

คำนำ

เอกสารหลักสูตรอบรมแบบ e-Training วิทยาศาสตร์ : เคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นหลักสูตรฝึกอบรมภายใต้โครงการพัฒนาหลักสูตรและพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษาโดยยึดถือภารกิจและพื้นที่เป็นฐานด้วยระบบ TEPE Online โดยความร่วมมือของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อพัฒนาผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการขององค์กร โดยพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ โดยใช้หลักสูตรและวิทยาการที่มีคุณภาพ เน้นการพัฒนาโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถเข้าถึงองค์ความรู้ในทุกที่ทุกเวลา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลักสูตรอบรมแบบ e-Training วิทยาศาสตร์ : เคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อยังประโยชน์ต่อระบบการศึกษาของประเทศไทยต่อไป

สารบัญ

คำนำ	1
หลักสูตร “วิทยาศาสตร์ : เคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย”	3
รายละเอียดหลักสูตร	4
คำอธิบายรายวิชา	4
วัตถุประสงค์	4
สาระการอบรม	5
กิจกรรมการอบรม	5
สื่อประกอบการอบรม	5
การวัดผลและประเมินผลการอบรม	5
บรรณานุกรม	6
เค้าโครงเนื้อหา	9
ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้	15
ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้	31
ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	38
ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	50
ตอนที่ 5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	57
ใบงานที่ 1	66
ใบงานที่ 2	69
ใบงานที่ 3	71

หลักสูตร

วิทยาศาสตร์ : เคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รหัส TEPE-55113

ชื่อหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์ : เคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิทยากร

ผศ.ดร.อลิศรา

ชูชาติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผศ.สันติ

ศรีประเสริฐ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา

ดร.พิเชษฐ์

จับจิตย์

ดร.สุทธิดา

จำรัส

ดร.ลือชา

ลดาชาติ

รศ.ดร.พิมพ์นธ์

เดชะคุปต์

รศ. เพียว

ยินดีสุข

รายละเอียดหลักสูตร

คำอธิบายรายวิชา

อธิบายถึงองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาเคมี การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมี คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี หลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี การเรียนรู้ด้วยวิธีการณตัวอย่าง การเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบอุปนัย การเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบสืบสอบ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญ ตลอดจนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของหลักสูตรรายวิชาเคมีที่นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ได้
2. ระบุองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรรายวิชาเคมีได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาเคมีเพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้
4. อธิบายขั้นตอนการจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมีได้
5. จัดทำคำอธิบายรายวิชา และสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาเคมีได้
6. ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เคมีได้
7. ระบุและวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมีได้
8. ออกแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้
9. อธิบายหลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมีได้
10. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการณตัวอย่างได้
11. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีการณตัวอย่างได้
12. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบอุปนัยได้
13. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีสอนแบบอุปนัยได้
14. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบได้
15. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบได้
16. ยกตัวอย่างเนื้อหาทางเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนด้วยวิธีการณตัวอย่าง วิธีสอนแบบอุปนัย และวิธีสอนแบบสืบสอบ
17. ระบุสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี
18. บอกประสิทธิภาพ และข้อจำกัดของสื่อการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภท
19. สำรวจ ค้นหาสื่อและแหล่งเรียนรู้วิชาเคมีได้
20. อธิบายหลักการเลือกและใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อใช้จัดการเรียนรู้วิชาเคมีอย่างมีประสิทธิภาพได้
21. เลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีให้กับผู้เรียนอย่างเหมาะสมได้
22. อธิบายความสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
23. วางแผนการออกข้อสอบประเภทต่างๆ ได้

24. อธิบายความสำคัญและวิธีการต่างๆ ของการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง
25. ออกแบบการประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

สาระการอบรม

- ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้
- ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้
- ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้
- ตอนที่ 5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

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.
- กฤษณา ชูติมา. (2551). หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- การศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรตามหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โกเมศ นาแฉ่ง. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และโมเดลที่สนใจเรื่องกฎการเคลื่อนที่ 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]
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. (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]
- สุนันท์ สังข์อ่อง. (2526). **สื่อการสอนและนวัตกรรมการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. (2547). เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- อลิศรา ชูชาติ. (2549). เสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่าน ICT ใน นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา. 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/learning/articles/what-is-inquiry/>[August,28 2013]
- Jianping Xu, Qingyu Wu. (2006). **Essential of life science.** Singapore: Higher Education Press.
- 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.
- Squire, K. (2004). **Video games in education.** Int. J. Intell. Games & Simulation.
- Stanford University. (2009). **Background of Problem-Based Learning** .Available from:
<http://www.stanford.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.
- University Collage Cork, Department of Chemistry, (2013). What is chemistry. Aviable
from: http://chemweb.ucc.ie/what_is_chemistry.htm [August, 28 2013]
- Wikipedia. (2013). **Natural Science.** http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_science[
August, 28 2013]
- Zollman, D. & Fuller, R. (1994). **Teaching learning physics with interactive video.**
Robert G. Fuller Publications and Presentations.

หลักสูตร TEPE-55113

วิทยาศาสตร์ : เคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เค้าโครงเนื้อหา

ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.1 ทำไมต้องเรียนวิชาเคมี

เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาเคมี

เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมี

แนวคิด

1. เคมีเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร ความรู้ทางเคมีที่ค้นพบได้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อรวบรวมข้อมูล แล้วนำมาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านเคมีซึ่งช่วยให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น
2. หลักสูตรวิชาเคมีมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ และปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ และมีการกำหนดตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้
3. วิชาเคมีจะสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ 2 มาตรฐาน และมีทั้งหมด 13 ตัวชี้วัด ส่วนสาระเพิ่มเติมจะต้องพิจารณาจัดให้สอดคล้องกับความพร้อม จุดเน้นและเกณฑ์การจบหลักสูตรของสถานศึกษานั้น
4. การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมี เป็นการนำสาระการเรียนรู้แกนกลาง ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด มาเรียบเรียงเป็นคำอธิบายรายวิชา และจัดทำหน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้เคมีแล้ว ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของหลักสูตรรายวิชาเคมีที่นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ได้
2. ระบุองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรรายวิชาเคมีได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาเคมีเพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้
4. อธิบายขั้นตอนการจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมีได้
5. จัดทำคำอธิบายรายวิชา และสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาเคมีได้

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เคมี

เรื่องที่ 2.2 คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี

เรื่องที่ 2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี

แนวคิด

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สำคัญคือ ให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาระบบการคิดและจินตนาการ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ มีทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์จึงควรมีเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในลักษณะเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เนื่องจากธรรมชาติของวิชาเคมีต้องอาศัย การทดลองเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ จึงถือว่าการทดลองเป็นหัวใจของการ เรียนรู้วิชาเคมีเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เคมีที่ต่างจากวิชาวิทยาศาสตร์คือ การมีทักษะการเรียนรู้ด้วยการทดลองด้วย
2. คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี ได้แก่ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. จากมาตรฐานการเรียนรู้เคมีทั้ง 2 มาตรฐาน พบว่า คุณลักษณะของผู้เรียนต้องประกอบด้วย 1) ด้านความรู้เข้าใจในสาระที่เกี่ยวข้องกับสสาร ได้แก่ สมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา 2) ด้านทักษะ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และ 3) ด้านจิตวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เคมีได้
2. ระบุและวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมีได้
3. ออกแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 3.1 หลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี

เรื่องที่ 3.2 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยวิธีการนี้ตัวอย่าง

เรื่องที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยวิธีสอนแบบอุปนัย

เรื่องที่ 3.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยวิธีการสอนแบบสืบสอบ

แนวคิด

1. วิธีการสอน และเทคนิคการสอนที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาในบทเรียนนั้น แนวการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเน้น การเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติการทดลองเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมหลากหลายรูปแบบ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และสิ่งแวดล้อม
2. การสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยศึกษาเรื่องที่สมมติขึ้นจากความเป็นจริง และตอบประเด็นคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้น แล้วนำคำตอบ และเหตุผลที่มาของคำตอบนั้นมาใช้เป็นข้อมูลในการอภิปราย วิธีการนี้มุ่งช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนการเผชิญ และแก้ปัญหาโดยไม่ต้องรอให้เกิดปัญหาจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ และเรียนรู้ความคิดของผู้อื่น ช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น เนื้อหาของวิชาเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยใช้กรณีตัวอย่างคือ เนื้อหาซึ่งไม่ได้มุ่งที่คำตอบใดคำตอบหนึ่ง แต่ต้องการให้ผู้เรียนเห็นคำตอบ และเหตุผลที่หลากหลายช่วยให้การตัดสินใจ มีความรอบคอบขึ้น
3. การสอนโดยใช้การอุปนัย คือกระบวนการสอนที่ให้ผู้เรียนสรุปหลักการ หรือแนวคิดจากตัวอย่างต่างๆด้วยตนเอง วิธีการนี้มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ เนื้อหาของวิชาเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยใช้ การอุปนัยเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ตามวัตถุประสงค์ที่แฝงอยู่จากตัวอย่างที่หลากหลายที่ผู้สอนจัดให้ได้
4. วิธีสอนแบบสืบสอบ คือการจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก วิธีการนี้มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ความรู้จากการคิดสืบสอบ และเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆกัน เนื้อหาของวิชาเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบสอบต้องสามารถคิดตั้งเป็นประเด็นปัญหาได้ ใช้เมื่อผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องจนเกิดเป็นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ด้วยตนเอง

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายหลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมีได้
2. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการนี้ตัวอย่างได้

3. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีกรณีตัวอย่างได้
4. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบอุปนัยได้
5. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีสอนแบบอุปนัยได้
6. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบได้
7. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบได้
8. ยกตัวอย่างเนื้อหาทางเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนด้วยวิธีกรณีตัวอย่าง วิธีสอนแบบอุปนัย และวิธีสอนแบบสืบสอบ

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

เรื่องที่ 4.1 สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี

แนวคิด

1. สื่อและแหล่งเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งสื่อแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ในรายวิชาเคมีจะนิยมใช้สื่อ 5 ประเภท ได้แก่ 1.อุปกรณ์การทดลอง 2.สิ่งของใกล้ตัว 3.ภูมิปัญญา 4.สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ 5.แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ผู้สอนควรทำความเข้าใจสื่อแต่ละประเภท เพื่อจะได้เลือกใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม
2. การเลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้จะต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่จะสอน มีเนื้อหาถูกต้องทันสมัยน่าสนใจเป็นลำดับขั้นตอน สะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากมากเกินไป เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ และประสบการณ์ของผู้เรียน มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี และถ้าเป็นสื่อที่ผลิตเองควรพิจารณาความคุ้มค่ากับเวลา และการลงทุน
3. หลักการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ต้องมีการเตรียมความพร้อมของผู้สอนในการใช้สื่อ โดยต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่มีในสื่อ ขั้นตอน และวิธีการใช้ จัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนโดยใช้สื่อ การจัดการเรียนรู้นั้น ตรงตามขั้นตอน และวิธีการที่ได้เตรียมไว้แล้ว ผู้สอนต้องควบคุมการนำเสนอสื่อ เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น และหลังจากการใช้สื่อการสอนแล้ว ควรมีการติดตามผลเพื่อเป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนจากสื่อที่นำเสนอไป เพื่อจะได้ทราบจุดบกพร่อง สามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงสำหรับการสอนในครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 4 สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ แล้วผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี
2. บอกประสิทธิภาพ และข้อจำกัดของสื่อการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภท
3. สำรวจ ค้นหาสื่อและแหล่งเรียนรู้วิชาเคมีได้
4. อธิบายหลักการเลือกและใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อใช้จัดการเรียนรู้วิชาเคมีอย่างมีประสิทธิภาพได้

5. เลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีให้กับผู้เรียนอย่างเหมาะสมได้

ตอนที่ 5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

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 คือการประเมินเพื่อตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และการนำผลที่ได้จากการประเมินมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้
4. เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญคือ ข้อสอบ ข้อสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินผลผู้เรียนมีหลายประเภท และแต่ละประเภทมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน หลักการและการวางแผนการออกข้อสอบที่ดีจะช่วยให้ข้อมูลที่ประโยชน์ทั้งต่อผู้สอนและนักเรียนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน
5. การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติกัน มี 2 ลักษณะคือ การประเมินผลระหว่างเรียน และการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้รายวิชา ซึ่งทั้งนี้นอกจากจำแนกตามช่วงเวลาของการประเมินแล้ว เพื่อให้การประเมินผลการเรียนรู้นั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ พฤติกรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์จึงได้มีการพยายามในการพัฒนาการประเมินตามสภาพจริงขึ้น
6. การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นการประเมินที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ ในการประเมินสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งทางด้านความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ภาคทฤษฎี การประเมินกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ได้มีการกำหนดไว้
7. การประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ เป็นเครื่องมือในการให้ข้อมูลป้อนกลับที่สำคัญกับนักเรียนในการนำไปใช้พัฒนาตนเองในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านการเรียนและการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

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

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสารการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.1 ทำไมต้องเรียนวิชาเคมี

เรื่องที่ 1.1 ทำไมต้องเรียนวิชาเคมี

เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาเคมี

เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมี

แนวคิด

1. เคมีเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร ความรู้ทางเคมีที่ค้นพบได้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อรวบรวมข้อมูล แล้วนำมาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านเคมีซึ่งช่วยให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น
2. หลักสูตรวิชาเคมีมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ และปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ และมีการกำหนดตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้
3. วิชาเคมีจะสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ 2 มาตรฐาน และมีทั้งหมด 13 ตัวชี้วัด ส่วนสาระเพิ่มเติมจะต้องพิจารณาจัดให้สอดคล้องกับความพร้อม จุดเน้นและเกณฑ์การจบหลักสูตรของสถานศึกษานั้น
4. การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมี เป็นการนำสาระการเรียนรู้แกนกลาง ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด มาเรียบเรียงเป็นคำอธิบายรายวิชา และจัดทำหน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 1 หลักสูตร และสารการเรียนรู้เคมีแล้ว ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของหลักสูตรรายวิชาเคมีที่นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ได้
2. ระบุองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรรายวิชาเคมีได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาเคมี เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้
4. อธิบายขั้นตอนการจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมีได้
5. จัดทำคำอธิบายรายวิชา และสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาเคมีได้

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกของปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารนั้นๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับสารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ตามจุดประสงค์ต่างๆ มากมาย สาขาเคมีจึงได้รับการพัฒนาการมาโดยตลอดเกิดเป็นสาขาย่อยๆ หลายสาขาโดยเน้นประเด็นของการศึกษาแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาเฉพาะคำว่า “เคมี” จะพบว่า มีผู้ให้คำจำกัดความไว้หลากหลาย ดังเช่น Webster's College Dictionary ได้ให้ความหมายของเคมีว่า

“เป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ สมบัติและปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และสารอื่นๆอย่างเป็นระบบ” (Webster's College Dictionary, 2013: ออนไลน์) หรือความหมายที่ปรากฏใน free encyclopedia ว่า “เคมีเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพสาขาหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ สมบัติ และพฤติกรรมของสสาร” (Wikipedia, 2013) ซึ่งคล้ายกับความหมายของเคมีที่ปรากฏใน Oxford dictionaries ว่า “เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสารที่เป็นองค์ประกอบของสสาร การศึกษาสมบัติของสาร ปฏิกิริยาและการใช้ปฏิกิริยาในการทำให้เกิดสารตัวใหม่” (2013: ออนไลน์) และภาควิชาเคมีของ University Collage Cork แห่งไอร์แลนด์ได้ให้ความหมายของเคมีว่า “เคมีเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ สมบัติ และองค์ประกอบของสสาร และการเปลี่ยนแปลงของสาร” (Department of Chemistry, University Collage Cork, 2013: ออนไลน์) สำหรับนักเคมีของไทยได้ให้ความหมายของคำว่าเคมีไว้ดังนี้ “เคมี เป็นวิชาที่ศึกษาเรื่องราวของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสสาร ซึ่งกล่าวถึงส่วนประกอบและสมบัติของสสาร ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสสาร เมื่อสสารมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นสภาพภายหลังการเปลี่ยนแปลงจะแตกต่างจากสภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง โดยการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่ที่มีส่วนประกอบทางเคมีต่างจากสารเดิมเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือที่เรียกว่า ปฏิกิริยาเคมี (กฤษณา ชูติมา, 2551.) จะเห็นได้ว่า เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความเฉพาะที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ สมบัติ และการเปลี่ยนแปลงของสารที่เป็นส่วนประกอบของสสาร เนื่องจากสสารรอบตัวเราล้วนมีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เรา ดังนั้นการเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของสสารย่อมนำมาซึ่งประโยชน์ในการดำรงชีวิต จึงกล่าวได้ว่าความรู้เกี่ยวกับเคมีทำให้เราสามารถใช้อนุสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสสารมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตในทุกด้านที่เรียกว่าปัจจัย 4 อันได้แก่ 1) อาหาร เคมีช่วยให้มนุษย์รู้จักคุณค่าของอาหาร การผลิตอาหาร การแปรรูปอาหาร การถนอมอาหาร 2) เครื่องนุ่งห่ม เรื่องการนำเส้นใยจากแหล่งต่างๆมาใช้ การย้อมสีเส้นใย การผสมเส้นใยเพื่อให้มีสมบัติตามความต้องการใช้งานเหล่านี้ล้วนเป็นเรื่องระดับโมเลกุลของสสารทั้งสิ้น 3) ยารักษาโรค รวมทั้งอาหารสุขภาพที่ใช้เพื่อปรับความสมดุลของร่างกายเพื่อสุขภาพที่ดีถือเป็นบทบาทของเคมีที่มีต่อการแพทย์ ซึ่งนอกจากจะช่วยดูแลด้านสุขภาพแล้วยังส่งผลให้อัตราการตายลดลงด้วย 4) ที่อยู่อาศัย และเครื่องใช้ เกิดจากการเลือกสารต่างๆตามสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้งานในลักษณะต่างๆ ซึ่งช่วยให้ชีวิตมีความสะดวกสบายขึ้น

ความอยู่รอดของมนุษย์อยู่ที่การรู้จักปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือการปรับสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต ถ้าการปรับเปลี่ยนสสารเกิดขึ้นในระดับโมเลกุลจะเรียกว่าสสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีซึ่งต้องอาศัยการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั่นเอง นักวิทยาศาสตร์ในอดีตมีความพยายามที่จะเปลี่ยนสารต่างๆให้เป็นสารตามที่ต้องการเพื่อนำสารที่ต้องการไปใช้ประโยชน์ต่างๆ กันอย่างกว้างขวาง ดังปรากฏในประวัติและพัฒนาการความรู้สาขาวิชาเคมีในอดีตที่เรียกว่ายุคเล่นแร่แปรธาตุ ยุคการสังเคราะห์ยาอายุวัฒนะ และปัจจุบันนำไปสู่ความพยายามสังเคราะห์สารต่างๆ ในรูปของอาหารเพื่อสุขภาพมีจำหน่ายอยู่อย่างมากมาย การเรียนรู้วิชาเคมีจึงมีส่วนช่วยให้มีความรู้ในการปฏิบัติตัวที่เหมาะสมในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ความรู้ในวิชาเคมีมีความเชื่อมโยงกับศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ การแพทย์ โลกและดาราศาสตร์ รวมทั้งวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

การหาคำตอบเกี่ยวกับสสารในวิชาเคมีต้องอาศัยการปฏิบัติการทดลอง (Experiment) ที่เริ่มต้นจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและเมื่อได้ข้อสรุปจากการทดลองที่สามารถอธิบาย

ปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ก็เรียกความรู้นั้นว่าทฤษฎี (theory) แต่เนื่องจากสารรอบตัวเรามีมากมายหลายชนิดการจัดกลุ่มการศึกษาสารจึงช่วยให้เกิดระบบระเบียบในการศึกษาและการเชื่อมโยงอย่างมีประสิทธิภาพ นักเคมีจึงแบ่งสาขาวิชาเคมีออกเป็นสาขาต่างๆที่มีลักษณะเฉพาะต่างๆ กัน ดังนี้

1. เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry) เป็นสาขาที่เน้นการศึกษาเกี่ยวกับสารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ
2. เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry) เป็นสาขาที่ศึกษาเกี่ยวกับสารที่เกิดมาจากแร่ธาตุต่างๆ
3. เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry) เป็นสาขาที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการหาส่วนประกอบของสารทั้งในด้านคุณภาพวิเคราะห์ และปริมาณวิเคราะห์
4. เคมีฟิสิกส์ (Physical Chemistry) เป็นสาขาที่ศึกษาถึงความจริง กฎ และทฤษฎีต่างๆ ที่ใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสาร
5. ชีวเคมี (Biochemistry) เป็นสาขาที่ศึกษาถึงกระบวนการทางเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตและสารต่างๆ ที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิต

อย่างไรก็ตาม ยังมีการกำหนดสาขาย่อยของเคมีเพื่อแสดงลักษณะเฉพาะย่อยที่ศึกษาเกี่ยวกับสารอีกมาก เช่น เคมีไฟฟ้า เคมีนิวเคลียร์ เคมีธรณี เคมี-วิศวกรรม เคมีอุตสาหกรรม เคมีเกษตร เคมีเทคนิค เคมีอาหาร เคมีเกษตร เคมีดาราศาสตร์ เคมีนิเวศวิทยา เป็นต้น

ฉะนั้นจึงสรุปได้ว่าความก้าวหน้าของสังคมโลกในยุคโลกาภิวัตน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ล้วนเป็นผลมาจากการค้นพบและการประยุกต์ใช้กฎของธรรมชาติ (Laws of nature) อันเป็นลักษณะเฉพาะและธรรมชาติของเคมีจากธรรมชาติของเคมี สาขาต่างๆของเคมีและความสัมพันธ์ของความรู้ในสาขาเคมีที่มีต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่มนุษย์ควรเรียนรู้เรื่องราวของสาขาเคมี สอดคล้องกับแนวคิดของ Anne Helmenstine ซึ่งจบการศึกษาระดับปริญญาตรีด้วยวิชาเอกสาขาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์และวิชาโทสาขาเคมีจาก Hastings College ใน Nebraska และจบการศึกษาระดับปริญญาเอกจาก University of Tennessee และมีประสบการณ์สอนวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา วิทยาลัย มหาวิทยาลัยได้ให้เหตุผล 10 ประการที่แสดงถึงความจำเป็นที่คนเราต้องเรียนเพื่อให้มีความรู้ในสาขาเคมี ว่า 1) เคมีช่วยให้เราเข้าใจโลกรอบตัว เช่น ทำไมต้นไม้ไม่มีสีเขียว สบู่ทำจากอะไร ทำไมจึงใช้ทำความสะอาดได้ คำถามเหล่านี้หาคำตอบได้จากเคมีประยุกต์ 2) ความเข้าใจพื้นฐานของเคมีช่วยให้เราเข้าใจคำอธิบายเกี่ยวกับสินค้าต่างๆ 3) เคมีช่วยให้เราตัดสินใจทางเลือกในการซื้อสินค้าจากคำโฆษณาได้ 4) เคมีช่วยให้เราเป็นผู้ประกอบอาหารที่ปรุงอาหารได้เหมาะสมความต้องการเพราะเคมีเป็นหัวใจของการประกอบอาหาร การปรุงอาหารเป็นเรื่องของปฏิกิริยาเคมี เราควรให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดตอนไหน เพียงใดเพื่อให้อาหารมีคุณสมบัติตามที่เรต้องการ ล้วนเป็นความรู้จากสาขาเคมีทั้งสิ้น 5) ความรู้ในสาขาเคมีช่วยให้เราปลอดภัยจากการใช้สารเคมีในบ้าน เพราะเคมีช่วยให้เราทราบว่าสารเคมีอันตรายเมื่อนำมาผสมกัน สารใดใช้ได้อย่างปลอดภัย 6) เคมีฝึกให้เราฝึกทักษะการให้เหตุผลและแก้ปัญหา 7) เคมีช่วยให้เราเข้าใจเหตุการณ์ปัจจุบันที่กำลังเกิดขึ้นรวมทั้งข่าวสารเกี่ยวกับปิโตรเลียม มลภาวะ สิ่งแวดล้อมและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี 8) เคมีทำให้ชีวิตเข้าใจความลึกซึ้งบางอย่างของสารเพราะเคมีสามารถอธิบายเกี่ยวกับการทำงานของสิ่งต่างได้ 9) เคมีช่วยให้มีอาชีพ หลายอาชีพต้องอาศัยผู้มีความรู้ในสาขาเคมี หรือถ้าต้องการเลือกทำอาชีพอื่น

ทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เราได้จากการเรียนเคมีก็จะช่วยให้เราคิดได้ 10) เคมีสนุก มีโครงการที่น่าสนใจมากมายที่สามารถใช้วัสดุรอบตัวในชีวิตประจำวันของเรา

จะเห็นได้ว่าความรู้ในสาขาเคมีนอกจากเป็นความรู้ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาในวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆแล้วยังช่วยให้เราเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบตัว รู้จักใช้สารรอบตัวให้เกิดประโยชน์ได้อย่างปลอดภัยด้วย

สรุป เหตุผลสำคัญที่ต้องเรียนวิชาเคมีเนื่องจากวิชาเคมีเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุกๆ ด้าน ซึ่งเป็นผลจากการค้นพบและการประยุกต์ใช้กฎต่างๆ ทางเคมี จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษากฎและหลักการพื้นฐานทางเคมีเพื่อให้สามารถคิดค้นหรือใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอันเป็นผลจากความก้าวหน้าทางเคมี

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.1

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาเคมี

ประเทศไทยมีกระทรวงศึกษาธิการทำหน้าที่พัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาในระดับชาติ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายการศึกษาของชาติ หลักสูตรปัจจุบันเรียกว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรอิงมาตรฐานที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี นอกจากนี้ยังมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก โดยเน้นความสมดุลของการพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้จัดแบ่งรายวิชาเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (3) **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** (4) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (5) กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา (6) กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (7) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี และ (8) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง กำหนดกลุ่มเนื้อหาสาระซึ่งเรียกว่า สาระ (Strand) ซึ่งเป็นกรอบเนื้อหาสำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ เป็น 8 สาระ ได้แก่ (1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (3) สารและสมบัติของสาร (4) แรงและการเคลื่อนที่ (5) พลังงาน (6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก (7) ดาราศาสตร์และอวกาศ และ (8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับวิชานี้เน้นตรงกับสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ในการจัดการเรียนรู้จึงต้องมีหลักสูตรของแต่ละรายวิชาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นแบ่งเป็น 2 รายวิชา คือ รายวิชาเคมีพื้นฐานซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับชั้น ม.4-6 ต้องเรียน และรายวิชาเคมีเพิ่มเติมสำหรับผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามทั้ง 2 รายวิชามีองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะกระบวนการ รวมทั้งความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์หรือกรอบมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งนำไปสู่การจัดการเรียนรู้เคมีของประเทศให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันนั้น ได้แก่ สาระ (Strands) มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning Standards) ตัวชี้วัด (Indicators) และสาระการเรียนรู้แกนกลาง (Core Content)

1. สาระ (Strands)

สาระเป็นกรอบเนื้อหาสำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ในหลักสูตร สำหรับวิชาเคมีได้แก่สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร แต่เนื่องจากเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์อันเป็นพื้นฐานของการ

พัฒนาไปสู่เทคโนโลยี ในหลักสูตรวิชาเคมีจึงควรมีสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งไม่ใช่รายวิชาโดยเฉพาะแต่เป็นการสร้างทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน สอดแทรกอยู่ด้วย

2. มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning Standards)

มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่หลักสูตรวิทยาศาสตร์คาดหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ปฏิบัติได้ และมีคุณลักษณะต่างๆ เมื่อสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร สำหรับสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วยมาตรฐาน ว 3.1 และ ว 3.2 ส่วนสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งมี 1 มาตรฐาน คือ ว.8.1

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

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรีนรู้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์มาตรฐาน

จากข้อความในมาตรฐาน ว 3.1 ข้างต้นประกอบด้วยข้อความ 3 ส่วน คือ

- 1) เนื้อหาความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ได้แก่
 - สมบัติของสาร
 - ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค
- 2) ทักษะและความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ ได้แก่
 - กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 - ความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรีนรู
 - การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมี ได้แก่
 - จิตวิทยาศาสตร์

3. ตัวชี้วัด (Indicators)

ตัวชี้วัดเป็นสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดมีลักษณะเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรมในการนำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา การจัดการเรียนรู้ และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน ตัวชี้วัดแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

- 1) ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3)

2) ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

ตัวอย่าง เช่น

ตัวชี้วัดขั้นปีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สารที่ 3 มาตรฐาน ว 3.1

สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่ 1 ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารแต่ละกลุ่ม

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4- ม.6 สารที่ 3 มาตรฐาน ว 3.1

สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่ 1 ช่วงชั้น ม.4- ม.6

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างอะตอม ชนิดและจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ วิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ ในอะตอม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับ พลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา

4. สารการเรียนรู้แกนกลาง (Core content)

สารการเรียนรู้แกนกลางเป็นเนื้อหาความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะต่างๆ ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เพื่อให้มีคุณภาพตามตัวชี้วัด

ตัวอย่างเช่น

สารการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สารที่ 3 มาตรฐาน ว 3.1 ตัวชี้วัดข้อ 1

สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

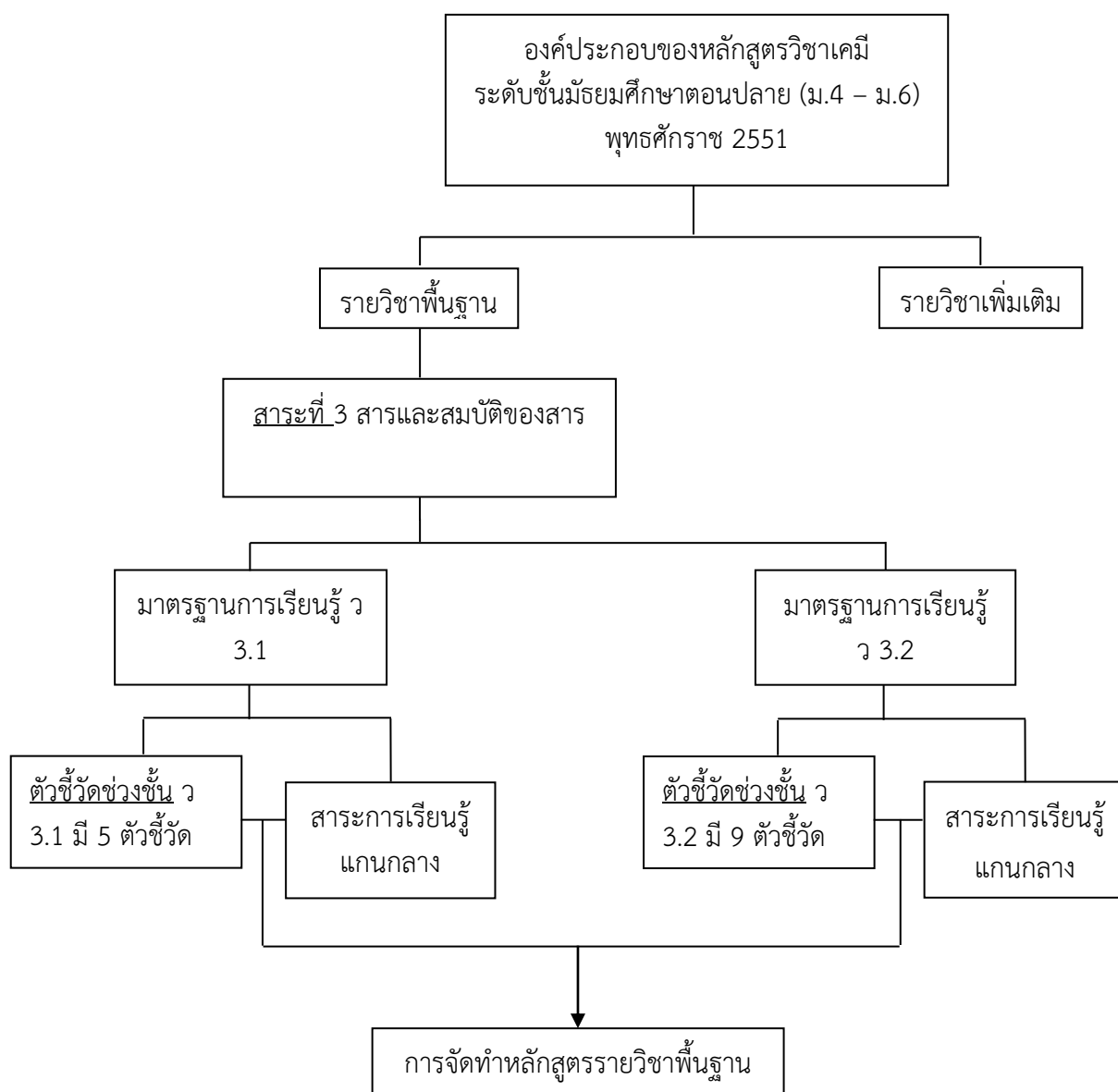
มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ	● นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการศึกษาโครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่างๆที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ● อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน เรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่างๆของธาตุ

จากสาระการเรียนรู้แกนกลางข้างต้น จะเห็นได้ว่า ข้อความสาระการเรียนรู้แกนกลางและตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกัน

ข้อความตัวชี้วัดประกอบด้วย 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูล นั้นและอภิปรายร่วมกัน 2) เนื้อหาความรู้ คือ โครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ส่วนข้อความสาระการเรียนรู้แกนกลางนั้นเป็นการแสดงสาระสำคัญของเนื้อหาความรู้เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยการสร้างแบบจำลองอะตอมที่มีพัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง องค์ประกอบมูลฐานสำคัญของอะตอม 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน เลขอะตอม และเลขมวล

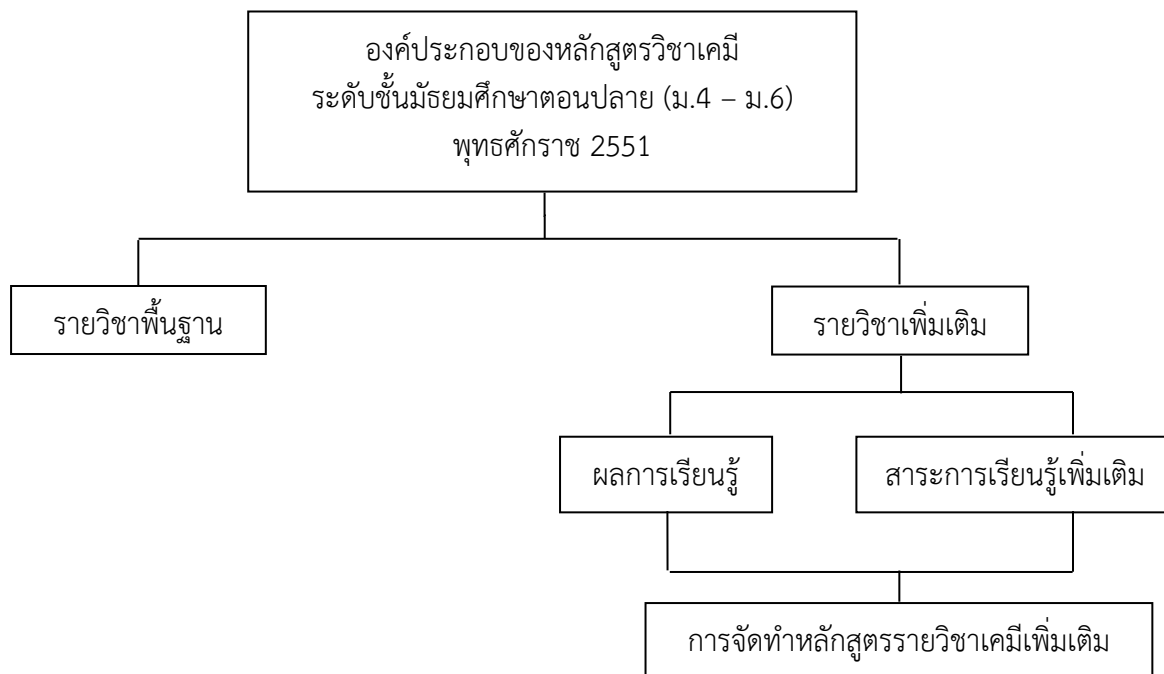
องค์ประกอบของหลักสูตรวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 – ม.6)
พุทธศักราช 2551 รายวิชาเคมีพื้นฐาน และรายวิชาเคมีเพิ่มเติมแสดงได้ดังแผนผังต่อไปนี้



แผนผังองค์ประกอบของหลักสูตรวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2551 นำไปสู่
การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมีพื้นฐาน

การเรียนรู้วิชาเคมีเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิตเนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จำเป็นที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) สำหรับ เวลาเรียนเพิ่มเติม หลักสูตรกำหนดให้สถานศึกษาจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับความพร้อม จุดเน้นของสถานศึกษา และเกณฑ์การจบหลักสูตร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)



แผนผังองค์ประกอบของหลักสูตรวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2551 นำไปสู่การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมีเพิ่มเติม

ตาราง ตัวอย่างผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
1.เปรียบเทียบและอธิบาย แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอกได้	อะตอมมีขนาดเล็กมากและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าจึงต้องศึกษาโดยการสร้างโมเดลหรือแบบจำลองซึ่งได้จากข้อมูลผลการทดลองและเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่พบใหม่ ดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กที่เรียกว่าอะตอมซึ่งไม่สามารถแบ่งแยกได้ ทอมสันเสนอแบบจำลองอะตอมที่มีอะตอมเป็นรูปทรงกลมเนื้ออะตอมมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับประจุลบ รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอแบบจำลองอะตอมที่มีอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลาง มีประจุไฟฟ้าเป็นบวกและมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ โบร์นำข้อมูลการทดลองสเปกตรัมของธาตุมาใช้สร้างแบบจำลอง

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
	อะตอมที่มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบๆนิวเคลียสเป็นวงคล้ายวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์แต่ละวงจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัว แบบจำลองอะตอมที่เป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบันคือ แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกซึ่งมีอะตอมประกอบด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส บริเวณที่เป็นกลุ่มหมอกที่บิมีโอกาสพบอิเล็กตรอนได้มากกว่าบริเวณกลุ่มหมอกจาง

สรุป

องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรเคมีที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะกระบวนการ รวมทั้งความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์หรือกรอบมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งนำไปสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันนั้น ได้แก่ สาระ (Strands) มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning Standards) ตัวชี้วัด (Indicators) และ สาระการเรียนรู้แกนกลาง (Core Content)

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.2

ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมี

การจัดทำหลักสูตรเคมีเป็นกระบวนการนำความคาดหวังที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ปฏิบัติได้ และมีคุณลักษณะต่างๆ ที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 3 สารและสมบัติของสารไปจัดทำเป็นคำอธิบายรายวิชา เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เคมีให้แก่ผู้เรียนต่อไป การจัดทำหลักสูตรเคมีเป็นการจัดทำหลักสูตรระดับรายวิชา ซึ่งจะดำเนินการได้เมื่อสถานศึกษาได้กำหนดโครงสร้างหลักสูตรเคมี ระบุรายวิชาเคมีที่จะเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาหรือปีการศึกษาแล้ว สถานศึกษาจะต้องระบุคำอธิบายรายวิชาเคมีทั้งรายวิชาเคมีพื้นฐานและรายวิชาเคมีเพิ่มเติมไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อเป็น ประโยชน์ในการสื่อสารแก่ผู้เกี่ยวข้องทั้งครูผู้สอนแต่ละระดับชั้น ผู้ปกครอง และบุคคลภายนอก หรือใช้ประโยชน์ในการเทียบโอนผลการเรียนของผู้เรียน

องค์ประกอบสำคัญของคำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องสำหรับรายวิชาพื้นฐาน หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับรายวิชาเพิ่มเติม การจัดทำคำอธิบายรายวิชาเคมีนั้น สามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะ ตามประเภทรายวิชา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ รายวิชาเคมีพื้นฐาน และรายวิชาเคมีเพิ่มเติม

1) รายวิชาเคมีพื้นฐานเป็นรายวิชาที่จัดสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน รายวิชาเคมีพื้นฐานเป็นรายวิชาที่ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องเรียนรู้

2) รายวิชาเคมีเพิ่มเติม เป็นรายวิชาที่จัดสอนเพิ่มเติมจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลาง เพื่อให้สอดคล้องกับจุดเน้น ความต้องการและความถนัดของผู้เรียน หรือความต้องการของท้องถิ่น โดยมีการกำหนด “ผลการเรียนรู้” เป็นเป้าหมาย

ขั้นตอนการจัดทำคำอธิบายรายวิชา

การจัดทำหรือการเขียนคำอธิบายรายวิชาเคมีมีขั้นตอนการดำเนินการตามลำดับต่อไปนี้

1. กำหนดระดับชั้นที่จะเขียนคำอธิบายรายวิชา ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นมี 3 ระดับชั้น คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 5 หรือมัธยมศึกษาปีที่ 6

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

3. นำผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดชั้นปีที่ทุกข้อในระดับชั้นที่กำหนดมาจัดลำดับตามความสัมพันธ์แล้วเรียบเรียงเป็นสาระสังเขปของคำอธิบายรายวิชา ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะหรือความสำคัญ 3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ สาระสังเขปที่ได้นี้เป็นคำอธิบายรายวิชา

4. นำสาระสังเขปมาเรียบเรียงเขียนเป็นเอกสารคำอธิบายรายวิชาเคมีพื้นฐานสำหรับภาคเรียนที่ 1 และ คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติมสำหรับภาคเรียนที่ 2 โดยจัดกระทำให้มีองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้แก่ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องทุกข้อ

ตัวอย่างคำอธิบายรายวิชาเคมีพื้นฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

(ตัวอย่าง) คำอธิบายรายวิชา

เคมีพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมของธาลู อนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป สัญลักษณ์นิวเคลียร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุบางชนิด การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ แนวโน้มสมบัติบางประการของธาตุตามตารางธาตุ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับชนิดของพันธะเคมีจากการนำไฟฟ้าของสารบางชนิด ศึกษาการเกิดพันธะและสมบัติบางประการของสารโคเวเลนต์ สารประกอบไอออนิก และโลหะ

ศึกษาและทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาความสัมพันธ์ของพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาและทดลองปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน การใช้ประโยชน์และผลของปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ศึกษาการเกิด และแหล่งปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ การกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ และการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการป้องกันและแก้ไขปัญหา เชื้อเพลิงในชีวิตประจำวัน เลขออกเทน เลขซีเทน

ศึกษาความหมายและตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์ โครงสร้าง สมบัติ ประเภทของพอลิเมอร์ รวมทั้งการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์ ศึกษาทดลองจำแนกชนิดของพลาสติกบางชนิดโดยใช้ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ ศึกษายางธรรมชาติรวมทั้งยางสังเคราะห์ เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ และทดลองเตรียมเส้นใยสังเคราะห์

ศึกษาองค์ประกอบหลัก โครงสร้าง ประเภท แหล่งที่พบและความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน และกรดนิวคลีอิกซึ่งเป็นสารชีวโมเลกุล ศึกษาสมบัติและปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติและความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุและสารประกอบพันธะเคมี ปฏิกิริยาเคมี การใช้เชื้อเพลิง ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้ และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5

ว 3.2 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5, ม.4-6/6, ม.4-6/7, ม.4-6/8, ม.4-6/9

ว 8.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5, ม.4-6/6, ม.4-6/7, ม.4-6/8, ม.4-6/9, ม.4-6/10, ม.4-6/11, ม.4-6/12

รวมทั้งหมด 26 ตัวชี้วัด

สำหรับการเขียนคำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม นั้น มีความแตกต่างจากการเขียนคำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน คือ สารสังเขปของคำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติมได้มาจากการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ซึ่งสถานศึกษา กำหนดขึ้น ในขณะที่รายวิชาเคมีพื้นฐานวิเคราะห์มาจากตัวชี้วัด อย่างไรก็ตามในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้มีการจัดทำคำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติมไว้ เป็นตัวอย่างดังเช่นตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างคำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติมของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (สสวท, ออนไลน์)

ตัวอย่างคำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม

เคมี 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์และแบบกลุ่มหมอก เขียนและแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ศึกษาอนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขอะตอม เลขมวล ไอโซโทป ศึกษา ทดลองเกี่ยวกับสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด ศึกษาและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ศึกษาความหมายของระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ออร์บิทัล เวเลนซ์อิเล็กตรอน ศึกษาวิเคราะห์การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุของนักวิทยาศาสตร์ แนวโน้มสมบัติบางประการของธาตุในตารางธาตุตามหมู่และตามคาบ ศึกษาคำนวณและเปรียบเทียบเลขออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบและไอออน

ศึกษาวิเคราะห์แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหรือพันธะเคมีของสาร กฏออกเตต การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ สุตร การเรียกชื่อ และโครงสร้างสารประกอบโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ พลังงานพันธะ การคำนวณหาพลังงานพันธะและพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ รูปร่างของโมเลกุลและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สารประกอบลิแกนด์ สมบัติบางประการของสารโคเวเลนต์ การเกิดพันธะไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก สูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดสารประกอบไอออนิก ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก ศึกษาเกี่ยวกับพันธะโลหะ

ศึกษาวิเคราะห์ เปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบของธาตุตามหมู่และตามคาบเกี่ยวกับจุดหลอมเหลว จุดเดือด ความเป็นกรด-เบสของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ การละลายน้ำและเลขออกซิเดชัน ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับปฏิกิริยาของธาตุ และการละลายน้ำของสารประกอบบางชนิดของธาตุ หมู่ IA และ IIA ศึกษาตำแหน่งของธาตุไฮโดรเจนในตารางธาตุ ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของธาตุแทรนซิชัน

และฝึกคำนวณหาเลขออกซิเดชัน ทดลองเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนของธาตุแทรนซิชันเพื่อศึกษาการเปลี่ยนสีของสารประกอบเชิงซ้อนของธาตุแทรนซิชัน ศึกษาสมบัติของธาตุกึ่งโลหะธาตุกัมมันตรังสี การเกิดกัมมันตภาพรังสี การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ศึกษาและคำนวณครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี ศึกษาปฏิกิริยานิวเคลียร์ การตรวจสอบสารกัมมันตรังสี และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสี ธาตุและสารประกอบบางชนิดในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติและความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุและสารประกอบ และพันธะเคมี โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

จากตัวอย่างในข้างต้น

สรุปแนวทางการเขียนคำอธิบายรายวิชา(พิมพ์ันท์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข, n.d.: 43)

ศึกษา.....(หัวข้อในรายวิชาที่พัฒนา)
 โดยใช้.....กระบวนการเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรู้
 เพื่อ.....เขียนให้ครบทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ความรู้ความเข้าใจ 2) ความสามารถคิด และสามารถปฏิบัติ และ 3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์
ระบุหัวข้อชีวิตที่ใช้ทั้งหมดสำหรับรายวิชาพื้นฐานตามมาตรฐานการเรียนรู้.....
รายวิชาเพิ่มเติมอาจจะระบุผลการเรียนรู้ โดยศึกษาแนวทางได้จากหนังสือคู่มือครู สสวท.

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้

การจัดทำหรือการกำหนดหน่วยการเรียนรู้จะดำเนินการเมื่อเขียนคำอธิบายรายวิชาแล้ว ในแต่ละรายวิชานั้นประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ได้หลายหน่วย 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. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อความในคำอธิบายรายวิชา แล้วนำเนื้อหาความรู้ที่มีความเกี่ยวข้อง

สัมพันธ์มาจัดไว้ในกลุ่มเนื้อหาเดียวกัน

2. กำหนดชื่อหน่วยการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกลุ่มเนื้อหา ระบุหัวข้อหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อยภายใต้หน่วยการเรียนรู้ กำหนดเวลา สำหรับจัดการเรียนรู้ของแต่ละหน่วย และระบุตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับแต่ละหน่วย

3. นำหน่วยการเรียนรู้มาเขียนเป็นเอกสารหน่วยการเรียนรู้รายวิชา โดยจัดเรียงหน่วยการเรียนรู้ตามลำดับการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนนั้นๆ

ตัวอย่างการจัดทำหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา ว 31121 รายวิชา เคมีพื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

จำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

จำนวน 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1	ธาตุและสารประกอบ	ว 3.1 ม.4-6/1, ว 3.1 ม.4-6/2, ว 3.1 ม.4-6/3, ว 3.1 ม.4-6/4, ว 3.1 ม.4-6/5, ว 8.1 ม. 4-6/1-12	1. วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม 2. อนุภาคมูลฐานของอะตอม 3. เลขอะตอม เลขมวลและไอโซโทป 4. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุบางชนิด 5. ตารางธาตุ 6. พันธะเคมี	15
รวมตลอดภาคเรียน				60

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.3

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนเคมี

เรื่องที่ 2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เคมี

เรื่องที่ 2.2 คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี

เรื่องที่ 2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี

แนวคิด

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สำคัญคือ ให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ มีทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์จึงควรมีเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในลักษณะเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เนื่องจากธรรมชาติของวิชาเคมีต้องอาศัยการทดลองเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ จึงถือว่าการทดลองเป็นหัวใจของการเรียนรู้วิชาเคมีเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เคมีที่ต่างจากวิชาวิทยาศาสตร์คือการมีทักษะการเรียนรู้ด้วยการทดลองด้วย
2. คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี ได้แก่ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. จากมาตรฐานการเรียนรู้เคมีทั้ง 2 มาตรฐาน พบว่า คุณลักษณะของผู้เรียนต้องประกอบด้วย 1) ด้านความรู้เข้าใจในสาระที่เกี่ยวกับสาร ได้แก่ สมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา 2) ด้านทักษะ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และ 3) ด้านจิตวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เคมีได้
2. ระบุและวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมีได้
3. ออกแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้เกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร โดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการทดลอง กระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริง นำมาสู่การพัฒนาโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนเคมีจึงมีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้ทั้งองค์ความรู้และกระบวนการเรียนรู้ในลักษณะเดียวกับเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในสาขาเคมี
2. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของหลักการ กฎ และทฤษฎี
3. เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และการทดลองในการศึกษาค้นคว้า
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจของผู้เรียน
5. เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างเคมี เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเคมีและเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้ผู้เรียนเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.2 คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้เคมี

เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนเคมีข้างต้น นำมาสู่การกำหนดสาระ “สารและสมบัติของสาร” และมาตรฐานการเรียนรู้ 2 มาตรฐาน ถ้าวิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ จะพบว่าทักษะสำคัญในการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การสื่อสาร และจิตวิทยาศาสตร์

1. การสืบเสาะหาความรู้

ในที่นี้การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่นๆ 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) ทักษะการคำนวณ
 - (5) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส 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

(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 ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาได้เป็นข้อความใหม่อันเป็นคำตอบของปัญหา

2. การแก้ปัญหา

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

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

3. การนำความรู้ไปใช้

การสอนวิทยาศาสตร์ให้เกิดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่างๆ นั้นยังไม่เป็นการเพียงพอ ควรได้ฝึกให้นักเรียนรู้จักนำความรู้และวิธีการต่างๆ ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ๆ ได้อีกด้วย

4. การสื่อสาร

การสื่อสาร เป็นการแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดหลักที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การสืบค้น การทดลอง การอ่าน เป็นต้น ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

5. จิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

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

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ เคมี

มาตรฐานการเรียนรู้เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ สะท้อนแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี เนื่องจากช่วยให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการสอน การวัดและประเมินผล ยกตัวอย่างเช่น

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ถ้าวิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1 แล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้ ได้ดังนี้

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค	- กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ - สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ - นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	จิตวิทยาาสตร์

จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ข้างต้น จะเห็นได้ว่าการที่ผู้เรียนจะเข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และการใช้ทักษะดังกล่าวได้นั้น ผู้เรียนจะต้องมีจิตวิทยาาสตร์ด้วย

ตัวชี้วัด เป็นการระบุสิ่งที่ผู้เรียนต้องรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนในแต่ละชั้นปี มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ แต่มีความเฉพาะเจาะจงและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น

ว 3.1 ม.4-6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ

ถ้าวิเคราะห์ตัวชี้วัด ว 3.1 ม.4-6/1 ทำให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ คือ โครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ แนวทางการจัดกิจกรรมคือ การการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ

โครงสร้างอะตอมที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายนำเสนอในรูปแบบจำลองอะตอม และการแสดงลักษณะของอะตอมด้วยสัญลักษณ์นิวเคลียร์ การวัดและประเมินผล เช่น ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล ความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลและ การนำเสนอ เป็นต้น

สรุป

มาตรฐานการเรียนรู้เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ สะท้อนแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี เนื่องจากช่วยให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการสอน การวัดและประเมินผล

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระตอนที่ 2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี

เรื่องที่ 3.1 หลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี

เรื่องที่ 3.2 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยวิธีการณตัวอย่าง

เรื่องที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยวิธีสอนแบบอุปนัย

เรื่องที่ 3.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยวิธีการสอนแบบสืบสอบ

เรื่องที่ 3.1 หลักการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี

แนวคิด

1. วิธีการสอน และเทคนิคการสอนที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาในบทเรียนนั้น แนวการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเน้น การเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติการทดลองเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมหลากหลายรูปแบบ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และสิ่งแวดล้อม
2. การสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยศึกษาเรื่องที่สมมติขึ้นจากความเป็นจริง และตอบประเด็นคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้น แล้วนำคำตอบ และเหตุผลที่มาของคำตอบนั้นมาใช้เป็นข้อมูลในการอธิบาย วิธีการนี้มุ่งช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนการเผชิญ และแก้ปัญหา โดยไม่ต้องรอให้เกิดปัญหาจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ และเรียนรู้ความคิดของผู้อื่น ช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น เนื้อหาของวิชาเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยใช้กรณีตัวอย่างคือ เนื้อหาซึ่งไม่ได้มุ่งที่คำตอบใดคำตอบหนึ่ง แต่ต้องการให้ผู้เรียนเห็นคำตอบ และเหตุผลที่หลากหลายช่วยให้การตัดสินใจ มีความรอบคอบขึ้น
3. การสอนโดยใช้การอุปนัย คือกระบวนการสอนที่ให้ผู้เรียนสรุปหลักการ หรือแนวคิดจากตัวอย่างต่างๆด้วยตนเอง วิธีการนี้มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้เข้าใจ เนื้อหาของวิชาเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยใช้ การอุปนัยเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ตามวัตถุประสงค์ที่แฝงอยู่จากตัวอย่างที่หลากหลายที่ผู้สอนจัดให้ได้
4. วิธีสอนแบบสืบสอบ คือการจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก วิธีการนี้มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ความรู้จากการคิดสืบสอบ และเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆกัน เนื้อหาของวิชาเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบสอบต้องสามารถคิดตั้งเป็นประเด็นปัญหาได้ ใช้เมื่อผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องจนเกิดเป็นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ด้วยตนเอง

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายหลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมีได้
2. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีกรณีตัวอย่างได้
3. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีกรณีตัวอย่างได้
4. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบอุปนัยได้
5. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีสอนแบบอุปนัยได้
6. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบได้
7. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบได้
8. ยกตัวอย่างเนื้อหาทางเคมีที่เหมาะสมสำหรับการสอนด้วยวิธีกรณีตัวอย่าง วิธีสอนแบบอุปนัย และวิธีสอนแบบสืบสอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะวิธีการสอนสำหรับครูเคมีในการดำเนินการสอนเพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด เช่น (1) การใช้คำถาม เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกคิด สามารถอธิบาย เปรียบเทียบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ คาคะเนผลสรุป (2) การทดลองและการสาธิต เพื่อฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การหาวิธีแก้ปัญหาในระหว่างทำการทดลอง การเขียนรายงานผลการทดลองที่เน้นความซื่อสัตย์ในการสรุปผลการทดลอง สิ่งเหล่านี้จะเป็น ประสิทธิภาพส่วนหนึ่งที่จะช่วยเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ให้นักเรียน (3) การอภิปราย เพื่อปลูกฝังให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดง ความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล โดยครูอาจใช้การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาที่ต้องการจะสอนต่อไป หรือเพื่อนำไปสู่การสังเกต การทดลอง และที่จำเป็นอย่างยิ่งคือใช้การ อภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง (สสวท., 2553: 6-7)

วิธีการสอน และเทคนิคการสอนที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีขึ้นอยู่กับลักษณะที่ แตกต่างกันของเนื้อหาในบทเรียน อย่างไรก็ตามเนื่องจากสาระของวิชาเคมีเป็นเรื่องของสมบัติของ สารซึ่งกิจกรรมการทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนจินตนาการได้ง่ายกว่าตัวหนังสือหรือภาพโดยทั่วไป ดังนั้น กิจกรรมการทดลองจึงถือว่าเป็นหัวใจของการเรียนเรียนเคมี การปฏิบัติการทดลองนอกจากจะเป็น แนวทางให้ได้องค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนแล้วยังเป็นการสร้างและพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้ของ ผู้เรียนด้วย อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้นั้นควรใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การบรรยาย การสาธิต ส่วนกระบวนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์นั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีได้ให้แนวทางไว้ 4 กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการ แก้ปัญหา กิจกรรมคิดและปฏิบัติ และการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ

ในที่นี้จะขอเสนอตัวอย่างกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process)

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี

เรื่องที่ 3.2 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยวิธีกรณีตัวอย่าง

วิธีสอนโดยกรณีตัวอย่างเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้กรณีที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริงแล้วนำมาจำลองเขียนขึ้นใหม่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยได้ฝึกการอภิปรายการวิเคราะห์ปัญหา ตลอดจนการตัดสินใจในการแก้ปัญหาของกรณีตัวอย่างที่ผู้เรียนได้ศึกษา

วัตถุประสงค์

วิธีสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนการเผชิญและแก้ปัญหา โดยไม่ต้องรอให้เกิดปัญหาจริง เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ และเรียนรู้ความคิดของผู้อื่น ช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น

องค์ประกอบสำคัญ (ที่ขาดไม่ได้) ของวิธีสอน

1. มีกรณีเรื่องที่คล้ายกับเหตุการณ์จริง
2. มีประเด็นคำถามให้คิดพิจารณาหาคำตอบ
3. มีคำตอบที่หลากหลาย คำตอบไม่มีถูกผิดอย่างชัดเจนหรือแน่นอน
4. มีการอภิปรายเกี่ยวกับสภาพการณ์ ปัญหา มุมมอง และวิธีแก้ปัญหาของผู้เรียน และสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับ

ข้อดีและข้อจำกัด

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง และได้ฝึกแก้ปัญหาโดยไม่ต้องเสี่ยงกับผลที่จะเกิดขึ้น ช่วยให้เกิดความพร้อมที่จะแก้ปัญหาเมื่อเผชิญปัญหานั้นในสถานการณ์จริง
3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนสูง ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน และส่งเสริมการเรียนรู้จากกันและกัน
4. เป็นวิธีสอนที่ให้ผลดีมากสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่มีความรู้ และประสบการณ์หลากหลายสาขา

ข้อจำกัด

1. หากกลุ่มผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์ไม่แตกต่างกัน การเรียนรู้อาจไม่กว้างเท่าที่ควร เพราะผู้เรียนมักมีมุมมองคล้ายกัน
2. แม้ปัญหาและสถานการณ์จะใกล้เคียงกับความเป็นจริง แต่ก็ไม่ได้เกิดขึ้นจริงๆ กับผู้เรียน ความคิดในการแก้ปัญหาจึงมักเป็นไปตามเหตุผลที่ถูกที่ควร ซึ่งอาจไม่ตรงกับการปฏิบัติจริงได้

ตาราง ขั้นตอนสำคัญ กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เคมีด้วยวิธีการนี้ตัวอย่าง เรื่อง ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม

ขั้นตอนสำคัญ	กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
1. ผู้สอน/ผู้เรียนนำเสนอกรณีตัวอย่าง	ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษากรณีตัวอย่าง เรื่อง มะละกอจีเอ็มโอ GMOs ซึ่งมีเนื้อหาที่ <u>ครูได้เรียบเรียง</u> จากบทความและข่าวออนไลน์จำนวน 3 เรื่อง คือ ○ คนไทยทำสำเร็จตัดแต่งมะละกอ GMOs ○ มะละกอ GMOs บทดเรียนจากฮาวายสู่เกษตรกรไทย ○ นักวิจัยจุฬาฯ จวกรัฐหละหลวม ปลอ่ยพืช GMOs กระจายสู่แหล่งผลิตอาหาร
2. ผู้เรียนศึกษากรณีตัวอย่าง	นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษากรณีตัวอย่างที่ครูนำเสนอ
3. ผู้เรียนอภิปรายประเด็นคำถามเพื่อหาคำตอบ	นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย และตอบคำถามในใบกิจกรรมครอบคลุมประเด็นต่างๆตามที่กำหนด ดังนี้ ○ ประโยชน์ของการสร้างมะละกอ GMOs ○ ผลกระทบต่อสังคม ○ ระบบการจัดการเพื่อให้เกิดความปลอดภัย
4. ผู้สอน และผู้เรียนอภิปรายคำตอบ	นักเรียนนำเสนอผลการอภิปรายของกลุ่ม ครูคอยให้คำชี้แนะ ยกประเด็นที่มีประโยชน์และอาจถามคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมประเด็นเนื้อหา จากนั้นเปิดอภิปรายทั่วไปให้นักเรียนทุกกลุ่มได้แสดงความคิดเห็น
5. ผู้สอน และผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา วิธีแก้ปัญหาของผู้เรียน และสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับ	ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และสรุปความรู้ โดยให้นักเรียนตระหนักถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ผลกระทบต่อสังคมในอนาคต และเน้นด้านจริยธรรม

สรุป

การสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยศึกษากรณีที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริงแล้วนำมาจำลองเขียนขึ้นใหม่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนการเผชิญและแก้ปัญหา โดยไม่ต้องรอให้เกิดปัญหาจริงเหมาะสำหรับเนื้อหาที่ไม่ได้มุ่งคำตอบใดคำตอบหนึ่ง แต่ต้องการให้ผู้เรียนเห็นคำตอบ และเหตุผลที่หลากหลายช่วยให้การตัดสินใจมีความรอบคอบขึ้น

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี

เรื่องที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยวิธีสอนแบบอุปนัย

วิธีสอนโดยใช้การอุปนัยคือกระบวนการสอนที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ที่มีหลักการ หรือแนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียนแฝงอยู่มาให้ผู้เรียนศึกษาวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ หรือแนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆต่อไป

วัตถุประสงค์

วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ หรือแนวคิดต่างๆอย่างเข้าใจ

องค์ประกอบสำคัญ (ที่ขาดไม่ได้) ของวิธีสอน

1. มีตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ที่มีลักษณะย่อยๆ ของสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
2. มีการวิเคราะห์ตัวอย่างต่างๆเพื่อหาหลักการที่ร่วมกัน
3. มีการสรุปหลักการ และข้อสรุปที่มีลักษณะเป็นหลักการ หรือแนวคิดซึ่งสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไปได้

ข้อดีและข้อจำกัด

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจึงทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้ดี
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้
3. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ และกระบวนการ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆได้

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก
2. เป็นวิธีสอนที่อาศัยตัวอย่างที่ดี หากผู้สอนขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญของหลักการหรือแนวคิดที่สอน การสอนจะไม่ประสบผลสำเร็จ

3. เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอาจไม่เกิดผลสมบูรณ์ตามต้องการ

ตาราง ขั้นตอนสำคัญ กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เคมีด้วยวิธีสอนแบบอุปนัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางชีวภาพ

ขั้นตอนสำคัญ	กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
1. ผู้สอน และ/หรือ ผู้เรียน ยกตัวอย่าง ข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ความคิด ที่มีลักษณะสำคัญของ สิ่งที่จะเรียนรู้	ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศน์และ ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ชนิดต่างๆ ที่หลากหลาย โดยครูอาจอธิบายลักษณะการอยู่ร่วมกันประกอบ เพิ่มเติมกรณีที่มีสื่อที่แสดงความสัมพันธ์ให้เห็นได้ไม่ชัดเจน เช่น ○ มดกับเพลี้ย ○ ฉลามกับเหาฉลาม ○ นกเอี้ยงกับควาย ○ งูกับกบ ○ โพรโตซัวในลำไส้ปลวก ○ แบคทีเรียไรโซเบียมกับต้นถั่ว ○ กล้วยไม้กับต้นไม้ใหญ่
2. ผู้เรียนศึกษา และ วิเคราะห์หาหลักการที่ แฝงอยู่ในตัวอย่างนั้น	นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาการได้รับ ประโยชน์ หรือเสียประโยชน์ขณะอยู่ร่วมกัน และเมื่อแยกจากกัน และ บันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรม
3. ผู้เรียนสรุปหลักการ หรือแนวคิดที่ได้จาก ตัวอย่างนั้น	ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มอภิปรายความรู้ที่ได้รับร่วมกันและสร้างแผนผัง จำแนกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ศึกษาออกเป็นแต่ละกลุ่ม ตามความเข้าใจ จากนั้นนักเรียนนำเสนอผลงาน และครูนำอภิปรายเพื่อ สรุป และให้คำศัพท์ชื่อรูปแบบความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

สรุป

การสอนโดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัยคือกระบวนการสอนที่ให้ผู้เรียนสรุปหลักการหรือแนวคิด จากตัวอย่างด้วยตนเอง มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือ ประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเองเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการสอนเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ ตามวัตถุที่แฝงอยู่จากตัวอย่างที่หลากหลายที่ผู้สอนจัดให้ได้

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี

เรื่องที่ 3.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process)

คำว่า Inquiry process มีความหมายตามคำศัพท์ดังนี้ “inquiry แปลว่า สืบสวน ไต่สวน การถาม” ส่วน “process แปลว่า กระบวนการ” ดังนั้น Inquiry process จึงแปลว่า “กระบวนการสืบสวน หรือ กระบวนการไต่สวน” แต่ในด้านการศึกษาคำว่า “กระบวนการสืบเสาะหาความรู้” จัดเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากปัญหาให้ได้ด้วยตนเองโดยมีกระบวนการค้นคว้าหาคำตอบอย่างเป็นระบบ จึงเป็นแนวคิดในการจัดการศึกษาที่ต่างจากเดิมคือเน้นกระบวนการเรียนรู้ให้เกิดกับผู้เรียนไม่ได้ให้ความสำคัญกับเนื้อหาเพียงอย่างเดียวเหมือนเช่นอดีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื่อว่าเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะเหมาะสมสำหรับสังคมในอนาคตที่ต้องเป็นผู้ที่คิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา ทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็น มีทักษะในการสื่อสาร รักการเรียนรู้ เป็นต้น

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนย่อย (5E) ดังนี้

- 1) ขั้นการสร้างความสนใจ (engagement)
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)
- 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)
- 4) ขั้นขยายความรู้ (elaboration)
- 5) ขั้นประเมิน (evaluation)

แต่ละขั้นตอนประกอบด้วยสาระสำคัญดังต่อไปนี้

1) ขั้นการสร้างความสนใจ (engagement)

เป็นขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนต่อเรื่องที่ กำลังจะเรียนรู้ เพราะการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ผู้เรียนต้องมีความสนใจในสิ่งนั้นก่อน การสร้างความสนใจในอาจเกิดขึ้นจากตัวผู้เรียนเอง หรือโดยกระบวนการที่ครูก่อตั้งขึ้น เช่น การอภิปราย การเล่าเรื่องหรือเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนรู้แล้ว หรือเรื่องที่ กำลังจะเรียนรู้ นอกจากนั้นครูอาจใช้สื่อวิทัศน์ หรือรูปภาพประกอบคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนก็ได้ ในที่สุดครูต้องใช้คำถามเพื่อให้เกิดความชัดเจนว่าผู้เรียนมีความเข้าใจว่าประเด็นที่จะเรียนรู้ในวันนี้คืออะไร

2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (exploration)

เมื่อผู้เรียนเข้าใจประเด็นที่จะเรียนรู้แล้ว สิ่งที่ต้องคิดต่อมา คือ ทำอย่างไรจึงจะได้คำตอบในประเด็นปัญหาที่สนใจจะศึกษา กระบวนการนี้หมายถึงการวางแผนนั่นเอง ผู้เรียนต้องคิดว่า จะตั้งสมมติฐานว่าอะไร ตัวแปรต้น ตัวแปรตามคืออะไร ต้องการข้อมูลสารสนเทศอะไร แนวทางการสำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศมีอะไรบ้าง เช่น ใช้การทดลอง การปฏิบัติกิจกรรมภาคสนาม การสัมภาษณ์ผู้รู้ การค้นคว้าโดยใช้คอมพิวเตอร์ การสร้างสถานการณ์จำลอง จากวิธีการทั้งหลายวิธีใดช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศครบถ้วน ถูกต้อง สะดวก ประหยัด ไม่อันตรายที่สุด เมื่อเลือกวิธีการรวบรวมข้อมูลได้แล้วก็ดำเนินการตามวิธีที่เลือกก็จะได้ข้อมูลเพื่อใช้ในการดำเนินการขั้นต่อไป

3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

ข้อมูลทั้งหลายที่รวบรวมได้จากกระบวนการที่ใช้ในขั้นสำรวจและค้นหาต้องนำมาจัดกระทำ หมายถึงรูปแบบการบันทึกข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม กระบวนการนำข้อมูลมาจัดกระทำแล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามคือ กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลนั่นเอง ข้อสรุปที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามอาจเป็นไปได้กรณีใดกรณีหนึ่งต่อไปนี้ คือ สอดคล้องหรือสนับสนุนสมมติฐานที่วางไว้ หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่วางไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดก็ได้ ทุกกรณีถือว่าเป็นข้อค้นพบจากกระบวนการสำรวจและค้นหา สิ่งที่น่าสนใจคือ ผู้เรียนควรเรียนรู้ที่จะอธิบายเหตุผลของข้อค้นพบให้ได้ว่าเป็นเพราะเหตุใด เมื่อค้นพบคำอธิบายข้อสรุปหรือข้อค้นพบแล้วผู้เรียนก็นำเสนอข้อค้นพบนั้น การนำเสนออาจใช้รูปแบบการบรรยายสรุป การวาดตาราง การวาดรูป การใช้แบบจำลอง หรือสมการคณิตศาสตร์

ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการสังเกตข้อมูลสารสนเทศเพื่อหาความสัมพันธ์ ต้องคิดและนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้ประกอบการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การอธิบาย การวางแผนการนำเสนอ การนำเสนอ การสื่อสาร การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

4) ขั้นการขยายความรู้ (elaboration)

เป็นขั้นการนำความรู้หรือข้อค้นพบที่ได้ไปใช้อธิบายเรื่องราวหรือปรากฏการณ์อื่น ซึ่งอาจต้องใช้ความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับข้อค้นพบใหม่ ถ้าข้อค้นพบดังกล่าวสามารถใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ได้กว้างขวาง แสดงว่าข้อค้นพบนั้นมีข้อจำกัดน้อย จึงใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง

5) ขั้นการประเมิน (evaluation)

เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายของการเรียนรู้ได้แก่ ความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และเจตคติ โดยใช้วิธีการที่หลากหลายและดำเนินการไปพร้อมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูทั้งนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองด้วย

บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ 5E

ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5E	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
(1) ขั้น การ สร้าง ความสนใจ	(1) กระตุ้นความสนใจด้วย การ นำเสนอสถานการณ์ ภาพ เล่าเรื่อง ที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาที่เรียนไปแล้วและมี ความเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่จะ เรียนรู้ใหม่ (2) ใช้คำถามเชื่อมโยง ประสพการณ์หรือความรู้เดิม กับสภาพปัญหา	(1) ศึกษาสถานการณ์ ภาพ เรื่องที่ ครูนำเสนอ (2) ตั้งประเด็นปัญหาที่จะศึกษาหรือ ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นการ เรียนรู้

ขั้นตอนของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ 5E	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	(3) ใช้คำถามเพื่อให้ นร.ระบุ ประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถาม ที่เป็นประเด็นที่จะเรียนรู้ใหม่	
(2) ขั้นการสำรวจ และค้นหา	(1) เป็นผู้จัดเตรียมอุปกรณ์ให้กับ นักเรียน (2) ใช้คำถามตรวจสอบความ เข้าใจ ความถูกต้อง ความ ปลอดภัยของกระบวนการที่ ปฏิบัติเพื่อให้ได้ข้อมูลสาระ สนเทศ (3) แก่ไขมโนทัศน์ หลักการ หรือ ข้อเท็จจริงที่ไม่ถูกต้องของ นักเรียน	(1) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับ วิธีดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูล สารสนเทศ (2) ระบุตัวแปรเป้าหมายของการ แก้ปัญหา (ระบุตัวแปรต้น ตัว แปร ตัวแปรควบคุม) ตาม เป้าหมายของการแก้ปัญหา (3) ศึกษาและทำความเข้าใจวิธีใช้ อุปกรณ์เครื่องมือที่ต้องใช้ในการ ดำเนินกิจกรรมขั้นสำรวจและ ค้นหา (4) ดำเนินกิจกรรมด้วยความตั้งใจ
(3) ขั้นการอธิบาย และลงข้อสรุป	(1) ให้โอกาสผู้เรียนในการนำเสนอ ผลการรวบรวมข้อมูลสาระ สนเทศจากการปฏิบัติกิจกรรม (2) ให้คำแนะนำ ชี้แนะการ ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนของข้อมูลสารสนเทศ ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม (3) กระตุ้น ชี้แนะเพื่อให้ผู้เรียน สามารถสรุปความสัมพันธ์ของ ตัวแปรต้น ตัวแปรตามเพื่อให้ ได้ข้อสรุปตามจุดประสงค์การ เรียนรู้ (4) ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นผลการ ดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน	(1) นำเสนอผลการรวบรวมข้อมูล สารสนเทศที่ได้จากการปฏิบัติ กิจกรรม (2) นำเสนอผลการอภิปราย ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ เกี่ยวข้องในกิจกรรมการเรียนรู้ (3) นำเสนอการนำข้อสรุปไปใช้ อธิบายปรากฏการณ์ หรือ แก้ปัญหา
(4) ขั้นการขยาย ความรู้	(1) นำเสนอปัญหา หรือ สถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ นำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติ กิจกรรมไปใช้อธิบาย แก้ปัญหา (2) ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียน ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้	(1) นำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ใน การแก้ปัญหาโจทย์ หรืออธิบาย สถานการณ์ที่กำหนด (2) สรุปความรู้จากการเชื่อมโยง คำตอบของปัญหาในแต่ละ สถานการณ์

ขั้นตอนของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ 5E	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	ในการแก้ปัญหา หรืออธิบาย การเกิดสถานการณ์ที่กำหนด ได้	
(5) ขั้นการ ประเมินผล	(1) ใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เกี่ยวกับ ความ สม เ ห ตุ สมผลของคำตอบ (2) ใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย เกี่ยวกับความถูกต้องของ คำตอบและหน่วยของตัวแปร (3) ใช้ เครื่องมือ ต่าง ๆ เพื่ ตรวจสอบความเข้าใจของ ผู้เรียน	(1) ตรวจสอบความถูกต้องของ คำตอบ (2) หาข้อบกพร่องของความไม่ ถูกต้องของคำตอบ (3) สรุปบทเรียนที่ได้รับจากการ ประยุกต์ใช้ ความรู้ ในการ แก้ ป ญ ห า หรือ อธิ บาย สถานการณ์

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่อาจแตกต่างกันบ้างตามบริบทที่เกี่ยวข้องที่แตกต่างกัน เช่น

ข้อดีของ

1. ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ
3. ผู้เรียนเรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น
4. ผู้เรียนสามารถนำกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้กับสถานการณ์อื่น
5. ความรู้ที่ได้เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ย่อมเข้าใจง่าย ผู้เรียนจำได้นาน
6. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาเจตคติได้ดีกว่าการเป็นผู้รับฟังอย่างเดียวจากการสอนแบบบรรยาย

ข้อจำกัด

1. ครูต้องใช้เวลาในการคิดและเตรียมการสอนมากพอสมควร
2. เหมาะสำหรับนักเรียนที่มีคุณลักษณะในการรักการเรียนรู้ด้วยตนเองและมีแนวโน้มในการชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น ช่างคิด ช่างสังเกต
3. ใช้เวลาในการนำไปสู่ข้อสรุปมากกว่าการสอนแบบบรรยาย
4. ครูต้องมีความรอบรู้ คล่องตัว มีทักษะในการวิเคราะห์สถานการณ์และการใช้คำถาม

สาระการเรียนรู้ : วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์

สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุกลุ่ม A กับตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุได้
2. ทำนายตำแหน่งของธาตุกลุ่ม A ในตารางธาตุจากการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุได้

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนกับตำแหน่งของธาตุกลุ่ม A ในตารางธาตุ

- 1) จำนวนระดับพลังงานของอะตอมของธาตุจะบอก “คาบ” ของธาตุ
- 2) จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนจะบอก “หมู่” ของธาตุ
- 3) ธาตุ He มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 แต่จะอยู่หมู่ที่ 8 คาบที่ 1 ของตารางธาตุ
- 4) ธาตุ H ซึ่งมีเลขอะตอมเท่ากับ 1 จะเขียนไว้ระหว่างธาตุหมู่ที่ 1 กับหมู่ที่ 7 บริเวณคาบที่ 1 ของตารางธาตุ

2. ทักษะ /กระบวนการ /กระบวนการคิด

- 2.1 ทักษะการสังเกต
- 2.2 ทักษะการแก้ปัญหา
- 2.3 ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 3.1 ความรับผิดชอบ
- 3.2 ความมีส่วนร่วม

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1.1 ครูให้นักเรียน 5 คนเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักของธาตุ ${}^3\text{Li}$, ${}^{12}\text{Mg}$, ${}^{16}\text{S}$, ${}^{32}\text{Ge}$, ${}^{53}\text{I}$, และ ${}^{86}\text{Rn}$ ที่กระดานหน้าห้องเพื่อทบทวนเกี่ยวกับจำนวนระดับพลังงานและจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน

1.2 ครูนำเสนอรูปตารางธาตุแล้วให้นักเรียนสังเกตและพยายามจำรายละเอียดให้ได้มากที่สุดเท่าที่สามารถจำได้ในเวลา 2 นาที

1.3 ครูนำเสนอตารางธาตุเปล่า (ไม่มีสัญลักษณ์ของธาตุ) และให้นักเรียนช่วยกันระบุ ตำแหน่งของธาตุทั้ง 6 ธาตุ ลงในตารางธาตุ เมื่อพบว่า นักเรียนจำได้ไม่ครบ จึงให้นักเรียนดูตารางธาตุอีกครั้งเป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงให้นักเรียน ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบครั้งที่ 1 และระบุตำแหน่งของธาตุให้ถูกต้องทั้ง 5 ธาตุ

1.4 ครูชี้ให้เห็นว่าจากธาตุเพียง 6 ธาตุยังต้องใช้เวลาในการจำระยะหนึ่ง ถ้าต้องจำตำแหน่งของธาตุทั้งตารางธาตุจึงเป็นเรื่องที่ลำบากมาก

1.5 ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าด้วยตนเองว่า “การจัดธาตุลงในตารางธาตุควรมีหลักการ เพียงแต่ว่าหลักการนั้นคืออะไร” หรือครูชี้แนะว่า “ถ้าเราเข้าใจหลักการจัดธาตุลงในตารางธาตุเราก็ไม่จำเป็นต้องจำตำแหน่งของธาตุเป็นรายชื่อซึ่งยาวมาก”

1.6 ครูกระตุ้นให้นักเรียนตั้งประเด็นการเรียนรู้โดยใช้คำถามว่า “ถ้าเราจะสามารถระบุตำแหน่งของธาตุได้ เราควรมีความรู้เรื่องอะไร” เพื่อนำไปสู่ประเด็นการเรียนรู้เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนกับตำแหน่งของธาตุกลุ่ม A”

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (10 นาที)

2.1. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆละ 3 คน และให้กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 เขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ 3 ธาตุแรกของหมู่ 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A และ 8A ตามลำดับ พร้อมระบุจำนวนระดับพลังงานกับจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของแต่ละธาตุ

2.2 ให้นักเรียนสังเกตจำนวนระดับพลังงานและจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของแต่ละธาตุเทียบกับตำแหน่งจริงของธาตุที่ปรากฏในตารางธาตุ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (10 นาที)

3.1. ครูให้อาสาสมัครนักเรียน 3 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการการจัดเรียงธาตุลงในตารางธาตุพร้อมทั้งบอกหลักการที่ใช้ และบอกความสัมพันธ์ระหว่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนกับตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ

3.2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปประเด็นจากการนำเสนอของนักเรียนเป็นความรู้เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนกับตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ” ให้ครบถ้วนความสาระการเรียนรู้

3.3 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับตำแหน่งของธาตุ He มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 แต่จะอยู่หมู่ที่ 8 คาบที่ 1 ของตารางธาตุ และ ธาตุ H ซึ่งมีเลขอะตอมเท่ากับ 1 จะเขียนไว้ระหว่างธาตุหมู่ที่ 1 กับหมู่ที่ 7 บริเวณคาบที่ 1 ของตารางธาตุ

4. ขั้นการขยายความรู้ (10 นาที)

4.1. ครูให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนลงในระดับพลังงานหลักพร้อมทั้งระบุตำแหน่งในตารางธาตุของธาตุ $_{37}\text{Rb}$, $_{56}\text{Ba}$, $_{49}\text{In}$, $_{50}\text{Sn}$, $_{51}\text{Sb}$, $_{52}\text{Te}$, $_{53}\text{I}$ และ $_{54}\text{Xe}$

5. ขั้นประเมิน (evaluation) (10 นาที)

5.1 ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเพื่อประเมินนักเรียนเกี่ยวกับทักษะการสังเกต ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม พร้อมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรับผิดชอบและการมีส่วนร่วม

5.2 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนลงในระดับพลังงานหลักพร้อมทั้งระบุตำแหน่งในตารางธาตุของธาตุสมมติ 6 ธาตุ ดังนี้ $_{33}\text{A}$, $_{55}\text{B}$, $_{35}\text{C}$, $_{56}\text{D}$, $_{54}\text{E}$ และ $_{49}\text{F}$

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระตอนที่ 3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 3

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้

เรื่องที่ 4.1 การใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี

เรื่องที่ 4.1 สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี

แนวคิด

1. สื่อและแหล่งเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งสื่อแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ในรายวิชาเคมีจะนิยมใช้สื่อ 5 ประเภท ได้แก่ 1.อุปกรณ์การทดลอง 2.สิ่งของใกล้ตัว 3.ภูมิปัญญา 4.สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ 5.แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ผู้สอนควรทำความเข้าใจสื่อแต่ละประเภท เพื่อจะได้เลือกใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม
2. การเลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้จะต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่จะสอน มีเนื้อหาถูกต้องทันสมัยน่าสนใจเป็นลำดับขั้นตอน สะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากมากเกินไป เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ และประสบการณ์ของผู้เรียน มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี และถ้าเป็นสื่อที่ผลิตเองควรพิจารณาความคุ้มค่ากับเวลา และการลงทุน
3. หลักการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ต้องมีการเตรียมความพร้อมของผู้สอนในการใช้สื่อ โดยต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่มีในสื่อ ขั้นตอน และวิธีการใช้จัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนโดยใช้สื่อ การจัดการเรียนรู้นั้น ตรงตามขั้นตอน และวิธีการที่ได้เตรียมไว้แล้ว ผู้สอนต้องควบคุมการนำเสนอสื่อ เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น และหลังจากการใช้สื่อการสอนแล้ว ควรมีการติดตามผลเพื่อเป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนจากสื่อที่นำเสนอไป เพื่อจะได้ทราบจุดบกพร่อง สามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงสำหรับการสอนในครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 4 สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ แล้วผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี
2. บอกประสิทธิภาพ และข้อจำกัดของสื่อการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภท
3. สำรวจ ค้นหาสื่อและแหล่งเรียนรู้วิชาเคมีได้
4. อธิบายหลักการเลือกและใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อใช้จัดการเรียนรู้วิชาเคมีอย่างมีประสิทธิภาพได้
5. เลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีให้กับผู้เรียนอย่างเหมาะสมได้

สื่อ (media) และแหล่งเรียนรู้ (learning resources) เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในวิชาเคมี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ฝึกทักษะการสังเกต ฝึกการใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ตีความและสรุปเป็นองค์ความรู้ ตลอดจนสามารถช่วยให้ผู้เรียนศึกษาปรากฏการณ์ทางเคมีที่เป็นนามธรรมซึ่งสังเกตและเข้าใจได้อย่างง่ายดายขึ้น (อลิศรา ชูชาติ, 2549: 187; Squire and others, 2004) ทั้งนี้การใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ของครูผู้สอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ จะประสบผลสำเร็จได้นั้น จึงขึ้นอยู่กับหลักการเลือกและวิธีการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ ซึ่งทำให้ครูจำเป็นต้องมีทักษะและเทคนิคในการนำสื่อและแหล่งเรียนรู้มาปรับประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (Zollman and Fuller, 1994)

จากธรรมชาติของวิชาเคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับสารรอบตัวและการเปลี่ยนแปลงของสาร ทำให้มีสื่อหลากหลายประเภทที่สามารถนำมาปรับประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่นิยมนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สรุปได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

1. อุปกรณ์การทดลอง คือ เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือ สิ่งประดิษฐ์ที่ออกแบบมาใช้งานเฉพาะทาง โดยใช้ประโยชน์ในการพิสูจน์หลักการทางกายภาพ ความสัมพันธ์ต่างๆ หรือเทคโนโลยี ด้วยวิธีการวัด การเก็บข้อมูล การบันทึก การวัดข้อมูลซ้ำ การตรวจสอบยืนยันข้อมูล โดยปกติแล้วผลการวิเคราะห์จะออกมาในรูปของตัวเลข ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ของตัวอย่างที่ไม่ทราบค่า (unknown) ใช้ตรวจสอบปริมาณต่างๆ เช่น คุณสมบัติวัสดุ แรง ฯลฯ

ตัวอย่างอุปกรณ์การทดลองทางเคมี



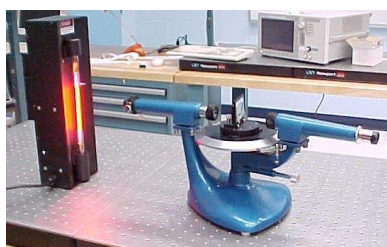
centrifuge



pH meter



Volt-Ohm-microammeter



spectroscopoe



Fuel cell

หลักการในการเลือกใช้อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลองเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นความจริงของปรากฏการณ์ที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ ผู้เรียนสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ช่วยในการเรียนรู้และการปฏิบัติทักษะต่างๆทางวิทยาศาสตร์

ฝึกความมีเหตุผล มีระบบ ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ ควรมีหลักในการเลือกใช้ดังนี้

1. เลือกอุปกรณ์การทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เช่น สามารถวัดค่า หาความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆในทางเคมี แสดงให้เห็นปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ คุ้มค่า ให้อยากรู้และค้นหาคำตอบ
2. จำนวนของอุปกรณ์การทดลอง เพียงพอกับจำนวนผู้เรียน และทุกชิ้นที่เลือกพร้อมใช้งาน และมีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. อุปกรณ์การทดลองนั้นๆไม่ใช้เวลานานมากเกินไป ไม่ควรเกิน 60-90 นาที และไม่อันตราย

ตัวอย่างการนำสื่อประเภทนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างสื่อ	หัวข้อเรื่องที่ใช้จัดการเรียนรู้	วิธีการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้
การทดลองเรื่อง สเปกตรัมจากการเผา สาร 1. spectroscope 2. สารประกอบของ โลหะโซเดียม แคลเซียม ทองแดง	เส้นสเปกตรัมของธาตุบาง ชนิด	1. จัดกลุ่มนักเรียนโดยความสามารถ 2. แจกใบบันทึกผลการทดลอง 3. ชี้แจงให้ผู้เรียนทราบ ข้อควรปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง ดังนี้ 3.1 เผาสารประกอบที่กำหนดในถ้วยกระเบื้อง โดยใช้สารที่ละชนิดจำนวน 2 ช้อนเบอร์ 1 หยดเมทานอลจำนวน 5 หยดแล้วจุดไฟ 3.2 สังเกตสีของเปลวไฟด้วยตาเปล่า 3.3 สังเกตสีและลักษณะของแสงสีผ่านสเปกโตรสโคป 3.4 บันทึกผลการสังเกต 4. ขั้นตอนในการชี้แจงในข้อที่ 3 อาจทำเป็นในรูปแบบของวิดีโอ ที่ผู้สอนเป็นผู้สาธิต 5. ย้ำเตือนเรื่องความปลอดภัยในการใช้เมทานอล 6. เก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยแล้ว

2. **สิ่งของใกล้ตัว** คือ สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นทั้งสิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิตที่มนุษย์สร้างขึ้น และสิ่งแวดล้อม สามารถหยิบยกมาใช้ในการเรียนการสอนได้

หลักการในการเลือกใช้

1. หาได้ง่าย มีจำนวนที่เพียงพอ ราคาไม่แพง ขนาดไม่ใหญ่และไม่เล็กเกินไปที่จะนำมาใช้เป็นสื่อ แต่อาจใช้ภาพถ่ายของสิ่งใกล้ตัวนั้นแทนได้ถ้าไม่สะดวกในการนำมาใช้
2. พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ไม่เป็นตัวอย่างที่เฉพาะเจาะจงกับความชอบ เพศเกินไป
3. ตรงกับพื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน หรือถ้าเป็นการสร้างประสบการณ์ใหม่ที่เป็นประสบการณ์ตรงที่เข้าถึงได้

3. ภูมิปัญญา เป็นองค์ความรู้ที่เกิดจากการสั่งสมประสบการณ์ในการปรับตัว ทำความเข้าใจ และดำรงชีวิตเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติของถิ่นฐานที่มนุษย์อาศัยอยู่ (วิกิพีเดีย, 2556: online) ดังนั้นการเลือกภูมิปัญญามาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ผู้สอนควรมีหลักในการเลือกภูมิปัญญาที่สำคัญ คือ (1) ภูมิปัญญาที่นำมาเป็นสื่อการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับหลักการทางเคมี (2) ภูมิปัญญานั้นแสดงกระบวนการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักความเข้าใจทางเคมี (3) ภูมิปัญญาดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้การประยุกต์ใช้กฎ หรือหลักการทางเคมี

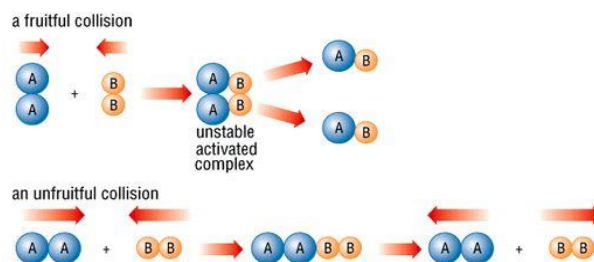
ตัวอย่างภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับหลักทางเคมี

หลักการใช้สื่อประเภทภูมิปัญญาในการจัดการเรียนรู้เคมี ผู้เข้าอบรมสามารถระบุสื่อ มโนทัศน์ และหลักการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เคมี สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตัวอย่างสื่อ	มโนทัศน์เคมี	หลักการใช้สื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ภาพหลักการ ออกแบบเครื่องปิด เครื่องมุงของบ้าน ไทยโบราณ	หลักแบร์นูลลี	- นักเรียนอธิบายโดยวาดภาพแสดงสาเหตุที่ทำให้ หลังกาปลิวเมื่อเกิดลมพายุโดยอาศัยหลักแบร์นูลลี - นักเรียนสืบค้นภูมิปัญญาไทยในการแก้ปัญหา เพื่อป้องกันหลังกาปลิวหรือร่วงหล่นจากลมพายุ - นักเรียนวิเคราะห์หลักภูมิปัญญาการป้องกัน เครื่องมุงของบ้านไทยโบราณปลิวร่วงหล่นด้วยการใช้ “ปิ่นลม”

4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือสื่อ ICT เป็นสื่อที่มีลักษณะเป็นคอมพิวเตอร์บทเรียนสำเร็จรูป เว็บไซต์ สถานการณ์จำลองในลักษณะแอนิเมชัน และสื่อมัลติมีเดีย เช่น ภาพ เสียง วิดีทัศน์ เป็นต้น (อลิศรา ชูชาติ,) สื่ออิเล็กทรอนิกส์นับเป็นสื่อที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับวิชาเคมี เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนได้ง่ายยิ่งขึ้น (Squire and others, 2004: 513) ดังนั้นผู้สอนควรมีหลักการในการเลือกใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญดังนี้ (1) ควรคำนึงถึงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับ วัตถุประสงค์ของสื่อแต่ละประเภท กล่าวคือ หากต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการ สื่อที่นำมา แสดงควรเป็นสื่อที่แสดงกระบวนการ หรือถ้าต้องการฝึกทักษะการคาดคะเนจากความสัมพันธ์ของตัวแปรให้แก่ผู้เรียน สื่อที่เลือกมาแสดงควรเป็นสื่อที่สามารถแทนค่าและแสดงผลจากการแทนค่าตัวแปร ได้ชัดเจน (2) ภาพหรือข้อความที่ปรากฏในสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีความชัดเจนและสอดคล้องกับมโนทัศน์เคมีที่สอน (3) ลักษณะสื่อที่นำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นสื่อที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ไม่ เป็นสื่อที่เฉลยหรือบอกความรู้ เพราะจะไม่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด (4) ระยะเวลาของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาใช้ควรมีความเหมาะสมกับขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ กล่าวคือ ไม่ควรมีความยาวเกินไป

ตัวอย่างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี

(ที่มา: <http://www.talktalk.co.uk>)

หลักการใช้สื่อประเภทอิเล็กทรอนิกส์ในการจัดการเรียนรู้เคมี ผู้เข้าอบรมสามารถสืบค้นสื่อ ระบุโน้ตค้น และหลักการใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เคมี สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตัวอย่างสื่อ	มโนทัศน์เคมี	หลักการใช้สื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
สถานการณ์จำลอง แสดงการเกิดพันธะ ไอออนิกและพันธะ โควาเลนต์	พันธะเคมีเกิดจากการให้-รับ หรือการใช้ เวเลนซ์ อิเล็กตรอนของ อะตอมของธาตุ 2 อะตอม	- ทบทวนหลักการพื้นฐานที่ช่วยให้เข้าใจหลักการ ที่แสดงในสื่อ เช่น -อนุภาคมูลฐานของอะตอมที่เปลี่ยนแปลงได้คือ อิเล็กตรอนโดยเฉพาะเวเลนซ์อิเล็กตรอน -การเปลี่ยนแปลงเวเลนซ์อิเล็กตรอนอาจเป็นการ ให้-รับหรือการใช้ร่วมกัน -การให้-รับเวเลนซ์อิเล็กตรอนจะเกิดกับธาตุที่มี ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่างกันมากพอ - ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองจากสื่อ โดยทำความเข้าใจประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าสิ่งที่ต้องการ สังเกตจากการชมสื่อคืออะไร - ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

5.แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น คือ แหล่งข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ และประสบการณ์ที่สนับสนุนให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้ แสวงหาความรู้ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามอัธยาศัยอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

หลักการในการเลือกแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

1. มีองค์ความรู้ครบถ้วนสมบูรณ์ ถูกต้อง โดยภายในแหล่งเรียนรู้มีองค์ความรู้ครบถ้วน สมบูรณ์ หรือมากที่สุดตามเนื้อหาสาระนั้นๆ โดยมีความถูกต้องของเนื้อหาสาระ การนำเสนอที่น่าสนใจ
2. แหล่งเรียนรู้สวยงาม น่าสนใจ มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมระหว่างเรียนรู้ สร้างความ ท้าทายให้กับผู้เรียนได้แสดงความสามารถออกมา

3. มีความสะดวกคล่องตัว แหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการเรียนรู้ต้องสะดวกในการพาผู้เรียนไปศึกษา ไม่ใช่ใช้เวลาเดินทางนานเกินไป และวิธีการเดินทางลำบากหรืออันตรายเกินไป

4. เวลา แหล่งความรู้ที่เลือกใช้สามารถจัดได้ตรงกับเวลา เอื้อประโยชน์ ต่อการสอน โดยไม่กระทบต่อเวลาเรียนที่ระบุไว้ตามหลักสูตร

5. การสนับสนุนและความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับแหล่งการเรียนรู้ และการแก้ปัญหา ร่วมกัน

6. งบประมาณ การไปศึกษายังแหล่งการเรียนรู้ที่เลือกไว้นั้น สถานศึกษาต้องมีค่าใช้จ่าย เพียงพอ

ตัวอย่างการนำสื่อประเภทนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนในการพาผู้เรียนไปศึกษาแหล่งเรียนรู้นอกสถานที่

1. ขั้นกำหนดความมุ่งหมาย ความมุ่งหมายของการไปศึกษาแหล่งเรียนรู้จะต้องก่อให้เกิดคุณค่าทางวิชาการ ได้ผลคุ้มค่าและไม่มีกิจกรรมอื่นทดแทนได้ ผู้สอนต้องคำนึงว่ามีความจำเป็นที่จะต้องพาไปศึกษานอกชั้นเรียนหรือไม่ ต้องไปศึกษาอะไร สภาพแวดล้อมเหมาะสมหรือไม่

2. ขั้นเตรียมการ ผู้สอนวางแผนร่วมกับผู้เรียนไปสำรวจแหล่งที่จะไปเสียก่อน ผู้สอน ปฐมนิเทศแนวทางกับผู้เรียนว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง อธิบายถึงลักษณะของสถานที่ กฎระเบียบ ข้อห้าม ไปโดยวิธีการใด ประโยชน์ของการศึกษานอกสถานที่ เป็นการทบทวนหรือเริ่มต้นหน่วยการเรียนรู้ และกิจกรรมประเภทนี้ดีกว่ากิจกรรมประเภทอื่นๆ ในชั้นเรียนอย่างไร ถ้าเดินทางไประยะทางไกลต้องขออนุญาตผู้ปกครองก่อนและปฏิบัติตามระเบียบว่าด้วยการพานักเรียนนักศึกษาไปนอกสถานที่

3. ขั้นเดินทางและศึกษาแหล่งเรียนรู้ ออกเดินทางตามกำหนดนัดหมาย ผู้สอนพานักเรียนไปทำความรู้จักกับเจ้าของสถานที่ หากมีวิทยากร อาจมีการแบ่งกลุ่มตามวิทยากร สถานที่บางแห่งอาจมีเอกสารประกอบด้วย ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนสังเกต ซักถาม ถ่ายภาพ หรือทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ได้ความรู้มากที่สุด

4. ขั้นประเมินผล เมื่อผู้เรียนกลับมาแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อเป็นการประเมิน เช่น การทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ การจัดนิทรรศการ การอภิปราย การเขียนรายงาน เป็นต้น

ตัวอย่างการนำสื่อประเภทนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างสื่อ	หัวข้อเรื่องที่ใช้จัดการเรียนรู้	วิธีการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้
1. โรงกลั่นน้ำมันดิบ	กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่น	1. ชี้แจงทำความเข้าใจถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้รับจากการเข้าชมโรงงานกลั่นน้ำมันเข้าชม 2. มอบหมายใบงานเพื่อบันทึกข้อมูลที่ใช้ประกอบการตอบคำถามในใบงาน 3. ปฐมนิเทศระเบียบการเข้าชมโรงงานโดยเจ้าหน้าที่ของโรงงาน 4. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มมีจำนวนนักเรียนตามที่เจ้าหน้าที่ของโรงกลั่นกำหนด

ตัวอย่างสื่อ	หัวข้อเรื่องที่ใช้จัดการเรียนรู้	วิธีการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้
		5. รับฟังการบรรยายสรุปหลักการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการกลั่น และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่น 6. เดินชมพร้อมฟังการบรรยายของวิทยากรตามจุดต่างๆที่วิทยากรกำหนดโดยครูผู้พานักเรียนไปคอยดูแลและกำกับให้นักเรียนปฏิบัติตามที่วิทยากรแนะนำ 7. หลังจากกลับโรงเรียนกำหนดวันเวลาให้นักเรียนส่งงานที่มอบหมายหรือให้แสดงผลการเรียนรู้ในรูปแบบนิทรรศการหรือป้านนิเทศตามแต่กรณี

การใช้แหล่งเรียนรู้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนเป็นการทำให้ผู้เรียนเรียนรู้จากสภาพจริง ผู้สอนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้หรือเรื่องที่สนใจได้จากธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น แหล่งเรียนรู้เป็นชุมทรัพย์มหาศาลที่สามารถหาความรู้ได้โดยไม่รู้จบ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สรุป

ในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนเป็นสิ่งที่สำคัญสื่อกลางในการสื่อสารซึ่งคือสื่อการสอนที่ดีย่อมทำสาระเนื้อหาที่มีความเป็นรูปธรรม ง่ายที่จะเข้าใจ อีกทั้งสื่อการสอนยังช่วยทำให้บรรยากาศในการสอนน่าสนใจ แต่อย่างไรแล้วสื่อแต่ละชนิดมีข้อดีข้อจำกัดที่ต่างกัน จึงต้องเลือกสื่อที่มีคุณค่ากับผู้เรียนมากที่สุด

การเลือกและใช้สื่อการสอนต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต้องมีการวางแผนการจัดระบบ การคัดเลือกสื่อที่มีคุณค่า และประเมินผลการใช้สื่อว่าใช้แล้วเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ เพื่อนำไปปรับปรุงในการเลือกใช้สื่อการสอนในครั้งต่อไป และไม่มีสื่อชนิดใดชนิดเดียวที่จะสนองวัตถุประสงค์ได้ครบทุกวัตถุประสงค์ ผู้สอนจึงจำเป็นต้องใช้สื่อให้หลากหลาย โดยศึกษาศักยภาพของสื่อแต่ละชนิดและเลือกให้เหมาะกับเงื่อนไขของการเรียนรู้แต่ละครั้ง

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.1 ความสำคัญและประโยชน์ของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

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 การประเมินเพื่อตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และการนำผลที่ได้จากการประเมินมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้
4. เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญคือ ข้อสอบ ข้อสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินผลผู้เรียนมีหลายประเภท และแต่ละประเภทมีวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน หลักการและการวางแผนการออกข้อสอบที่ดีจะช่วยให้ข้อมูลที่ประโยชน์ทั้งต่อผู้สอนและนักเรียนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน
5. การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติกัน มี 2 ลักษณะคือ การประเมินผลระหว่างเรียน และการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้รายวิชา ซึ่งทั้งนี้ นอกจากจำแนกตามช่วงเวลาของการประเมินแล้ว เพื่อให้การประเมินผลการเรียนรู้นั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ พฤติกรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์จึงได้มีการพยายามในการพัฒนาการประเมินตามสภาพจริงขึ้น
6. การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นการประเมินที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ ในการประเมินสัมฤทธิผลทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งทางด้านความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ภาคทฤษฎี การประเมินกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ได้มีการกำหนดไว้
7. การประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ เป็นเครื่องมือในการให้ข้อมูลป้อนกลับที่สำคัญกับนักเรียนในการนำไปใช้พัฒนาตนเองในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านการเรียนและการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาตอนที่ 5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

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

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ หรือการจัดการเรียนการสอน ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางการประเมินผลการเรียนรู้ไว้เป็นมาตราหนึ่งเป็นการเฉพาะโดยให้พิจารณาพัฒนาการของผู้เรียนและใช้ควบคู่ไปกับการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลมีความสำคัญและประโยชน์หลายประการ ตั้งแต่ก่อนเริ่มดำเนินการเรียนการสอน ระหว่างก่อนการจัดการเรียนการสอน และภายหลังจากที่ได้มีการจัดการเรียนการสอน ในอันดับแรกการวัดและการประเมินผลก่อนการจัดการเรียนการสอนช่วยให้ครูผู้สอนสามารถวินิจฉัย หรือได้เรียนรู้เกี่ยวกับนักเรียนของตนเอง เช่นระดับความรู้ ความสามารถ และศักยภาพของนักเรียน การวัดและประเมินผลก่อนการเรียนนี้ช่วยให้ผู้สอนวางแผนการจัดการเรียนได้อย่างเหมาะสม นับตั้งแต่การวางเนื้อหา การคัดเลือกและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม การจัดกลุ่มนักเรียน เป็นต้น สำหรับการวัดและการประเมินผลระหว่างเรียนนั้นเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับทั้งครูผู้สอนและนักเรียน กล่าวคือ ครูผู้สอนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลมาใช้ในการปรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของวิชา นำมาใช้ในการสอนซ่อมเสริมก่อนที่นักเรียนในเรื่องต่อไป 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

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.2 หลักการออกข้อสอบ

ตามที่ได้กล่าวในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ก่อนที่จะกล่าวถึงประเภทของข้อสอบและหลักการออกข้อสอบนั้น จำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปแล้ว จุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 พฤติกรรมหลักตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านจัดเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทั้งนี้ในแต่ละด้านก็ยังแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยๆ ได้อีกหลายพฤติกรรม ซึ่งการรู้พฤติกรรมย่อยของแต่ละด้านจะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถวางแผนและดำเนินการออกข้อสอบได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นในที่นี้ จึงขอเสนอตัวอย่างพฤติกรรมย่อยที่ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกข้อสอบได้ดังนี้

1. ด้านความรู้-ความจำ อาจจำแนกออกเป็นพฤติกรรมย่อยได้ดังนี้

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

2. ด้านความเข้าใจ มีการให้นิยามของความเข้าใจ คือความสามารถในการอธิบายด้วยคำพูดของตนเองได้ ในที่นี้เสนอแนะแนวทางที่นำไปใช้ในการออกข้อสอบ จะจำแนกเป็น 2 พฤติกรรมย่อยดังนี้

- 2.1 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่
- 2.2 ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในด้านนี้ได้รับความสนใจจากครูผู้สอนค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการนำไปออกข้อสอบหรือจำเป็นต้องมีการวัดและประเมินพฤติกรรมด้านนี้ ในที่นี้ขอเสนอเพียงแนวทางโดยสังเขปดังนี้

3.1 การสังเกตและการวัด ซึ่งสามารถแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยได้อีก เช่น ความสามารถในการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ความสามารถในการบรรยายสิ่งที่สังเกตโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม ความสามารถในการวัดขนาดของวัตถุ ปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ความสามารถในการประมาณค่าในการวัด และรู้ข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้วัด

3.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งพฤติกรรมด้านนี้สามารถจำแนกออกเป็น ความสามารถในการมองเห็นปัญหา ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ความสามารถในการเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน ความสามารถในการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐาน

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เช่น ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูล ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ความสามารถในการแปลความหมายผลของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูล และความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า พฤติกรรมที่ยกตัวอย่างข้างต้นนั้นสอดคล้องกับวิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอน อาจพบว่านักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่าน 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 จากนั้นก็มากำหนดค่าน้ำหนักพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน จากพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน ว่าจะให้น้ำหนักแต่ละด้านเท่าไร ทั้งนี้อาจพิจารณาระดับชั้นร่วมด้วยว่าชั้นมัธยมศึกษา 1 อาจเน้นเรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าด้านความรู้ - ความจำ และมัธยมศึกษา 3 อาจเพิ่มให้น้ำหนักที่ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ เหล่านี้เป็นแนวทางในการพิจารณากำหนดค่าน้ำหนักแต่ละพฤติกรรม ทั้งนี้ข้อสรุปขึ้นกับดุลยพินิจของผู้สอน เช่น ให้ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจให้น้ำหนักเท่ากันร้อยละ 25 กระบวนการฯ ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 30 และการนำไปใช้ร้อยละ 20 จากนั้นนำมาคำนวณน้ำหนักแต่ละช่อง พิจารณาตารางประกอบ จากนั้นจึงกำหนดจำนวนข้อคำถามในแบบสอบ หรือข้อสอบโดยพิจารณาจากเวลาที่กำหนดในการการสอบ เช่น 2 ชั่วโมง หรือ 120 นาที ในกรณีที่ข้อสอบปรนัย อาจกำหนด 60 ข้อ จากนั้นนำตัวเลข 60 นี้ไปใช้ในการคำนวณแต่ละช่องว่าจะต้องออกข้อสอบในเรื่องนั้นและวัดพฤติกรรมใดกี่ข้อ เช่น ใช้ตัวเลขที่คำนวณได้จากค่าน้ำหนัก

พฤติกรรมฯ เนื้อหา (บทเรียน)	ความรู้-ความจำ 25% (15 ข้อ)	ความเข้าใจ 25%	กระบวนการฯ ทางวิทยาศาสตร์ 30%	การนำ ความรู้และ วิธีการฯ ไป ใช้ 20%	รวม
1. (30%) 18 ข้อ	❶ $30 \times 25 = 7.5$ 4.5 ข้อ				
2. (40%) 24 ข้อ	$40 \times 25 = 10$ 6 ข้อ				
3. (30%) 18 ข้อ	$30 \times 25 = 7.5$ 4.5 ข้อ				
รวม 100% 60 ข้อ	25% 15 ข้อ				

การสร้างตารางวิเคราะห์ช่วยให้การวัดและประเมินผลครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์ หลีกเลี่ยงความลำเอียงที่เกิดจากความถนัด หรือความเชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องของผู้สอนได้ และท้ายที่สุดส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ เมื่อได้จำนวนข้อสอบแล้ว จึงเริ่มดำเนินการสร้างข้อสอบหรือเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อสอบหรือเครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้ จำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งครูผู้สอนสามารถดำเนินการได้ง่ายๆ คือ ให้เพื่อนครูหลายๆ คนช่วยอ่าน วิจารณ์และให้ข้อเสนอแนะ 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
3. สถานการณ์ที่สมมติ หรือนำมาจากเอกสาร สิ่งพิมพ์อื่นๆ ควรมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน
4. ศัพท์เทคนิคที่ปรากฏในข้อความคำถามหรือคำตอบจะต้องไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้แล้ว
5. ภาษาที่ใช้ต้องชัดเจน เข้าใจง่าย อ่านแล้วเข้าใจตรงกัน
6. คำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมขั้นสูง เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่ควรใช้คำวลี ข้อความ แผนภาพ กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพที่เหมือนกับบทเรียน

7. หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธทั้งข้อความและตัวเลือก
 8. สำหรับข้อสอบแบบตัวเลือก มีหลักการเพิ่มเติมดังนี้
 - 8.1 คำและภาษาในตัวเลือกที่ถูกต้องไม่ซ้ำกับคำและภาษาในข้อความ
 - 8.2 ข้อความในตัวเลือกที่ถูกต้องไม่ควรสั้นหรือยาวกว่าข้อความในตัวเลือกอื่นๆ มากนัก
 - 8.3 ตัวเลือกที่เป็นตัวลงนั้นต้องไม่เป็นข้อความที่ผิด หรือไม่สมเหตุสมผลในตัวของมัน
 - 8.4 การเรียงลำดับตัวเลือกควรมีระบบ เช่น เรียงจากตัวเลขน้อยไปหามาก หรือเรียงจากคำตอบสั้นไปหาคำตอบยาว เป็นต้น
 - 8.5 พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูกต้อง” หรือ “ถูกทุกข้อ”
ข้อควรระวังเพิ่มเติม คือ ทั้งข้อความและตัวเลือกของข้อใดข้อหนึ่ง ต้องไม่แน่หรือเป็นคำตอบของข้ออื่นๆ
 9. การให้คะแนนสำหรับข้อสอบแบบตอบสั้นๆ ต้องกำหนดให้ชัดเจนล่วงหน้า รวมทั้งแนวเฉลยคำตอบด้วย
- นอกจากแนวทางในการออกข้อสอบข้างต้นที่เน้นด้านพุทธิพิสัยด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้แล้ว การวัดและประเมินที่มักถูกละเลย คือ การวัดและประเมินด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีลักษณะเฉพาะที่ต้องเชื่อมโยงให้ระหว่างพฤติกรรมที่ต้องการประเมินและแบบวัด ซึ่งลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะ ดังนี้
1. การให้ผู้เรียนวิเคราะห์หา หรือตั้งสมมติฐาน หรือ จุดมุ่งหมายของการทดลอง ดังนั้นลักษณะของคำถามจะเป็นการกำหนดคำอธิบายหรือวิธีการทดลอง หรือแผนภาพการแสดงผลงานการทดลองให้ จากนั้นจึงให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาคำตอบเกี่ยวกับสมมติฐาน
 2. การกำหนดตารางบันทึกผลการทดลองให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสมมติฐาน หรือจุดมุ่งหมายการทดลองได้เช่นเดียวกัน ขณะเดียวกันก็สามารถให้ผู้เรียนวิเคราะห์กำหนดชื่อตารางหรือหาลักษณะและประเภทของตัวแปรได้
 3. กำหนดจุดมุ่งหมาย หรือสมมติฐานการทดลอง หรือสถานการณ์ให้ และให้ผู้เรียนพิจารณาวิธีการทดลองที่เหมาะสม
 4. ให้ผู้เรียนเขียนกราฟ แผนภูมิจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่า กราฟ หรือแผนภูมิที่กำหนดให้นั้นเขียนมาจากข้อมูลใดในตาราง หรือจากข้อความใดที่กำหนดให้
 5. ให้ผู้เรียนออกแบบตารางเพื่อบันทึกข้อมูลตามคำอธิบาย หรือข้อความ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่าตารางใด แผนภูมิใด สอดคล้องกับคำอธิบาย หรือวิธีการทดลองที่กำหนดให้
 6. กำหนดข้อมูลให้ ในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้อความ ตาราง แผนภูมิ กราฟ แล้วให้ผู้เรียนทำนายหรือคาดการณ์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นฐาน
 7. ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ หรือแปลความหมายจากแผนภูมิ กราฟ เป็นต้น

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

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 วัตถุประสงค์ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีทักษะในการสืบค้นและนำเสนอข้อมูล ตลอดจนมีกระบวนการในการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นวิเคราะห์บทเรียนที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และพิจารณา หรือกำหนดภารกิจที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ คือ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามวัตถุประสงค์ เช่น การทำรายงาน การทำโครงงาน การจัดนิทรรศการวิทยาศาสตร์ การสรุปบทเรียนด้วยวิธีการหลากหลาย ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องพิจารณาว่า ภาระงานที่มอบให้แต่ละครั้งนั้น จะถูกนำมาใช้ประเมินผู้เรียนด้านใด ถ้าได้มีการวางแผนอย่างรอบคอบรัดกุมแล้ว จะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการประเมินและการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

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

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.4 การประเมินผลงานของนักเรียนโดยเกณฑ์คุณภาพ

การประเมินตามสภาพจริงนั้น มุ่งเน้นการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน กระบวนการทำงาน และการผลิตที่มาจากการปฏิบัติงาน ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์การประเมินที่เป็นจุดเน้น คือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์อื่นๆ ที่เป็นลักษณะร่วมกับวิชาอื่น เช่น ทักษะการสื่อสาร การสืบค้นข้อมูล ความเป็นระเบียบ เป็นต้น ประเด็นสำคัญของการประเมินตามสภาพจริง คือผู้สอนสามารถวินิจฉัยจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาปรับปรุงผู้เรียน และผู้เรียนเองก็สามารถรับรู้จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาปรับปรุงตนเองด้วยเช่นกัน ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงนี้จำเป็นต้องมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินที่ให้ข้อมูลที่เป็นรูปธรรม มีความชัดเจน เข้าใจตรงกันทั้งผู้สอนและผู้เรียน และเพื่อที่ทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถวางแผนในการพัฒนาได้อย่างเหมาะสมต่อไป อย่างไรก็ตามภาระกิจหนึ่งๆ ที่มอบหมายให้แก่ผู้เรียนนั้น สามารถนำมาใช้ประเมินในหลากหลายด้านได้

แนวทางการให้คะแนนการเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน ทั้งด้านผลงาน การปฏิบัติงานและกระบวนการ อาจให้คะแนนเป็นมาตราประเมินค่า หรือตรวจสอบรายการก็ได้ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนผลงานในภาพรวม โดยพิจารณาจากองค์ประกอบหลักสำคัญที่สะท้อนคุณภาพรวมของผลงาน โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 4 ระดับ คือ 4 3 2 1 โดยที่แต่ละค่าคะแนนได้ให้คำอธิบายระดับคุณภาพงานไว้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การประเมินผังมโนทัศน์ในการสรุปบทเรียน

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. ความสอดคล้องข้อเรื่องกับเนื้อหา	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. ความสอดคล้องข้อเรื่องกับเนื้อหา	1 2 3 4 5
5. ความประณีต ความเป็นระเบียบของงาน	1 2 3 4 5

โดยที่กำหนดความหมายของคะแนนดังนี้

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

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า จากการประเมินตามสภาพจริงนี้ ครูผู้สอนสามารถวิเคราะห์สิ่งที่ควรพัฒนาผู้เรียนนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และผู้เรียนเองก็สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสมเช่นเดียวกัน อนึ่งการประเมินตามสภาพจริงนี้ควรเป็นการประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคลและผู้เรียนต้องได้รับข้อมูลป้อนกลับเหล่านั้นทันทีที่เสร็จภาระงานนั้นๆ นอกจากนี้ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการพัฒนาตนเองแล้ว ผู้เรียนยังสามารถใช้ในการประเมินการพัฒนาตนเอง ครูผู้สอนเช่นเดียวกันที่สามารถประเมินการพัฒนาผู้เรียนจากข้อมูลเหล่านี้ได้

ข้อสังเกตสำคัญของการประเมินตามสภาพจริง คือการให้คะแนนเริ่มจาก 1 เสมอ จะไม่มีการไม่ให้คะแนน หรือคะแนนเป็นศูนย์ ทั้งนี้เพราะผู้เรียนทุกคนที่ส่งงานสมควรได้รับการประเมินเพื่อพัฒนาตนเอง และ ผู้ที่ไม่ได้คะแนน คือผู้ที่ไม่ส่งงาน

ใบงานที่ 1.1

ชื่อหลักสูตร เคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตอนที่ 1 ทำไมต้องเรียนวิชาเคมี

คำสั่ง ขอให้สร้างกรอบมโนทัศน์ (concept mapping) ของการศึกษาทำไมต้องเรียนวิชาเคมีในประเด็นต่อไปนี้

1. ลักษณะและธรรมชาติของวิชาเคมี
2. ขอบข่ายสาขาของวิชาเคมี
3. การประยุกต์ใช้องค์ความรู้เคมีที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

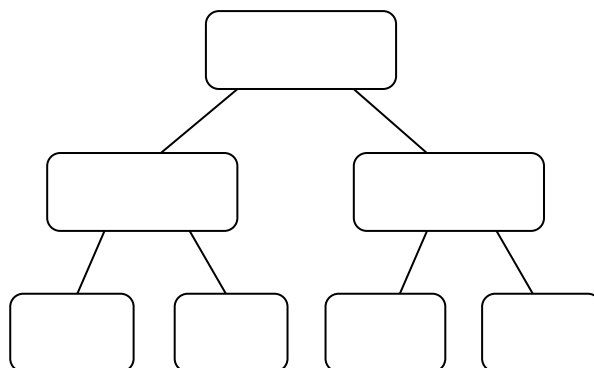
คำแนะนำ

กรอบมโนทัศน์ หมายถึงแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีลำดับชั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ และเฉพาะเจาะจง

มโนทัศน์ที่กว้างที่สุด

มโนทัศน์ที่กว้างรองลงมา

มโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง หรือตัวอย่าง



การสร้างกรอบมโนทัศน์ จะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การเลือกเรื่องที่จะสร้างกรอบมโนทัศน์ และระบุมโนทัศน์ในเรื่องนั้นออกมา
2. จัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้าง ไปยังมโนทัศน์ที่รองลงมาตามลำดับจนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง
3. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกัน
4. จัดระบบแต่ละมโนทัศน์ตามลำดับความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
5. เชื่อมมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม

ใบงานที่ 1.2

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิชาเคมี

ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาเคมี

คำสั่ง

ขอให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. เคมีจัดอยู่สาระใด ใน 8 สาระและแบ่งเป็นกี่มาตรฐาน ในแต่ละมาตรฐานมีใจความระบุไว้อย่างไร
2. มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดมีความหมาย และความสำคัญอย่างไร จงอธิบาย
3. เขียนตารางของรายวิชาเคมีพื้นฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางโดยใช้ตัวชี้วัดเพียง 1 ข้อ
4. เขียนตารางของรายวิชาเคมีเพิ่มเติมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐาน ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้โดยใช้ผลการเรียนรู้เพียง 1 ข้อ

คำแนะนำ

แนวทางการตอบคำถามให้ศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ใบงานที่ 1.3

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิชาเคมี

ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาเคมี

คำสั่ง

1. ขอให้อธิบายความสัมพันธ์ของสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด โดยเชื่อมโยงไปสู่ การสร้าง คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภท
2. คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้มีองค์ประกอบอะไรบ้าง แต่ละองค์ประกอบเหมือน หรือ แตกต่างกันอย่างใด ในรายวิชาเคมีพื้นฐาน และเพิ่มเติม

คำแนะนำ

แนวทางการตอบคำถามให้ศึกษาตัวอย่างคำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จาก ส่วน
เนื้อหา

ใบงานที่ 2

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรเคมี

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

คำสั่ง

- จากเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนเคมี ให้วิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏแล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- จากมาตรฐานการเรียนรู้ต่อไปนี้ ให้วิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏแล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3. จากตัวชี้วัดต่อไปนี้ ให้วิเคราะห์สิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการจัดกิจกรรม การวัดและประเมินผล

ว 3.1 ม.4-6/2 วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา

สิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้	แนวทางการจัดกิจกรรม	การวัดและประเมินผล

ใบงานที่ 3

ชื่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์ : เคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาเคมี

คำสั่ง

จงอธิบายความหมาย และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พร้อมระบุข้อดี และข้อจำกัดของกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว