธภัณฑ์.....			
● สวนสัตว์.....			
● สวนสาธารณะ.....			
● สวนพฤกษชาติ.....			
● อุทยานแห่งชาติ.....			
● ภูมิปัญญา.....			
●			
●			
●			

ใบงานที่ 5

ผู้เข้ารับการอบรมจะต้องทำกิจกรรมหรือใบงานบนระบบ TEPE Online เพื่อให้วิทยากรและผู้ดูแลรายวิชาสามารถตรวจสอบความเข้าใจในการเรียน สามารถเรียนรู้และติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมได้บนระบบ TEPE Online

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิทยาศาสตร์ : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำสั่ง ออกแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....