



การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

USING MODEL BASED LEARNING (MBL) WITH PREDICT-OBSERVE-
EXPLAIN (POE) TO CORRECT SCIENTIFIC MISCONCEPTION
OF MATTHAYOMSUKSA 4th ON COVALENT BOND

โดย
สิทธิศักดิ์ พสุมาตร

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2558



**USING MODEL BASED LEARNING (MBL) WITH PREDICT-OBSERVE-
EXPLAIN (POE) TO CORRECT SCIENTIFIC MISCONCEPTION
OF MATTHAYOMSUKSA 4th ON COVALENT BOND**

BY

SITTHISAK PASUMART

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF ARTS IN TEACHING SCIENCE
FACULTY OF EDUCATION**

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2015



วิทยาลัยพนมไพร

การใช้ถวเรีเยนผู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกันกิจกรรมการเรียนรู้แบบทํานาน-สังคม-วัฒนธรรม
เพื่อแก้ไขแนวความคิดดัดแปลงทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง พันธุกรรมและโรค

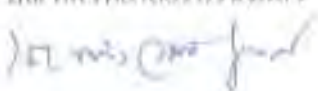
โดย
สัทธิตีกร พุ่มศรี

ได้รับการพิจารณาให้เป็นฝ่ายหนึ่งของกรรมการติดตามผล
ปริญญาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2558

 รศ.ดร.จิรพร อึ้งทรงพร ประธานกรรมการสอบ	 ดร.กษณารวม คัสตราพันธ์ กรรมการ
--	---


ผศ.ดร.ปองทอง ขาวมณ
กรรมการและโฆษกอธิการบดี

นิตยภัตวิทยาสถาบันวิจัย

(ผศ.ดร.ปองทอง ขาวมณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
4 เมษายน 2559



Thesis entitled

**USING MODEL BASED LEARNING (MBL) WITH PREDICT-OBSERVE-
EXPLAIN (POE) TO CORRECT SCIENTIFIC MISCONCEPTION
OF MATTHAYOMSUKSA 4th ON COVALENT BOND**

by

SITTHISAK PASUMART

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Arts in Teaching Science

Rangsit University

Academic Year 2015

Boon-ek Yingyongnarongkul

Assoc.Prof.Boon-ek Yingyongnarongkul, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Tanawan Asawarachan

Tanawan Asawarachan, Ed.D.
Member

Pranorm Khaomek

Asst.Prof.Pranorm Khaomek, Ph D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

Vannee Sooksatra

(Asst.Prof.Plt.Off.Vannee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

April 4, 2016

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ได้เป็นอย่างดีเพราะได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ปรานอม ขาวเมฆ ที่ให้คำแนะนำในทุกขั้นตอนของการวิทยานิพนธ์ ให้แนวคิดในการวางแผน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.บุญเอก ยิ่งยงณรงค์กุล และ ดร.ธนาวรรณ อัสวราชันย์ ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.มานิต บุญประเสริฐ ดร.ศรีสมร พุ่มสะอาด ดร.ดวงฤทัย ศรีแดง ดร.สุพัฒน์ มูลสิน และครูกาญจนา จันทร์ชนพิเชษฐ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจสอบเครื่องมือวิจัย คำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ทุนสนับสนุนด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียน ครูทองดีแย้มสรวล ครูสุรเชษฐ์ ผลพานิชเจริญ และครูทองใบ สุขประเสริฐชัย ตลอดจนนักเรียนโรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อบรมสั่งสอน แนะนำให้โอกาสทางการศึกษาพร้อมให้กำลังใจเป็นอย่างดี

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร
ผู้วิจัย

5607289 : สาขาวิชาเอก: การสอนวิทยาศาสตร์; ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน, การเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย,
แนวคิดคลาดเคลื่อน, พันธะโคเวเลนต์

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์: การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (USING MODEL BASED LEARNING (MBL) WITH PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE) TO CORRECT SCIENTIFIC MISCONCEPTION OF MATTHA YOMSUKSA 4th ON COVALENT BOND) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.ปรานอม ขาวเมฆ, 179 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) แก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง พันธะ โคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (2) วิเคราะห์ผลการใช้เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พันธะ โคเวเลนต์ ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แบบวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการปฏิบัติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มและใช้ค่าความถี่ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการเรียนรู้ นักเรียนร้อยละ 53.97 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน โดยเฉพาะเรื่อง การเกิดพันธะ โคเวเลนต์ ชนิดของพันธะ โคเวเลนต์และ โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต หลังการเรียนรู้พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนมีจำนวนลดลงร้อยละ 36.91 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบงานวิจัยนี้สามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง พันธะ โคเวเลนต์ ได้ สำหรับเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอนช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ การลงมือปฏิบัติทดลอง การสังเกตจากสื่อ เช่น วิดีทัศน์ โมเดล การฝึกแก้ไขโจทย์จากสถานการณ์แปลกๆ และการใช้คำถามที่กระตุ้นนักเรียน ตามลำดับ

ลายมือชื่อนักศึกษา

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปรานอม

ขาวเมฆ.

5607289 : MAJOR: TEACHING SCIENCE; M.A. (TEACHING SCIENCE)

KEYWORDS : MODEL BASED LEARNING, PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN,
MISCONCEPTION, COVALENT BOND

**SITTHISAK PASUMART: USING MODEL BASED LEARNING (MBL) WITH
PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE) TO CORRECT SCIENTIFIC MISCONCEPTION
OF MATTHAYOMSUKSA 4th ON COVALENT BOND. THESIS ADVISOR: ASST.PROF.
PRANORM KHAOMEK, Ph.D., 179 p.**

This research aimed to correct scientific misconception on the topic of covalent bond for 36 students in Matthayomsuksa 4th. The instruments using in this research were the lesson plans based on Model Based Learning (MBL) with Predict-Observe-Explain (POE), chemical bonding concept test, chemical bonding concept analytical journal, worksheets, exercises and reflective journal. The data were classified and analyzed using the frequency and percentages. Before using the model, the results showed that the students had up to 53.97% misconception in the formation of covalent bond, types of the bond and octet rule. After using MBL with POE, it was found that the number of students who have the specific misconception decreased to 36.91%. This indicated the use of MBL with POE can improve the misconception on the selected topic. Moreover, the teaching techniques that experimental practices, observation from visual, solving practices and activated asking questions can improve the misconception of students.

Student's Signature *Sitthisak Pasumart* Thesis Advisor's Signature..... *Pranorm Khaomek*

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 คำถามการวิจัย	6
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.8 แผนการดำเนินงาน	10
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	11
2.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี	18
2.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	32
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย	33
2.5 แนวคิด	34
2.6 การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	39
2.7 การจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	45
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	54
3.1 รูปแบบการวิจัย	54
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	56
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	58
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	63
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	64
บทที่ 4 ผลการวิจัย	67
4.1 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะ โคเวเลนต์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	67
4.2 เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์โดยใช้ การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย- สังเกต-อธิบาย ที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์	71
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	75
5.1 สรุปผลการวิจัย	75
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	76
5.3 ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	98
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	99
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	106
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	163
ประวัติผู้วิจัย	179

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางการดำเนินงานวิจัย	10
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย	62
4.1 ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในระดับต่างๆ ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับ กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (N=36)	68
4.2 ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในระดับต่างๆ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับ กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (N=36)	69
4.3 แสดงเทคนิคและวิธีการที่สามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ตามใบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ (N=254)	71

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย	8
3.1 แสดงวงจร PAOR แนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart	56
3.2 การดำเนินการวิจัย	57
4.1 แสดงตัวอย่างคำตอบสำหรับเทคนิคและวิธีที่ช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์	72
4.2 แสดงร้อยละแนวคิดของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย	73
4.3 แสดงร้อยละแนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย	74
5.1 แสดงแบบจำลองแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์	79
5.2 แสดงสูตรโครงสร้างลิวอิสที่นักเรียนออกแบบ	84
5.3 แสดงพฤติกรรมในระหว่างการเรียนรู้เรื่อง รูปร่างโมเลกุล	86
5.4 แสดงกิจกรรมหน้าชั้นเรียนก่อนการเรียนรู้เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การศึกษามีบทบาทสำคัญอย่างมากในโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะการศึกษาเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวัน และการทำงานอาชีพต่างๆ การศึกษาช่วยพัฒนาสังคม และประเทศชาติให้เจริญรุ่งเรือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยพัฒนามนุษย์ให้มีความรู้ความสามารถ รู้จักใช้เหตุผลในการตัดสินใจ คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เชื่อถือได้ มีทักษะกระบวนการในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ มีทักษะในการทำงาน อย่างมีระบบมีขั้นตอน (อำไพ คำลังหาญ, 2545 : 1) จากสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง มีความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉพาะการสื่อสารที่มีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการศึกษาให้ดีขึ้น กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เป็นหนึ่งในแปดกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ต้องเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยมีองค์ความรู้ทักษะสำคัญและคุณลักษณะให้สามารถนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และมีจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 10)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2554 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้นต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 1) ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องจัดให้สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีกำหนดไว้ดังนี้ 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ 5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน 6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต 7) เพื่อให้เป็นคนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ และในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้บรรลุเป้าหมาย ควรส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์เสียก่อน เพราะเมื่อนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์แล้ว จะทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้นด้วย (อรรณพ จันทรฟู, 2554 : 129)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่นักเรียนพบเจอได้ แต่ความยากคือ การที่นักเรียนจะสามารถเรียนรู้และเกิดการประยุกต์ความรู้ได้นั้นนักเรียนต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานคือ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ และทฤษฎี แต่ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความยากเพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นต้องเป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ และมักเป็นการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล นักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงพยายามทำความเข้าใจกระบวนการที่ทำให้เกิดความรู้ของแต่ละบุคคล และการที่นักเรียนพยายามทำความเข้าใจข้อมูลเพื่อหาคำตอบนั้นอาจทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ (Misconceptions)

แนวคิดที่คลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่สามารถปรับให้เกิดความถูกต้องได้ยาก และเมื่อเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนแล้วจะคงอยู่กับนักเรียนเป็นเวลานาน ซึ่งหากไม่ทำการแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนก็จะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในระดับแนวคิดที่สูงขึ้นลดลง การจะทำการปรับแก้แนวคิดที่คลาดเคลื่อนจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญ และเกิดจากการที่นักเรียนนั้นใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีกระบวนการจัดกระทำข้อมูลอธิบายข้อมูลที่ได้พบเจออย่างมีเหตุผล เพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การที่นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้จะช่วยให้นักเรียนสามารถระบุวัตถุ ปรากฏการณ์ที่อยู่รอบตัวใน

สิ่งแวดล้อมได้ เกิดการจัดประเภทของข้อมูลของสิ่งเร้าต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมได้ และผลที่เกิดขึ้นนี้จะนำไปสู่การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น โดยอาจเกิดการพัฒนาเป็น หลักการ หรือทฤษฎี ได้ในที่สุด (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2557 : 1)

จากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่ทำการศึกษาและสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์หลายเรื่องพบว่า แนวคิดของนักเรียนมีความแตกต่างจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งในวิชาฟิสิกส์ (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, เพ็ญจันทร์ ชิงห์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ, 2548 : 45) วิชาชีววิทยา (เยาวเรศ ใจเย็น, เพ็ญศรี บุญสุวรรณค์สง และนฤมล ยุตาคม, 2550 : 541) และ วิชาเคมี (จุฬารัตน์ เลี้ยงไกรลาศ และนฤมล ยุตาคม, 2551 : 1321) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นแนวคิดของนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ หรือเรียกอีกชื่อว่า แนวคิดทางเลือก โดยแนวคิดเรื่องพันธะเคมี เป็นแนวคิดหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แนวคิดพันธะเคมีเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้แนวคิดอื่นๆ ในวิชาเคมี แต่จากงานวิจัยหลายชิ้นพบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องพันธะเคมี โดยเฉพาะในเรื่องกฎออกเตตพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่าความเสถียรของโมเลกุล หมายถึง สภาวะสมดุลหรือการอยู่ตัว แนวคิดความมีขั้วของพันธะพบว่า นักเรียนเข้าใจว่าความมีขั้วของพันธะสามารถวัดได้จากรูปร่างโมเลกุล แนวคิดรูปร่างโมเลกุลและแรงระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์พบว่า นักเรียนเข้าใจว่าความมีขั้วของพันธะใช้ทำนายรูปร่างโมเลกุลของพันธะได้ และรูปร่างของโมเลกุลเกิดจากแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเพียงอย่างเดียวเท่านั้น (ชาติรี ฝ่ายคำ, 2551 : 10 และ Nicoll, 2001 : 1) แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต้องเรื่องพันธะเคมี ซึ่งเป็นแนวคิดที่สำคัญในวิชาเคมี ดังนั้นในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐาน ขอบเขตข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะต้องเน้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ครูจะต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนการสอนจากเดิม ซึ่งครูมักจะจัดการเรียนการสอนแบบเน้นเนื้อหาหรือการบรรยายอย่างเดียว ทำให้นักเรียนเป็นผู้รับเพียงอย่างเดียว ไม่ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งไม่เสริมสร้างการเรียนรู้ และความเข้าใจอย่างถ่องแท้แก่นักเรียน (สมจิตร สวชนไพบูลย์ และคณะ, 2546 : 8) ครูจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจกระจ่างชัดเกี่ยวกับแนวคิดและแนวทางในการจัดกระบวนการ

เรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อจะได้นำไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเลือกจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ยังคงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด และทักษะต่างๆ เพื่อให้นักเรียนมี แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยครูจะต้องจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงด้วยกิจกรรมที่ กระตุ้นความสนใจ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และได้ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มี ส่วนร่วมในการวางแผนและค้นหาข้อมูลจากแหล่งสืบค้นต่างๆ สามารถขยายขอบเขตการเรียนรู้ได้ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าและประโยชน์จากสิ่งที่เรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า นวัตกรรมหรือวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมแนวคิด หลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องพันธะเคมีมีหลายวิธี หนึ่งในวิธีการต่างๆ นั้นคือการ เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอ แบบจำลอง เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ หรือ หากกล่าวอีกนัยหนึ่ง แบบจำลองคือ ตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ โดย แบบจำลองเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง (Gilbert, Boulter and Rutherford, 1998 อ้างถึงใน ชาตรี ฝ่ายคำ, 2551 : 12) จากผลงานวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิด วิทยาศาสตร์สมบูรณ์บางส่วนเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แต่นักเรียนยังมี แนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน และนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อนจำนวนลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าหลังเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนทุกคนมี แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และการ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (รวิวรรณ เมืองรามัญ, 2556 : 2) นอกจากนี้วิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนความ เชื่อหรือแนวคิดที่คลาดเคลื่อนคือ วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์อีกวิธีหนึ่งที่ สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม โดย วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นวิธีการที่นำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ ดังกล่าวโดยอาจใช้วิธีการสังเกตการทดลอง หรือการหาข้อพิสูจน์สถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นก็ให้ นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการ สังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง และขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนต้องอธิบายถึง ความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลอง (White and

Gunstone, 1992 : 1) ซึ่งน้ำค้าง จันเสริม (2551 : 2) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง งานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่านักเรียนร้อยละ 70 ได้พัฒนาแนวคิดทางเลือกไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากพันธะเคมีเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้แนวคิดอื่นๆ ในวิชาเคมี อีกทั้งผลการวิจัย และจากการศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงบริบทของโรงเรียน คณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนมากมีแนวคิดเรื่อง พันธะเคมี ไม่ถูกต้อง สาเหตุหนึ่งมาจากเนื้อหาในบทเรียนนี้ส่วนมากเป็นลักษณะนามธรรมและเป็นเนื้อหาที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน นักเรียนต้องอาศัยการสร้างมโนภาพเอง ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาภายในเวลาสั้นๆ ได้ หากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพันธะเคมีเป็นอย่างดี และมีแนวคิดถูกต้องก็จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน คณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร พบว่า ใน 3 ปีที่ผ่านมาคือ ปีการศึกษา 2555 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 36.8 ปีการศึกษา 2556 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 32.81 และปีการศึกษา 2557 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 33.75 ตามลำดับ จากการพิจารณาคะแนนสอบของนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร ซึ่งเป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมี มีค่าเฉลี่ย ร้อยละสูงกว่าค่าเฉลี่ยร้อยละในระดับประเทศเล็กน้อย แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำที่ต้องปรับปรุง แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูผู้สอนในรายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งนักเรียนในชั้นเรียนมีความแตกต่างกันทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ความสนใจและความถนัด ส่งผลต่อวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง รวมถึงการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

1.2 คำถามการวิจัย

1) นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ อย่างไร ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

2) เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีลักษณะอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

2) เพื่อวิเคราะห์ผลการใช้เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1) ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนวิทย์-คณิต ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี จำนวน 140 คน

1.2) กลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนวิทย์-คณิต ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน เป็นนักเรียนชาย 4 คน นักเรียนหญิง 32 คน

2) ระยะเวลาในการทำวิจัย

เวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558
จำนวนเวลารวม 15 ชั่วโมง

3) เนื้อหาสาระที่ทำการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เป็นเนื้อหารายวิชาเคมี กลุ่มสาระ
วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้พันธะเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ตาม
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4) สถานที่ทำการวิจัย

โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4

5) ตัวแปรที่ศึกษา

5.1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน โดยการเรียนรู้แบบจำลอง
เป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทวนาย-สังเกต-อธิบาย

5.2) ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

5.2.2) เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอนของครู เรื่อง พันธะ
โคเวเลนต์

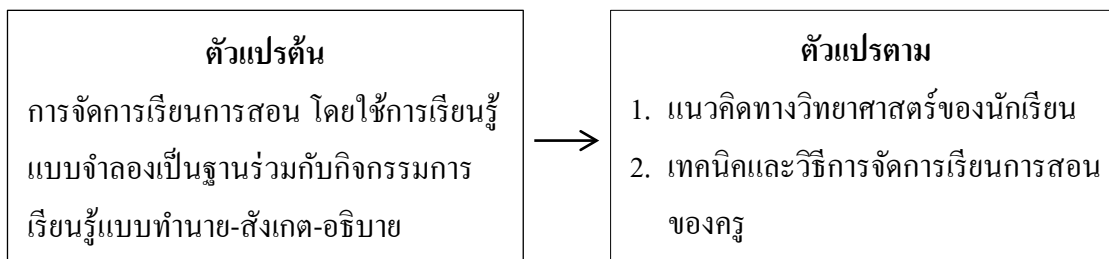
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่สามารถพัฒนาแนวคิด
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

2) เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหา
วิทยาศาสตร์และวิชาอื่นๆ ที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน

3) เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิทยาศาสตร์และวิชาต่างๆ ให้สูงขึ้น

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นอุปกรณ์หลักในการสอน เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์หรือบุคคลที่เกี่ยวข้องสร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ ซึ่งแบบจำลองเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อการสอนที่สามารถสัมผัสได้จริง ทำให้เกิดความเข้าใจและมองภาพได้ง่ายยิ่งขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้และตั้งใจทำการพิสูจน์ทดลองด้วยสถานการณ์ปัญหาต่างๆ จากการคาดคะเนผลไว้ก่อนโดยการวาดภาพหรือเขียนข้อความก่อนลงมือทำกิจกรรม เพื่อให้สังเกตอย่างละเอียดรอบคอบ จากนั้นนำผลที่ได้จากการลงมือทำกิจกรรมมาเปรียบเทียบกับสิ่งที่คาดคะเนหรือทำนายไว้

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประมวลผลจากข้อมูลต่างๆ อย่างรอบด้าน เพื่อสรุปรวมลักษณะสำคัญเกี่ยวกับปรากฏการณ์ หรือวัตถุให้เกิดองค์ความรู้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์อันเกิดจากกระบวนการสังเกต รวบรวมและลงข้อสรุป

แนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การลงข้อสรุปความคิดที่ผิดพลาด ไม่มีเหตุผลเพียงพอและปราศจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย หมายถึง แผนการเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ที่จัดกิจกรรมด้วยการใช้แบบจำลองเป็นหลักที่เน้นให้นักเรียนสามารถออกแบบความคิดได้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยในขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบแบบจำลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมด้วย ได้แก่

- 1) ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นขั้นการใช้คำถามปลายเปิดที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความคิดเดิม และมีการสาธิตการทดลองหรือการสร้างสถานการณ์
- 2) ขั้นแสดงออกแบบจำลอง เป็นขั้นการนำเสนอแบบจำลองด้วยการวาดภาพการใช้ลักษณะท่าทาง การใช้คำพูด และเน้นการใช้สิ่งของ
- 3) ขั้นทดสอบแบบจำลอง เป็นขั้นการทดลองที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง
 - 3.1) ขั้นทำนาย คือ การทำนายผลจากสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูกำหนด
 - 3.2) ขั้นสังเกต คือ การสืบค้นหาคำตอบผ่านทักษะการสังเกตแบบจำลองเพื่อพิสูจน์คำตอบ
 - 3.3) ขั้นอธิบาย คือ การอธิบายผลที่ได้จากการสังเกตหรือหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด
- 4) ขั้นประเมินผลแบบจำลอง เป็นขั้นที่เน้นการใช้คำถามเพื่อให้ร่วมกันอภิปราย มีการใช้สื่อที่หลากหลายเชื่อมโยงเคมีทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับสัญลักษณ์และระดับจุลภาค และเน้นให้ทบทวนความรู้พื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลองทางความคิด
- 5) ขั้นขยายแบบจำลอง เป็นขั้นการนำแบบจำลองที่ปรับปรุงมาใช้อธิบายโจทย์ใหม่ๆ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

1.8 แผนการดำเนินงาน

1) ระยะเวลาการดำเนินงาน

เดือน เมษายน พ.ศ. 2558 ถึง มกราคม พ.ศ. 2559

2) ตารางการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอน	กิจกรรมการวิจัย (เริ่มทำวิทยานิพนธ์ เดือนเมษายน พ.ศ.2558)	เดือน				
		เม.ย. - พ.ค.	มิ.ย. - ก.ค.	ส.ค. - ก.ย.	ต.ค. - พ.ย.	ธ.ค. - ม.ค.
1	วิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอน	↔				
2	ศึกษาและเขียนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	↔				
3	กำหนดหัวข้อวิทยานิพนธ์		↔			
4	สอบเข้าโครงการวิทยานิพนธ์		↔			
5	การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย			↔		
6	การดำเนินการวิจัย			↔		
7	วิเคราะห์ผลการวิจัย				↔	
8	เขียนรายงานผลการวิจัย				↔	
9	สอบวิทยานิพนธ์					↔
10	นำเสนอผลงานวิจัย/ตีพิมพ์					↔
11	เล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์					↔

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
ทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวความคิดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ผู้วิจัย
ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้
เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และ
เป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มี
ความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษา
ตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนา
ตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2.1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีหลักการที่สำคัญดังนี้

- 1) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและ
มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนานักเรียนและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และ
คุณธรรมบนพื้นฐาน ของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

- 2) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
- 3) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
- 4) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
- 5) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
- 6) เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

- 1) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 2) มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
- 3) มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย
- 4) มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
- 5) มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนา สิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

2.1.4.1 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเองสังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

2.1.4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ดังนี้

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7) รักความเป็นไทย
- 8) มีจิตสาธารณะ

2.1.5 สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.5.1 สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.5.2 สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

2.1.5.3 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.5.4 สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.5.5 สารที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.5.6 สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.5.7 สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.5.8 สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับใช้ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2.1.6 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอก ระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้คุณธรรมและกระบวนการเรียนรู้ ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องของการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน ในส่วนของการจัดกระบวนการ เรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้

- 1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
- 3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติ ให้ทำได้ คิด เป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
- 4) จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วน สมดุล รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
- 5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ
- 6) จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับ บิดา มารดา และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม กระบวนการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่ง

เรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวิถีภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมต่างถิ่นที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งการสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กรมวิชาการ, 2545 : 1)

2.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี

2.2.1 ความหมาย

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หมายถึงแผน หรือแนวทาง หรือข้อกำหนดของการจัดการศึกษาของโรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพ ในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ โดยมุ่งหวังให้มีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา อีกทั้งมีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต และมีคุณภาพได้มาตรฐานสากลเพื่อการแข่งขันในยุคปัจจุบัน ดังนั้นหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงประกอบด้วยสาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลาง สาระความรู้ที่เกี่ยวข้องกับชุมชนท้องถิ่น และสาระสำคัญที่สถานศึกษาพัฒนาเพิ่มเติม โดยจัดเป็นสาระการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเป็นรายภาคทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2.2 ความสำคัญ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีความสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตาม

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ เป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ในการจัดมวลประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนได้พัฒนาให้บรรลุถึงคุณภาพตามมาตรฐานในการพัฒนาเยาวชนของชาติ นอกเหนือจากการใช้เป็นแนวทาง หรือข้อกำหนดในการจัดการศึกษาของสถานศึกษาให้บรรลุตามจุดหมายของการจัดการศึกษาแล้ว หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2551 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่พัฒนาขึ้นยังเป็นหลักสูตรที่มีจุดมุ่งหมายให้ครอบคลุม ชุมชน องค์การในท้องถิ่น ทั้งภาครัฐและเอกชนเข้าร่วมจัดการศึกษาของสถานศึกษา โดยมีแนวทางสำคัญที่สถานศึกษากำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาดังนี้

1) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกสนุกสนานและความเพลิดเพลินในการเรียนรู้เปรียบเสมือนเป็นวิธีสร้างกำลังใจ และเร้าให้เกิดความก้าวหน้าแก่ผู้เรียนให้มากที่สุด มีความรู้สูงสุด ผู้เรียนทุกคนมีความเข้มแข็ง ความสนใจ มีประสบการณ์ และความมั่นใจ เรียนและทำงานอย่างเป็นอิสระและร่วมใจกัน มีทักษะในการอ่านออกเขียนได้ คิดเลขเป็น รู้ข้อมูลสารสนเทศ และเทคโนโลยีสื่อสาร ส่งเสริมจิตใจที่อยากรู้อยากเห็น และมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล

2) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ส่งเสริมการพัฒนาด้านจิตวิญญาณ จริยธรรม สังคม และวัฒนธรรม พัฒนาหลักการในการจำแนกแหว่งถูกและผิด เข้าใจและศรัทธาในความเชื่อของตน ความเชื่อและวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน พัฒนาหลักคุณธรรมและความอิสระของผู้เรียน และช่วยให้เป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ สามารถช่วยพัฒนาสังคมให้เป็นธรรมขึ้น มีความเสมอภาค พัฒนาความตระหนัก เข้าใจ และยอมรับสภาพแวดล้อมที่ตนดำรงชีวิตอยู่ ยึดมั่นในข้อตกลงร่วมกันต่อการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งในระดับส่วนตน ระดับท้องถิ่น ระดับชาติ และระดับโลก สร้างให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเป็นผู้บริโภคที่ตัดสินใจแบบมีข้อมูล เป็นอิสระ และมีความรับผิดชอบ

2.2.3 ลักษณะของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช

2552

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่สถานศึกษาได้พัฒนาขึ้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยยึดองค์ประกอบหลักสำคัญ 3 ส่วนคือ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้ท้องถิ่น และสาระสำคัญที่สถานศึกษาพัฒนาเพิ่มเติม เป็นกรอบในการจัดทำรายละเอียดเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนด เหมาะสมกับสภาพชุมชนและท้องถิ่นและจุดเน้นของสถานศึกษา โดยหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะของหลักสูตร ดังนี้

1) เป็นหลักสูตรเฉพาะของสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี สำหรับจัดการศึกษาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จัดระดับการศึกษาเป็น 2 ระดับ คือ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

2) มีความเป็นเอกภาพ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรของสถานศึกษาสำหรับให้ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย โดยกำหนดให้

2.1) มีสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาใช้เป็นหลักเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด การเรียนรู้ และการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

2.2) มีสาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความเป็นมนุษย์ ศักยภาพการคิด และการทำงานประกอบด้วย สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาอังกฤษ

2.3) มีสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม โดยจัดทำเป็นรายวิชาเพิ่มเติมตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับโครงสร้างเวลาเรียน สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น ความต้องการของผู้เรียน และบริบทของสถานศึกษา

2.4) มีกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เพื่อพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา อารมณ์ และ สังคม เสริมสร้างการเรียนรู้จากสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม และการพัฒนาตนตามศักยภาพ

2.5) มีการกำหนดมาตรฐานของสถานศึกษาที่สอดคล้องกับมาตรฐานระดับต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายของการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา จัดทำรายละเอียดสาระการเรียนรู้ และจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสภาพในชุมชน สังคม และภูมิปัญญาท้องถิ่น

3) มีมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานเป็นตัวกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน เพื่อเป็นแนวทางในการประกันคุณภาพการศึกษา โดยมีการกำหนดมาตรฐานไว้ดังนี้

3.1) มาตรฐานหลักสูตร เป็นมาตรฐานด้านผู้เรียนหรือผลผลิตของหลักสูตรสถานศึกษา อันเกิดจากการได้รับการอบรมสั่งสอนตามโครงสร้างของหลักสูตรทั้งหมด ใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบคุณภาพโดยรวมของการจัดการศึกษาตามหลักสูตรในทุกระดับ และสถานศึกษาต้องใช้ในการประเมินตนเองเพื่อจัดทำรายงานประจำปีตามบทบัญญัติในพระราชบัญญัติการศึกษา นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการกำหนดแนวปฏิบัติในการส่งเสริม กำกับ ติดตาม ดูแล และปรับปรุงคุณภาพ เพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

3.2) มีตัวชี้วัดชั้นปีเป็นเป้าหมายระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจง และมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน ตรวจสอบพัฒนาการผู้เรียน ความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์ และเป็นหลักในการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์จากการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย

3.3) มีความเป็นสากล ความเป็นสากลของหลักสูตรสถานศึกษา คือ มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในการเรื่องเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาษาอังกฤษ การจัดการสิ่งแวดล้อม ภูมิปัญญาท้องถิ่น มีคุณลักษณะที่จำเป็นในการอยู่ในสังคมได้แก่ ความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ การตรงต่อเวลา การเสียสละ การเอื้อเฟื้อ โดยอยู่บนพื้นฐานของความพอดีระหว่างการเป็นผู้นำและผู้ตาม การทำงานเป็นทีม และการทำงานตามลำพังการแข่งขันการรู้จักพอ และการร่วมมือกันเพื่อสังคม วิทยาการสมัยใหม่ และภูมิปัญญาท้องถิ่น การรับวัฒนธรรมต่างประเทศและการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทยการฝึกฝนทักษะเฉพาะทาง และการบูรณาการในลักษณะที่เป็นองค์รวม

4) มีความยืดหยุ่น หลากหลาย หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี เป็นหลักสูตรที่สถานศึกษาจัดทำรายละเอียดต่างๆ ขึ้นเอง โดยยึดโครงสร้างหลักที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นขอบข่ายในการจัดทำ จึงทำให้

หลักสูตรของสถานศึกษามีความยืดหยุ่น หลากหลาย สอดคล้องกับสภาพปัญหา และความต้องการของท้องถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความเหมาะสมกับตัวผู้เรียน

5) การวัดและประเมินผลเน้นหลักการพื้นฐานสองประการคือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน โดยผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกระดับ ไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน และใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

2.2.4 วิสัยทัศน์

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2.2.5 หลักการ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 2) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

- 3) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
- 4) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
- 5) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 6) เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.2.6 จุดหมาย

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขมีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

- 1) มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 2) มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
- 3) มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย
- 4) มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
- 5) มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.2.7 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

2.2.7.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

2.2.7.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7) รักความเป็นไทย
- 8) มีจิตสาธารณะ

2.2.8 การวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2.8.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2.2.8.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

3) สสารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

4) แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

5) พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

7) คาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2.2.9 คุณภาพผู้เรียน

2.2.9.1 จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1) เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2) เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3) เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเห และความเข้มของแสง

4) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

5) เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

6) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7) ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทิศาคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

8) สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

9) ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษา หาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

10) แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

11) ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

12) แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

13) ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.2.9.2 จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1) เข้าใจการรักษาดุลยภาพของเซลล์และกลไกการรักษาสมดุลภาพของสิ่งมีชีวิต

2) เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

3) เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4) เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี

5) เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

6) เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7) เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์ และสารชีวโมเลกุล

8) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

9) เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

10) เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

11) เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

12) ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13) วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามวิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14) สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูดเขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15) อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16) แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17) ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18) แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19) แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบ คำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

20) ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมี ข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.2.10 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

2.2.10.1 สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของ โครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2.10.2 สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ ทรัพยากร ธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

2.2.10.3 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2.10.4 สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2.10.5 สารที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2.10.6 สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2.10.7 สารที่ 7 คาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาคำรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.2.10.8 สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาคำรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning: MBL) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอแบบจำลอง เป็นรูปแบบที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิดหลักการ ทฤษฎี หรือกฎ หรือหากกล่าวอีกนัยหนึ่ง แบบจำลอง คือ ตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งแบบจำลองเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง (Gilbert, Boulter and Rutherford, 1998 อ้างถึงใน ชาตรี ฝ้ายคำ (2554 : 1) แบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจ มโนคติทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดต่างๆ ได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะช่วยในการมองเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ และสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

โดยมีลำดับตามแนวทางของ Gobert และ Buckley (2000 : 356) ดังนี้

- 1) นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ศึกษา
- 2) ครูประเมินและทบทวนแนวคิดหรือเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง
- 3) นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลอง โดยการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกัน
- 4) นำแบบจำลองไปใช้และประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น
- 5) ปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองให้ดียิ่งขึ้น
- 6) ขยายแบบจำลองโดยนำไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่น

ฮามีตะ มูสอ (2555 : 2) ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนการสอน โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มี 5 ขั้น ดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นขั้นการใช้คำถามปลายเปิดที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความคิดเดิม และมีการคาดการณ์ทดลองหรือการสร้างสถานการณ์
- 2) ขั้นแสดงออกแบบจำลอง เป็นขั้นการนำเสนอแบบจำลองด้วยการวาดภาพ การใช้ลักษณะท่าทาง การใช้คำพูด และเน้นการใช้สิ่งของ
- 3) ขั้นทดสอบแบบจำลอง เป็นขั้นการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาค ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง
- 4) ขั้นประเมินผลแบบจำลอง เป็นขั้นที่เน้นการใช้คำถามเพื่อให้ร่วมกันอภิปราย มีการใช้สื่อที่หลากหลายเชื่อมโยงเคมีทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับสัญลักษณ์และระดับจุลภาค และเน้นให้ทบทวนความรู้พื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลอง
- 5) ขั้นขยายแบบจำลอง เป็นขั้นการนำแบบจำลองที่ปรับปรุงมาใช้อธิบายโจทย์ใหม่ๆ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

2.4 กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์วิธีหนึ่งที่น่าสนใจให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม ซึ่ง White and Gunstone (1992 : 1) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่นำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว

โดยอาจใช้วิธีการสังเกตการทดลอง หรือการหาข้อพิสูจน์สถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง และขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลอง

ลักษณะสำคัญของการสอนตามแบบแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย จะมีอยู่ 3 ขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังต่อไปนี้

1) ขั้นทำนาย (Predict) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำนายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ หรือทำนายผลการทดลองที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยที่นักเรียนต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับคำทำนายของนักเรียนด้วย

2) ขั้นสังเกต (Observing) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องลงมือทำการทดลอง หรือพิสูจน์ หาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนายไว้ โดยการทดลอง หรือพิสูจน์ ที่มีนักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลองหรือวางแผนทางการพิสูจน์ตามความต้องการของนักเรียน

3) ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องลงมือทำการทดลอง หรือพิสูจน์ สิ่งที่นักเรียนทำนายไว้ว่าเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งอาจจะมีการขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนทำนายไว้ จึงทำให้นักเรียนต้องพยายามหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ถ้าไม่สามารถหาได้ ก็อาจจะมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับกลุ่มอื่น แล้วค้นคว้าหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาอธิบายจนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

2.5 แนวคิด

2.5.1 ความหมายของแนวคิด

คำว่า “แนวคิด” (ราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2536) เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษว่า “Concept” ในภาษาไทยมีการใช้คำแทนหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531 : 260) สังกัป (มังกร ทองสุขดี, 2522 : 9) มโนภาพ (ผดุงยศ ดวงมาลา, 2530 : 117) มโนมติ (สุจินต์ วิสุทธิธรรม, 2524 : 92) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “แนวคิด” และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแนวคิด ไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 108) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า “เป็นความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน”

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 19) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า “เป็นภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้อาจเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติหรือบุคคลก็ได้”

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 261) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า “เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญต่อสิ่งนั้นหรือเป็นคุณสมบัติลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น”

จิตตินันท์ สาตะนิมิ (2550 : 5) ได้สรุปว่าแนวคิด คือ “ความคิดที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดจำแนกวัตถุ ปรัชญาการณ ตามความสัมพันธ์อย่างมีความหมาย แนวคิดเป็นผลมาจากการคิดสังเคราะห์ของแต่ละบุคคล”

De Cecco and Crawford (1974 : 10) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า “เป็นการจัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านี้ได้แก่ วัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ และบุคคล”

Shipman, et al. (1992 อ้างถึงใน อรรณพ จันทะฟู, 2554 : 26) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่า “เป็นการสร้างความหมายของความคิดขึ้นเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ปรากฏการณ์คือ สิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมแนวคิดจะมีการสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ได้พบเห็น”

West, et al. (1985 อ้างถึงใน อรรณพ จันทะฟู, 2554 : 25) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า “เป็นการเชื่อมโยงกลุ่มของคำง่ายๆ หรือการอธิบายเรื่องต่างๆ ที่เป็นข้อวินิจฉัย ซึ่งแทนองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดนั้น”

จากความหมายของแนวคิดที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ พอสรุปได้ว่า แนวคิด หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นชนิด ประเภทวัตถุ เหตุการณ์ ธรรมชาติหรือบุคคล ที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้นๆ

2.5.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 6) ได้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่า หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่ และนักเรียนได้รับก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้พัฒนาขึ้น ขณะที่นักเรียนเข้าใจโลกที่เขาอาศัยอยู่ โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ในปัจจุบัน และจากภาษาของตนเอง

ตรีคุณ โพธิ์หล้า (2554 : 8) ได้ให้ความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้ากันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน แนวคิดหนึ่งๆ อาจเกิดมาจากการนำเอาแนวคิดหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน และมีความรู้ในระดับสูงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประมวลความรู้ความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถนำมาสรุปถึงลักษณะที่สำคัญโดยเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นโดยตรง จนได้เป็นข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้นๆ ซึ่งแนวคิดวิทยาศาสตร์จะมีความเป็นสากล ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียน

2.5.3 แนวคิดคลาดเคลื่อน (Alternative Conceptions)

คำว่า “แนวคิดคลาดเคลื่อน” (Alternative Conceptions) ในภาษาไทยใช้ชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น มโนคติที่คลาดเคลื่อน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2532 : 95) แนวความคิดเลือก (ตรีคุณ โพธิ์หล้า, 2554 : 9) ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด (บุญเสริม ฤทธาภิรมย์, 2523 : 6) บางครั้งอาจจะใช้คำว่า “แนวคิดที่ผิดพลาด” (Misconceptions) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “แนวคิดคลาดเคลื่อน” และมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายดังนี้

ตรีคุณ โพธิ์หล้า (2554 : 9) ได้ให้ความหมายของแนวความคิดเลือก หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือปรากฏการณ์ใดๆ ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองจากประสบการณ์ และแตกต่างไปจากแนวความคิดที่คนทั่วไปยอมรับในขณะนั้น ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนเรียน เกิดขึ้นระหว่างเรียนหรือหลังจากเรียนไปแล้ว เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็ยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไข

พรพันธ์ บุ่งนาแซง (2550 : 2) ได้ให้ความหมายของแนวความคิดเลือก หมายถึง แนวความคิดของนักเรียนที่สร้างขึ้นมาจากตัวของนักเรียนเอง มักจะอาศัยการมีแนวความคิดล่วงหน้าหรือที่มีอยู่ก่อน (Preconceptions) ซึ่งไม่เคยได้รับการศึกษาเล่าเรียน หรือแนวความคิด ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในโรงเรียนสำหรับบูรณาการความรู้ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน แนวความคิดเลือกนี้อาจแตกต่างไปจากแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ทั้งหมด หรืออาจแตกต่างกันเป็นเพียงบางส่วน หรือสอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ และโดยทั่วไปแล้วแนวความคิดเลือกของนักเรียนที่นักวิจัยศึกษาจะเป็นแนวความคิดที่แตกต่างไปจากแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในขณะนั้น หรือเป็นแนวความคิดที่ผิดพลาด ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นมาตั้งแต่ก่อนเข้าในโรงเรียน เกิดจากการศึกษาเล่าเรียน หรือเกิดหลังจากการศึกษาเล่าเรียนไปแล้ว เมื่อเกิดขึ้นแล้วยังคงมีอยู่อีกนาน ยากต่อการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไข

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523 : 6) ได้ให้ความหมายของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า “เป็นการตั้งสมหรือสรุปความคิดที่ผิดพลาด และเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ช้าลง และไม่บังเกิดผล”

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2532 : 95) ได้ให้ความหมายของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า “เป็นความคิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง อันเนื่องมาจากการรับรู้ที่ไม่สมบูรณ์ และคลุมเครือ”

Garnett, et al. (1995 : 72) ได้ให้ความหมายของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า “เป็นแนวคิดที่นักเรียนศึกษาแล้วขัดแย้งกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการยอมรับในสังคมของนักวิทยาศาสตร์”

Vicentini (1993 อ้างถึงใน ศรีคุณ โพธิ์หล้า, 2554 : 11) ได้ให้ความหมายของแนวความคิดเลือก หมายถึง ความเชื่อพื้นฐานของผู้เรียนเกี่ยวกับความเป็นไปของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งเกิดมาจากประสบการณ์ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ผู้เรียนสามารถนำความเชื่อเหล่านี้ไปใช้กับเรื่องราวต่างๆ ได้โดยความเชื่อพื้นฐานของผู้เรียนอาจจะไม่กว้างขวางลึกซึ้งและสอดคล้องกันของนักวิทยาศาสตร์

Atwood and Atwood (1996 อ้างถึงใน ศรีคุณ โพธิ์หล้า, 2554 : 11) ได้ให้ความหมายของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า “เป็นการอธิบายแนวคิดที่ไม่ตรงกับการยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน”

สรุปได้ว่า แนวคิดคลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ รวมทั้งความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือปรากฏการณ์ใดๆ ที่นักเรียนได้จากประสบการณ์ อาจจะเกิดขึ้นก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรือหลังจากเรียนไปแล้ว ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ แนวคิดบางส่วนอาจเกิดจากตัวผู้เรียนที่สร้างขึ้นมาเอง อาจจะสอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งหมด หรือสอดคล้องเพียงบางส่วน หรืออาจจะผิดพลาดทั้งหมด

2.5.4 ความสำคัญของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่นักเรียนพบเจอได้ แต่ความยากคือ การที่นักเรียนจะสามารถเรียนรู้และเกิดการประยุกต์ความรู้ได้นั้นนักเรียนต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานคือ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ และทฤษฎี แต่ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความยากเพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นต้องเป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ (Empirical Study) และมัก

เป็นการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล นักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงพยายามทำความเข้าใจกระบวนการที่ทำให้เกิดความรู้ของแต่ละบุคคลโดยอาศัยแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) เป็นแนวคิดสำคัญในการอธิบายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมนั้นต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยครูมีหน้าที่คอยช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และเกิดการหาคำตอบจากการทำความเข้าใจด้วยตนเอง แต่ข้อมูลที่นักเรียนได้ค้นพบมีค่อนข้างมาก และการที่นักเรียนพยายามทำความเข้าใจข้อมูลเพื่อหาคำตอบนั้นอาจทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ (Misconceptions)

แนวคิดที่คลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่สามารถปรับให้เกิดความถูกต้องได้ยาก และเมื่อเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนแล้วจะคงอยู่กับนักเรียนเป็นเวลานาน ซึ่งหากไม่ทำการแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนก็จะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในระดับแนวคิดที่สูงขึ้นลดลง การจะทำการปรับแก้แนวคิดที่คลาดเคลื่อนจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญ และเกิดจากการที่นักเรียนนั้นใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีกระบวนการจัดกระทำข้อมูลอธิบายข้อมูลที่ได้พบเจออย่างมีเหตุผล เพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การที่นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้จะช่วยให้สามารถระบุวัตถุ ปรากฏการณ์ที่อยู่รอบตัวในสิ่งแวดล้อมได้ เกิดการจัดประเภทของข้อมูลของสิ่งเร้าต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมได้ และผลที่เกิดขึ้นนี้จะนำไปสู่การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น โดยอาจเกิดการพัฒนาเป็น หลักการ หรือทฤษฎี ได้ในที่สุด (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2557 : 2)

2.6 การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

การสำรวจแนวคิดของนักเรียนก่อนการเรียนการสอนนั้น จะทำให้ครูได้ทราบแนวคิดของนักเรียนว่านักเรียนมีแนวคิดพื้นฐานในเรื่องที่จะสอนอย่างไรบ้าง และแนวคิดใดบ้างที่ยังไม่ถูกต้องเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนแก้ไขแนวคิดของนักเรียนให้ถูกต้องก่อนการเรียนการสอนเพื่อการพัฒนาแนวคิดที่ถูกต้อง (วราภรณ์ เข้มจินดา, 2547 : 2) สำหรับคุณลักษณะของผู้ที่มีความเข้าใจในแนวคิดมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) ระบุตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่แนวคิดได้
- 2) ใช้แนวคิดอธิบายในสถานการณ์ใหม่ได้
- 3) ใช้แนวคิดในการตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาได้
- 4) ลงความเห็นหรือลงข้อมูลสรุปได้จากสถานการณ์
- 5) จัดข้อมูลที่ได้แยกกลุ่มตามความสัมพันธ์
- 6) จากสถานการณ์สามารถแยกข้อมูลและแนวคิดออกจากกันและสามารถเข้าใจในแนวคิดเริ่มต้น
- 7) จัดกลุ่มสิ่งต่างๆ ได้ง่ายโดยใช้หลักเกณฑ์ง่ายของตน
- 8) เรียนรู้ได้เร็วในหัวข้อใกล้เคียงกัน

ในการวัดแนวคิดนั้นผู้สอนต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่จะสามารถระบุแนวคิดของนักเรียนได้อย่างแท้จริงไม่ใช่วัดการท่องจำ (จรรยา ศาสตรา และคณะ, 2549 : 225) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

2.6.1 การทดสอบ

การทดสอบที่ใช้การสำรวจแนวคิดของนักเรียนนั้น มีหลายรูปแบบ ดังนี้

2.6.1.1 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-Choice Items) ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในรูปแบบวัดความรู้ และถูกปรับเพื่อใช้ในการศึกษาผลการเรียนรู้ในรูปของความรู้ ความเข้าใจ การตัดสินใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการทำนายผล แบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะมีความผิดพลาดที่เกิดจากการเดาน้อยกว่าแบบทดสอบชนิดถูกผิด และแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ มีความแตกต่างจากแบบทดสอบประเภทอื่น เนื่องจากสามารถใช้วัดความคิดของนักเรียนในระดับสูง เช่น ระดับการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล ซึ่งแบบทดสอบแบบถูกผิด จะวัดได้เพียงระดับความรู้ ความจำและความเข้าใจ (เยาดี วิบูลย์ศรี, 2540 : 145; Kubiszyn and Borich, 2003 : 64)

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 145) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่ดีสรุปได้ดังนี้

- 1) ข้อคำถามที่เป็นส่วนนำนั้น ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน กระชับรัดกุม ใจความและเรื่องที่ถามควรเป็นเรื่องสำคัญเพียงเรื่องเดียวในแต่ละข้อ
- 2) ตัวคำถามควรใช้ข้อความในเชิงบวก หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในเชิงปฏิเสธ แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้หรือเขียนเป็นตัวเน้นคำที่เป็นปฏิเสธเพื่อให้เห็นได้ชัดเจน และเป็นการเน้นตัวคำถามด้วย
- 3) ข้อกระทุ้ และข้อคำถามแต่ละข้อควรเป็นอิสระหรือแยกขาดจากกัน ไม่ขึ้นอยู่กับข้ออื่นๆ ในแบบทดสอบชุดนั้นๆ
- 4) ถ้าข้อคำถามข้อใดต้องอาศัยกราฟ ตาราง ฯลฯ ตัวคำถามและตัวเลือกจะต้องหาจากข้อมูลหรือมีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มาจากกราฟ หรือตารางประกอบนั้นๆ
- 5) ตัวเลือกที่ถูกควรเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือสมบูรณ์ที่สุด และจะต้องมีตัวเลือกที่ถูกเพียงตัวเดียวเท่านั้น
- 6) คำที่จะให้ความหมายควรให้อยู่ในตัวคำถาม ส่วนคำจำกัดความให้อยู่ในตัวเลือก
- 7) ควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือกประเภท “ถูกทุกข้อ” หรือ “คำตอบที่ถูกไม่ได้ให้ไว้”
- 8) ลักษณะของข้อคำถามจะต้องไม่เกิดการชี้แนะคำตอบ
- 9) การจัดเรียงตำแหน่งตัวเลือกที่ถูกของข้อต่างๆ ควรจะอยู่ในลักษณะสุ่มและกระจายตัวเลือกที่ถูกในส่วนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก
- 10) การจัดเรียงข้อกระทุ้ และการดำเนินการจัดพิมพ์ ควรให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน
- 11) ข้อคำถาม และคำตอบควรจะสิ้นสุดลงในหน้าเดียวกัน

2.6.1.2 แบบทดสอบชนิดถูกผิด (True – False Items) เป็นแบบทดสอบที่สามารถเขียนได้ง่ายและรวดเร็ว แต่แบบทดสอบแบบถูกผิดที่ดีไม่ใช่ว่าจะเขียนได้ง่ายๆ เนื่องจากมีนักเรียนถึงร้อยละ 50 มีโอกาสที่จะเดาคำตอบถูกโดยไม่ได้อ่านโจทย์ แต่มีวิธีการในการที่จะลดผลของการเดาได้โดยเพิ่มช่องว่างให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดให้ถูกต้อง (Kubiszyn and Borich, 2003 : 64) แบบทดสอบประเภทนี้เหมาะที่จะใช้วัดความจำที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง เช่น ชื่อบุคคล สถานที่ ผู้ตอบจะต้องมีความสามารถในการจำแนกข้อความของคำถามว่า “ถูก” หรือ “ผิด” ออกมาให้ได้

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 146) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบแบบถูกผิดที่ดีไว้ดังนี้

- 1) ข้อความที่ว่า “ถูก” หรือ “ผิด” นั้นควรประกอบด้วยเรื่องสำคัญที่จะถามเพียงเรื่องเดียว
- 2) ข้อคำถามจะเป็นจริงหรือไม่จริง ถูกหรือผิดนั้น ควรเป็นไปตามเหตุผลข้อเท็จจริงที่ทุกคนเห็นตรงกัน ไม่ควรเป็นข้อความที่เป็นความคิดเห็นส่วนบุคคล
- 3) คำ หรือภาษาที่ใช้ในข้อความควรมีความชัดเจนและสั้น หลีกเลี่ยงการขยายความจนยืดเยื้อโดยไม่จำเป็น
- 4) ใช้ข้อความที่เป็นคำเชิงปฏิเสธที่จำเป็นเท่านั้น เช่น คำว่าไม่เป็นหรือไม่เคย และเมื่อใช้ก็ควรขีดเส้นใต้ หรือเขียนเป็นตัวเน้นให้เห็นชัดเจน
- 5) ควรหลีกเลี่ยงการใช้ข้อความที่เป็นปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
- 6) หลีกเลี่ยงการใช้คำว่า “ทุกๆ” “ทั้งหมด” “ทั้งสิ้น” “เสมอ” “ปกติ” หรือคำในลักษณะเดียวกัน ทั้งนี้เพราะผู้ตอบอาจจะใช้ความรู้บางส่วนมาเดาคำตอบได้

2.6.1.3 แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือแบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด (Essay Items) ถูกนำมาใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถาม แบบทดสอบชนิดนี้จะมีปัญหามากในการตรวจให้คะแนน ทั้งด้านความเป็นธรรมในการให้คะแนน และความสะดวกรวดเร็ว แต่มีความเหมาะสมในการใช้วัดความรู้ในระดับการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ และการประเมิน (เขาวดี วิบูลย์ศรี, 2540 : 147; Kubiszyn and Borich, 2003 : 66)

Kubiszyn and Borich (2003 : 66) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการเขียนและการใช้แบบทดสอบแบบคำถามปลายเปิดดังต่อไปนี้

- 1) วิเคราะห์ว่าต้องการวัดการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับการวิเคราะห์ การตัดสินใจ หรือการคิดในระดับสูง
- 2) สร้างคำถามที่มีความชัดเจนและไม่คลุมเครือสำหรับนักเรียนและมีคำอธิบายที่ชัดเจน
- 3) เริ่มต้นประโยคคำถามด้วยการใช้คำ หรือวลีที่เป็นการเปรียบเทียบ สิ่งเหมือน สิ่งที่แตกต่างกัน การยกตัวอย่าง การทำนาย ไม่ควรเริ่มต้นคำถามด้วยคำว่า อะไร ใคร และเมื่อไร

- 4) หลีกเลี่ยงการให้นักเรียนเลือกข้อที่ตอบคำถาม เช่น เลือกตอบ 3 ข้อจากคำถามทั้งหมด 5 ข้อ หรือเลือกตอบ 4 ข้อ จากคำถามทั้งหมด 7 ข้อ เนื่องจากจะเป็นการลดความเที่ยงของแบบทดสอบ
- 5) กำหนดเวลาที่ใช้ และจำนวนหน้าของแบบทดสอบที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบแต่ละครั้ง เพื่อให้ นักเรียนสามารถทำข้อสอบได้อย่างสมบูรณ์
- 6) กำหนดคำถามให้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอน

2.6.2 การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เป็นการทำให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและมีความคลาดเคลื่อนน้อย เชื่อถือได้มาก และเป็นวิธีการที่ทำให้ได้ข้อเท็จจริงเพิ่มเติมจากที่ต้องการด้วยการสังเกตจาก สีหน้า ท่าทาง และคำพูดของผู้ถูกสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์นั้นจะต้องอาศัยประสบการณ์ และไหวพริบในการถามถึงแนวคิดที่ต้องการจากนักเรียนของแต่ละบุคคลแตกต่างกันไป (เขาวดี วิบูลย์ศรี, 2540 : 148) เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นด้วยภาษา และความคิดของตนเอง เพื่อสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งของและปรากฏการณ์ โดยไม่ได้หวังว่าแนวคิดของนักเรียนนั้นจะเป็นที่ยอมรับในเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ การสัมภาษณ์มีหลายวิธีดังนี้

2.6.2.1 การสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่าง (Interview-About-Instances) เป็นการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์จะยกตัวอย่างรูปภาพที่จัดอยู่ในแนวคิดและมีจัดอยู่ในแนวคิดนั้นแล้วให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกตอบว่าตัวอย่างรูปภาพแต่ละตัวอย่างนั้นจัดอยู่ในแนวคิดหรือไม่ และเพราะเหตุใด การสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่างสามารถตรวจสอบความเข้าใจลึกซึ้งของแนวคิดต่างๆ ได้ เช่น งานวิจัยเรื่องการศึกษาแนวคิดเรื่อง อาหาร โดยการสัมภาษณ์นักเรียนถึงตัวอย่างอาหารหรือไม่ใช่อาหาร และสัมภาษณ์แนวคิดของนักเรียนถึงเหตุผลที่เลือกตอบ เป็นหรือไม่เป็นอาหารเพราะเหตุใด งานวิจัยเรื่องการศึกษาแนวคิดเรื่อง พืช ผู้วิจัยใช้การ์ดที่ประกอบด้วยรูปแครอท หูฉลาม ต้นโอ๊ก และเมล็ดพืช จากนั้นผู้วิจัยถามนักเรียนว่าตามความเข้าใจของท่าน รูปใดเป็นพืชบ้าง (White และ Gunstone, 1992)

2.6.2.2 การสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ (Interview-About-Events) เป็นการใช้คำถามจากการยกตัวอย่างภาพหลายเส้นที่เป็นสถานการณ์ขึ้นเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดกับสถานการณ์ หรือความสามารถในการแปลความหมายจาก

ปรากฏการณ์ การสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์จะทำให้ทราบถึงจินตนาการของนักเรียนได้ (White และ Gunstone, 1992 : 2) โดยการสัมภาษณ์จะเป็นการสนทนาที่ถูกจัดขึ้นเพื่อนำความเข้าใจของนักเรียนออกมา ซึ่งจะมีคำถามมากกว่าหนึ่งคำถามในแต่ละเรื่องที่ศึกษา

ตรีคุณ โพธิ์หล้า (2554 : 15) ได้กล่าวถึงข้อดีของการวัดแนวคิดโดยการสัมภาษณ์ ดังนี้

- 1) ได้รับคำตอบจากผู้ให้สัมภาษณ์อย่างครบถ้วนทั้งจำนวน และลักษณะข้อมูลที่ต้องการ
- 2) ข้อมูลที่ได้รับมีความคลาดเคลื่อนน้อย เชื่อถือได้มาก เพราะได้สัมภาษณ์มาโดยตรง
- 3) สร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้สัมภาษณ์และผู้ที่ถูกสัมภาษณ์
- 4) หลังจากการสัมภาษณ์แล้วเป็นการสร้างความสัมพันธ์เข้ากันได้ดีขึ้น
- 5) เป็นวิธีการได้ข้อเท็จจริงเพิ่มเติมจากที่ต้องการด้วยการสังเกตสีหน้าพฤติกรรมในการตอบคำถาม
- 6) ในขณะที่สัมภาษณ์ถ้ามีข้อสงสัยข้องใจก็สามารถถามทบทวนได้ทันทีซึ่งจะทำให้ผู้สัมภาษณ์เข้าใจประเด็นต่างๆ ดีขึ้นก่อนตอบ

2.6.3 การใช้แผนผังแนวคิด

แผนผังแนวคิดมีจุดประสงค์สำหรับใช้แทนความสัมพันธ์อันมีความหมายระหว่างแนวคิดต่างๆ โดยทำให้อยู่ในรูปของแนวคิดอย่างน้อย 2 แนวคิดที่แสดงออกมาด้วยภาษา และเชื่อมกันด้วยคำเชื่อม แผนผังแนวคิดจะทำให้เกิดความเข้าใจอันแจ่มแจ้งแก่นักเรียนและครูเกี่ยวกับความคิดสำคัญต่างๆ และยังให้บทสรุปเค้าโครงของสิ่งที่ได้เรียนไปแล้ว ดังนั้นแผนผังแนวคิดจึงเป็นเครื่องมือวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนได้อีกแนวทางหนึ่ง โดยครูเป็นผู้กำหนดจำนวนแนวคิดของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วให้นักเรียนเขียนแสดงออกมาในเวลาที่กำหนด และพิจารณาให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาจากการแสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงได้ถูกต้อง การมีตัวอย่างประกอบ ความซับซ้อนลดหลั่นกันลงมา หรือจำนวนระดับของแผนภูมิแนวคิด (ยิ่งซับซ้อนมากและถูกต้องควรจะได้คะแนนมาก) ตลอดจนการใช้แนวคิดที่กำหนดให้ได้ครบทั้งหมด ซึ่งครูควรตั้งเกณฑ์คะแนนไว้ก่อน (มนัส บุญประกอบ, 2533 : 26)

สรุปได้ว่า การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี เช่น การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ การใช้แบบทดสอบชนิดถูกผิด การใช้แบบทดสอบแบบคำถามปลายเปิด การสัมภาษณ์ และการใช้แผนผังแนวคิด ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบวินิจัยตัวเลือก 2 ลำดับขั้น แบบเลือกตอบร่วมกับแบบคำถามปลายเปิด เพราะใช้เป็นรูปแบบของความรู้ ความเข้าใจ สะดวกในการตัดสิน และเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก

2.7 การจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาในต่างประเทศหลายท่านได้กำหนดแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนไว้แตกต่างกัน สรุปได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

2.7.1 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม (Marek, et al., 1990 : 825) มีแนวทางการจัดกลุ่มดังนี้

- 1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด
- 2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
- 3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Limited Understanding) หมายถึง คำตอบที่มีบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง และบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
- 4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Misunderstanding) หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงความไม่เข้าใจในแนวคิดนั้นๆ

2.7.2 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม (Haidar, 1997 : 185; Atwood, 1996 : 553) มีแนวทางการจัดกลุ่ม ดังนี้

- 1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding หรือ Complete Understanding หรือ Scientific Conception) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding หรือ Complete Explanation) หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่เป็นไปตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ ไม่กล่าวถึง

3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Specific Misconception) หมายถึง คำตอบที่บางองค์ประกอบมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และบางองค์ประกอบมีแนวคิดไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific Misconception หรือ Complete Misunderstanding) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถาม แต่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) ไม่มีแนวคิด (No Understanding หรือ No Conception หรือ No Response) หมายถึง อธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม หรือตอบว่าไม่ทราบ

2.7.3 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม (Abraham, et al., 1992 : 107) มีแนวทางการจัดกลุ่ม ดังนี้

1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding) หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่เป็นไปตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ ไม่กล่าวถึง

3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Specific Misconception) หมายถึง คำตอบที่มีบางองค์ประกอบมีแนวคิดที่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific Misconception) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถาม แต่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) ไม่มีแนวคิด (No Understanding) หมายถึง พูดยกเว้นคำถาม หรือไม่อธิบายเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม

6) ไม่มีคำตอบ (No Response) หมายถึง ตอบว่าไม่ทราบ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม เนื่องจากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศส่วนใหญ่พบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านที่จัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม โดยการจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม แตกต่างจากการจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่มคือ เพิ่มกลุ่มที่ไม่มี

แนวคิดเข้ามา ซึ่งผู้วิจัยมีความคิดว่า การที่นักเรียนตอบคำถามว่าไม่ทราบนั้นหมายความว่า นักเรียนไม่มีแนวคิดในเรื่องที่ถาม ซึ่งถ้าเป็นการประเมินในรูปของแนวคิดก็ควรอยู่ในกลุ่มที่แยกออกจากกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์การจัดกลุ่มแนวคิดของ Haidar (1997 : 185) ดังนี้

1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding; SU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ทั้งหมด

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding; PU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ หรือเลือกคำตอบถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถให้เหตุผลในการเลือกคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด

3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception; PUSM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ หรือเลือกคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบซึ่งมีบางส่วนสอดคล้องและยังมีบางส่วนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์

4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific Misconception; SM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในการเลือกไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์

5) ไม่มีแนวคิด (No Understanding) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบ หรือตอบว่าไม่ทราบ หรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

ชัยนต์ ศรีเชียงหา (2554 : 62) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่อง สมดุลเคมีและเจต-คติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่าในระยะแรกนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนในแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้ ค่าคงที่สมดุล และปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะสมดุล นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี

และหลักของเลอชาเตอลิเอ และการวิจัยในระยะที่สองพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้ให้ความสำคัญกับการใช้คำถามที่ช่วยให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน ใช้กระบวนการสร้างแสดงออก ทดสอบและประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น ประกอบกับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เน้นการเชื่อมโยงเคมีทั้ง 3 ระดับ ช่วยให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ทั้งในระดับมหภาคและจุลภาคได้ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีให้มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และยังพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีในระดับปานกลางในทุกๆ ด้าน

ณัชรฤต เกื้อทาน (2554 : 299) ได้ศึกษาแบบจำลองความคิดเรื่อง พันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองความคิดที่ไม่ถูกต้องตามแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในทั้ง 3 หัวข้อหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อย่อยต่อไปนี้เป็นโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิก แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล การนำไฟฟ้าของสาร โครงสร้างร่างตาข่าย และการเกิดพันธะโลหะ นอกจากนั้นยังพบว่านักเรียนได้นำเอาประสบการณ์หรือคำอธิบายในชีวิตประจำวันมาใช้อธิบายพันธะเคมีและสมบัติของสาร จากผลการวิจัยได้ข้อเสนอแนะว่าครูเคมีควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้สร้าง ทดสอบ และประเมินแบบจำลองความคิดของตนเองซึ่งจะทำให้ นักเรียนเข้าใจแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นอีกว่าสิ่งที่ เป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งในการเรียนรู้ในเรื่องนี้ คือ นักเรียนมีแบบจำลองความคิดที่เป็นพื้นฐานไม่ถูกต้องและไม่เข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงส่งผลให้เป็นอุปสรรคของการเรียนในเรื่องต่อไป

ฮามีด๊ะ มุสอ (2555 : 85) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยในระยะแรกพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด-เบส การไทเทรตกรด-เบส และสมบัติของสารละลายกรดและเบส ตามลำดับ สำหรับแนวคิดที่นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุดได้แก่ แนวคิดเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์และอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส นอกจากนี้ยังพบว่าแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและแนวคิดเรื่องการไทเทรตกรด-เบส ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนการวิจัยในระยะที่สองพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างแบบ

จำลองทางความคิด ใช้คำถามปลายเปิดที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความคิดเดิม และมีการ
 สาธิตการทดลองหรือการสร้างสถานการณ์แล้วให้วาดภาพ ขึ้นแสดงออกแบบจำลอง ควรให้อิสระ
 ในการนำเสนอแบบจำลองด้วยการวาดภาพ การใช้ลักษณะท่าทาง การใช้คำพูด และเน้นการใช้
 สิ่งของ ขึ้นทดสอบแบบจำลอง เน้นการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาค ส่งเสริมให้
 นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ขึ้นประเมินแบบจำลอง เน้นการใช้คำถามเพื่อให้ร่วมกันอภิปราย มีการ
 ใช้สื่อที่หลากหลายเชื่อมโยงเคมีทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับสัญลักษณ์และระดับจุลภาค
 และเน้นให้ทบทวนความรู้พื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลอง ขึ้นขยายแบบจำลอง นำ
 แบบจำลองที่ปรับปรุงมาใช้อธิบายโจทย์ใหม่ๆ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
 นอกจากนี้ยังพบว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่
 ร้อยละ 46.0 มีแบบจำลองความคิดสอดคล้องบางส่วนในทุกแนวคิด ยกเว้นแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด-
 เบสและสารละลายบัฟเฟอร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้อง
 บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์

ลำพูน สิงห์ขา (2555 : 95) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมโนคติทาง
 วิทยาศาสตร์เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการ
 เรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
 ทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 6 ด้าน
 อยู่ระหว่าง 0.68 – 1.35 โดยนักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับปานกลาง และผ่านเกณฑ์
 ร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดและความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องอัตราการ
 เกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในระดับสมบูรณ์ (CU) และระดับไม่
 สมบูรณ์ (PU) สูงขึ้น และมีความเข้าใจมโนคติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ระดับ
 คลาดเคลื่อน (AC) และระดับไม่เข้าใจ (NU) ลดลง โดยนักเรียนมีการปรับเปลี่ยนมโนคติทาง
 วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงสุด คือ ร้อยละ 76.09
 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 67.40 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา
 เคมี คือ ร้อยละ 56.52 พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอุณหภูมิของสารกับอัตราการ
 เกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 50.00 ตัวเร่งตัวหน่วงกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 30.43
 และพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี น้อยสุด คือ ร้อยละ 28.26

รวิวรรณ เมืองรามัญ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2556 : 40) ได้ศึกษาผลการส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์และมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์บางส่วนเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นอกจากนี้นักเรียนยังมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน และแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจำนวนลดลง และหลังเรียนไม่มีนักเรียนคนใดที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกของเรา ของนักเรียนได้

อุสาห์ มาชัย (2556 : 65) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เสริมด้วยกลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 17.43 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.81 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 29.80 คิดเป็นร้อยละ 85.16 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 13.52 คิดเป็นร้อยละ 54.09 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 21.09 คิดเป็นร้อยละ 84.35 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

พัสดวัน นาใจแก้ว และวรัญญา จิระวิบูลวรรณ (2557 : 6-8) ได้ศึกษาผลการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายและการเปรียบเทียบแบบอุปมาอุปไมยต่อมโนคติเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าครูที่สอนตรงจุดกับไม่ตรงจุดหรือครูที่มีประสบการณ์สอนมากหรือน้อยมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงไม่แตกต่างกัน มโนคติที่คลาดเคลื่อนของครูก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย และการเปรียบเทียบแบบอุปมาอุปไมยช่วยทำให้ครูมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงลดลง

กัสสร สอนพิมพ์พ่อ (2557 : 90) ได้ศึกษาการพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง และการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโดยใช้ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียน การสอนแบบโดยใช้ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลงทุกมโนคติ ดังนี้ 1) มโนคติเรื่อง ธรรมชาติของแสง พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็น ร้อยละ 67.80 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 34.28 2) มโนคติเรื่อง การสะท้อนของแสง พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 39.04 หลังเรียน พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 14.28 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโดยใช้ทำนาย-สังเกต-อธิบายมีเข้าใจเรื่องแสงและการมองเห็นมากขึ้นกว่าก่อนเรียน

นิภาภรณ์ จันทะโยธา (2558 : 102) ได้ศึกษาการพัฒนาวิธีทางมโนคติวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีชนิดของความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น มีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และพัฒนาวิธีมโนคติของนักเรียนได้ดี แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถสร้างความเข้าใจมโนคติของนักเรียนได้

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Clement (2000 : 1044) ได้ศึกษาหลักสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ ขอบเขตการนำเสนอเป็นปัจจัยต่อการคิด ความรู้ความเข้าใจที่เชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนที่สามารถช่วยให้จัดระเบียบปัญหาการวิจัยได้ บทความในเรื่องนี้เสนอการเชื่อมโยงแนวคิด เช่น ความสอดคล้องกันของแบบจำลอง เป้าหมายของแบบจำลอง แนวคิดก่อนเรียน กระบวนการเรียนรู้และทักษะการให้เหตุผล โดยการเชื่อมโยงข้อมูลและขยายความข้อมูลหลัก ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนแนวคิดเป็นอีกทฤษฎีที่ประสบความสำเร็จสามารถให้คำแนะนำแก่ครูผู้สอนที่จัดรูปแบบของการเรียนการสอนตามหลักการเดิม ซึ่งความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวในการเรียนรู้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นครูจำเป็นต้องทำงานเพื่อพัฒนาทฤษฎีใหม่ๆ ที่ช่วยในการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดของนักเรียนสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำลังเลื่อนหายไปในปัจจุบัน

Zuziwe (2001 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เพื่อเพิ่มความเข้าใจเรื่องปฏิกิริยาเคมี (งานวิจัยนําร่อง) โดยการสัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคลและครูเกี่ยวกับการสอบก่อนเรียน หลังเรียน การสังเกตในชั้นเรียนและการตอบคำถามต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าครูสามารถใช้รูปแบบการสอนแบบ POE ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการคาดการณ์ของนักเรียนตามบริบทของครูได้ ซึ่งประสิทธิผลด้วยการสอนแบบ POE ขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีที่ครูใช้ ครูจะต้องมีความสามารถที่จะช่วยเหลือนักเรียนในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการคาดการณ์ของนักเรียนกับสิ่งที่ได้จากการสังเกต ในตอนแรกนักเรียนจะรู้สึกกลัว ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ครูจึงมีหน้าที่กระตุ้นตลอดเวลา

Rosaria (2009 : 33) ได้ศึกษาเรียนรู้วิธีการสร้างแบบจำลองสำหรับห้องเรียนวิทยาศาสตร์: บทบาทที่สำคัญของครูในการส่งเสริมการพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียน งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการสร้างแบบจำลองเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่การประสบความสำเร็จ เพราะกระบวนการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์แบบจำลองและนักเรียน จากการวิเคราะห์วิธีการสร้างแบบจำลองจะใช้รูปแบบของการสร้างแบบจำลองเป็นแผนภาพ ซึ่งจะเป็กรอบในการพัฒนากลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนที่แสดงแนวคิดที่เป็นนามธรรมในทางเคมีของนักเรียน โดยงานวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างแบบจำลองเรื่องพันธะเคมี เพื่อตอบคำถามการวิจัยที่ว่า สิ่งที่ครูต้องทำเพื่อส่งเสริมพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนพบว่า รูปแบบที่มีศักยภาพที่ดีสำหรับครูต้องประกอบด้วย การแสดงเหตุผลสำคัญการส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์ เปิดโอกาสและสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละครั้งต้องเน้นการทำงานร่วมกันระหว่างเพื่อนในชั้นทั้งการวางแผนแบบจำลอง การดำเนินงานสร้างแบบจำลอง และการประเมินผลกิจกรรมการสร้างแบบจำลองที่ใช้

Nesli, et al. (2012 : 556) ได้ทำการศึกษาประสิทธิผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในการพิสูจน์ความเข้าใจของนักเรียนในวิชาเคมีเรื่องกรด-เบส : กรณีแนวคิดเรื่อง pH, pOH และความแข็งแรง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกรดอ่อนและกรดแก่ นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า การสอนแบบ POE ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคาดการณ์และให้เหตุผลในการทำนายผลจากคำถามปลายเปิดของนักเรียน จากงานวิจัยยังเผยให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับค่า pH และ pOH โดย

นักเรียนเชื่อว่า pH เป็นการวัดค่าความเป็นกรดเท่านั้น ในขณะที่ pH นั้นใช้วัดค่าความเป็นเบสได้ด้วย

Israel, et al. (2014 : 305) ได้ศึกษาผลของการใช้กลวิธีแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายต่อนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการละลายของเกลือ ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนในกลุ่มทดลอง (EG) ที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ POE ได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม (CG) ที่สอนโดยใช้วิธีการแบบดั้งเดิมนอกจากนี้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนใหม่ 2 แนวคิด ได้แก่ 1) เกลือละลายในน้ำได้ดีเมื่อมันเป็นเม็ดๆ และ 2) โซเดียมคลอไรด์ไม่ได้เป็นสารประกอบไอออนิก ผลการศึกษานี้เป็นสิ่งที่นักการศึกษาและนักพัฒนาหลักสูตรจะต้องเน้นย้ำและนำองค์ประกอบของ POE รวมไว้ในหลักสูตรเพื่อเป็นแบบจำลองสำหรับการพัฒนาแนวความคิดในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ผู้วิจัยขอเสนอวิธีการดำเนินงานวิจัยในหัวข้อต่างๆ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 รูปแบบการวิจัย

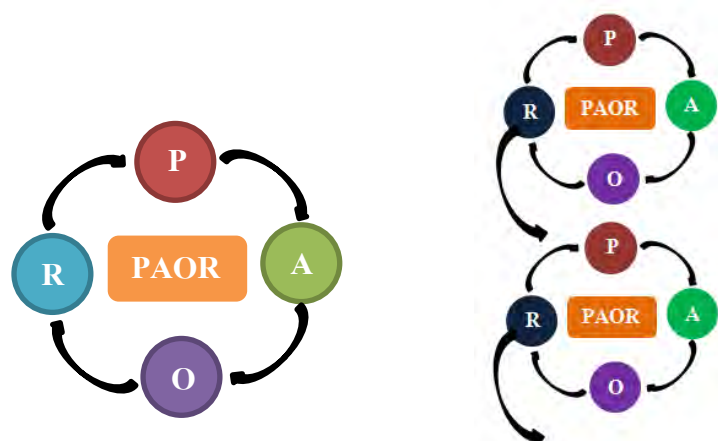
การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) เนื่องจากผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในเรื่องแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนของตนเองในเรื่องดังกล่าว โดยผู้วิจัยต้องการศึกษาการใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องการพัฒนาเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอนของตนเอง ด้วยการใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ส่งเสริมการพัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ของนักเรียน จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับหลักการวิจัยปฏิบัติการที่ผู้ปฏิบัติงานประสบปัญหาเกี่ยวเนื่องกับงานที่ปฏิบัติและต้องการพัฒนาการปฏิบัติงานของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (1988 : 22-25) ที่ประกอบด้วยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผน (Plan) 2) ขั้นการปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นการสังเกต (Observe) 4) ขั้นการสะท้อน (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรที่เรียกว่า วิจัยปฏิบัติการ (Action Research Spiral) หรือที่สุวิมล ว่องวานิช (อ้างถึงในพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และคณะ, 2543 : 156-194) เรียกว่า วงจร PAOR โดย P ย่อมาจาก Plan A ย่อมาจาก Action O ย่อมาจาก Observation และ R ย่อมาจาก Reflection โดยมีวงจรตามรูปที่ 3.1 และมีรายละเอียดของการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ขั้นการวางแผน (Plan) ผู้วิจัยทำการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 แผนรวม 13 ชั่วโมง พร้อมทั้งแบบฝึกหัดใบกิจกรรม แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และแบบสะท้อนผลการปฏิบัติ

3.1.2 ขั้นการปฏิบัติตามแผน (Action) ผู้วิจัยทำการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ โดยทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมในระหว่างการเรียนการสอน ทำแบบฝึกหัดทบทวนทุกครั้งหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเขียนอนุทินสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และในระหว่างทำการสอนทำการบันทึกวิธีทัศน์การสอนของตนเองเพื่อช่วยให้เก็บข้อมูลได้ครอบคลุมมากขึ้น ทั้งในการสังเกตการสอนของตัวผู้วิจัยเองและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ในระหว่างที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอน เมื่อจบการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกแบบสะท้อนผลการปฏิบัติเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

3.1.3 ขั้นการสังเกต (Observation) ผู้วิจัยสังเกตการปฏิบัติการสอนของตนเองผ่านวิธีทัศน์ ตามกรอบการสังเกตที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้สะท้อนการปฏิบัติการสอนได้อย่างลึกซึ้งและครอบคลุมทุกประเด็น

3.1.4 ขั้นการสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection) จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการสอนของตนเอง ผู้วิจัยเขียนสะท้อนผลการปฏิบัติการสอนของตนเองลงในบันทึกผลการปฏิบัติงานของครู โดยครอบคลุมประเด็นต่างๆ คือ การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สิ่งที่ได้รับจากการจัดการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนในครั้งถัดไป จากนั้นนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับปรุงการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป



รูปที่ 3.1 แสดงวงจร PAOR แนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart

ที่มา: Kemmis and Mc Taggart, 1998

ทั้งนี้ในการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวัดทั้งหมด 2 ครั้ง คือ การวัดก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ด้วยแบบวัด 2 ฉบับที่เป็นคู่ขนานกัน ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนจะวัดโดยทำกิจกรรมตามใบงานและทำแบบฝึกหัดบทวนหลังการจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้นในแต่ละแผน ดังสรุปวิธีการดำเนินการวิจัยตามวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังรูปที่ 3.2

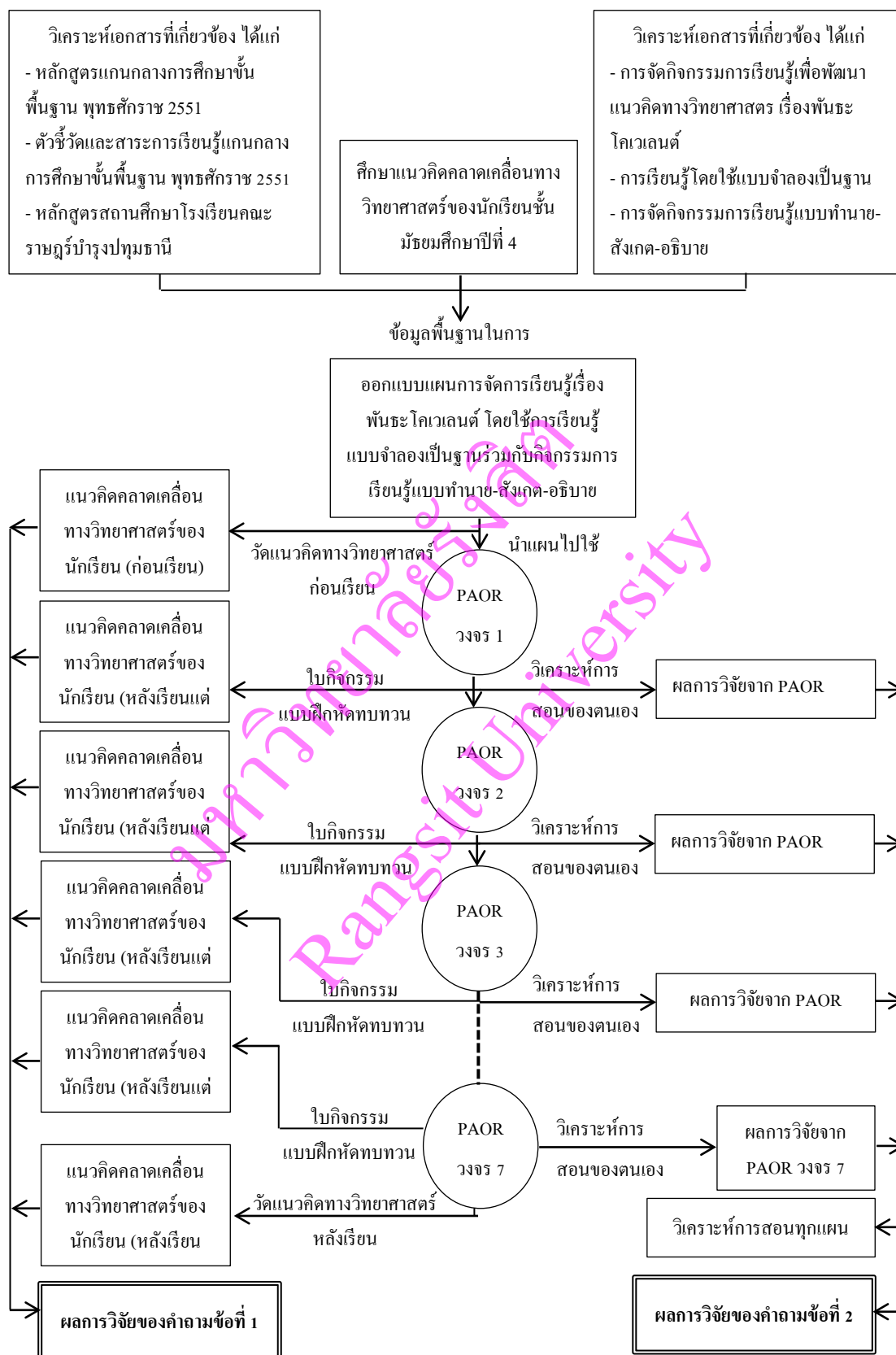
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2558 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนวิทย์-คณิต ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี จำนวน 140 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 แผนวิทย์-คณิต ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน เป็นนักเรียนชาย 4 คน นักเรียนหญิง 32 คน



รูปที่ 3.2 การดำเนินการวิจัย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ คือ

3.3.1.1 แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้ในการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี จำนวน 36 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 หลังการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย โดยจะครอบคลุมในแนวคิดหลักเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกและเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก (Two-Tier Diagnostic Test) ประกอบด้วย 2 ชุด คือ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาตำรา วารสาร และรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดแนวคิด เพื่อกำหนดรูปแบบของเครื่องมือในการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวัดแนวคิดแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกและเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก (Two-Tier Diagnostic Test)

2) ศึกษารายละเอียดเรื่องพันธะโคเวเลนต์ จากหนังสือแบบเรียนคู่มือครูวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3) กำหนดแนวคิดที่ต้องการวัด และจัดทำตารางวิเคราะห์แนวคิดเรื่องพันธะโคเวเลนต์ โดยคัดเลือกแนวคิดทั้งหมดให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ เนื้อหาของหลักสูตร ผู้วิจัยกำหนดแนวคิดตามหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

3.1) การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ และโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

3.2) การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์

3.3) ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

3.4) แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

3.5) รูปร่างของโมเลกุล

3.6) สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

3.7) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

4) สร้างแบบวัดแนวคิด โดยกำหนดแนวคำถาม และคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม ชัดเจน และสอดคล้องกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบบวัดแนวคิดนี้เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกและเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก (Two-Tier Diagnostic Test) จำนวน 20 ข้อ จำนวน 2 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดคู่ขนานกัน

5) นำแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา รวมถึงภาษาที่ใช้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนดังนี้ (สุวิมล ตรีภานนท์, 2556 : 112)

5.1) ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ความสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

5.2) ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ความสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

5.3) ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

นำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.00 ไว้

6) นำแบบวัดแนวคิดที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญตรวจและให้ข้อเสนอแนะกลับมาแก้ไขปรับปรุง และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนเดียวกันที่เรียนเรื่องพันธะโคเวเลนต์มาแล้ว เพื่อดูความถูกต้องด้านภาษา และความเหมาะสมของเวลาและวัย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-1.00 ไว้จำนวน 20 ข้อ

7) นำแบบวัดแนวคิดที่ผ่านการปรับปรุงมาแล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจและให้ข้อเสนอแนะอีกครั้ง จากนั้นจัดทำแบบวัดแนวคิดที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

3.3.1.2 แบบวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวิเคราะห์แนวคิดของคำตอบนักเรียนเป็นรายข้อ โดยแบ่งเกณฑ์คะแนนออกเป็น 5 ระดับ ตามความถูกต้องของเนื้อหาตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นๆ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) ดังนี้

ระดับคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์	ให้	5	คะแนน
ระดับคำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ให้	4	คะแนน
ระดับคำตอบที่ถูกต้องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
คลาดเคลื่อนบางส่วน			
ระดับคำตอบที่คลาดเคลื่อน	ให้	2	คะแนน
ระดับที่ไม่มีคำตอบหรือไม่ตอบคำถาม	ให้	1	คะแนน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 3 เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกหัดและใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ จำนวน 7 แผน จำนวน 13 ชั่วโมง สร้างขึ้นตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ เพื่อศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน เป็นนักเรียนชาย 4 คน นักเรียนหญิง 32 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์รายวิชา และขอบเขตของรายวิชาเคมี จากเอกสารหลักสูตร เช่น เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เอกสารหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี หนังสือแบบเรียนเคมี คู่มือครู และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องพันธะโคเวเลนต์

2) กำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ในเรื่องพันธะโคเวเลนต์ และจัดลำดับแนวคิดที่สำคัญในเรื่องพันธะโคเวเลนต์ เพื่อสร้างกรอบแนวคิดเรื่องพันธะโคเวเลนต์

3) นำกรอบแนวคิดที่สร้างขึ้นให้ผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วนของเนื้อหา และความตรงตามมาตรฐานการศึกษา

4) ศึกษาตำรา วารสาร และรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายที่ใช้ในการวิจัย โดยกำหนดรูปแบบและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย และนำผลการสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง

5) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ได้ด้วยตนเอง นำไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในด้านความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ เนื้อหา สื่อการสอน การวัดและประเมินผล ใบบกิจกรรม แบบฝึกหัด และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนดังนี้ (สุวิมล ติรกันันท์, 2556 : 112)

5.1) ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ นั้นมีความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ เนื้อหา สื่อการสอน การวัด และประเมินผล ใบบกิจกรรม แบบฝึกหัด และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

5.2) ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ นั้นมีความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ เนื้อหา สื่อการสอน การวัด และประเมินผล ใบบกิจกรรม แบบฝึกหัด และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

5.3) ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ นั้นไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ เนื้อหา สื่อการสอน การวัด และประเมินผล ใบบกิจกรรม แบบฝึกหัด และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

นำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยได้ค่า IOC 1.00 ทุกองค์ประกอบของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป ซึ่งสามารถสรุปเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายได้ดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	จำนวนชั่วโมง
1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์และโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต	2
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์	1
3. ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	2
4. แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์	1
5. รูปร่างของโมเลกุล	3
6. สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	2
7. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	2

นอกจากนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ยังมีแบบฝึกหัดและใบกิจกรรม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่แทรกอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณในการจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องพันธะโคเวเลนต์ หลังจากการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

3.3.2.2 แบบสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นเครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัยหลังจากปฏิบัติการสอนเสร็จสิ้นในหนึ่งแผน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขในแผนถัดไป แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) อนุทินสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมและเป็นอุปสรรคต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ของนักเรียนเมื่อเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1) ศึกษาตำรา วารสาร และรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างอนุทินสะท้อนความคิด เพื่อกำหนดหัวข้อการเขียนอนุทินสะท้อนพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1.1.1) นักเรียนได้รับความรู้อะไรจากการจัดการเรียนการสอน

1.1.2) นักเรียนมีความรู้สึกละเอียดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของครู

1.1.3) มีปัญหาอะไรบ้างที่นักเรียนพบจากการสอน

1.1.4) การจัดการเรียนการสอนรูปแบบใดที่นักเรียนชอบเรียน

1.2) นำหัวข้อที่กำหนดไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้สอดคล้องกับคำถามการวิจัย และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2) บันทึกผลการปฏิบัติงานของครู เป็นบันทึกที่ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่างๆในระหว่างที่ผู้วิจัยทำการวิจัย โดยจะจดบันทึกสิ่งที่สังเกตได้อย่างละเอียดตามความเป็นจริง เพื่อตอบคำถามการวิจัยสิ่งที่ผู้วิจัยบันทึกจะครอบคลุมหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1) วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไร

2.2) ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างไร

2.3) สิ่งที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนการสอน

2.4) การจัดการเรียนการสอนในครั้งถัดไปควรจัดอย่างไร

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยเพื่อตอบคำถามการวิจัย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ใช้ระยะเวลาวิจัยรวมทั้งหมดจำนวน 15 ชั่วโมง โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังรายละเอียดดังนี้

3.4.1 การแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะไกลเลนด เมื่อได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำน่ายสังเกต-อธิบาย ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย จำนวน 1 ชั่วโมง

2) ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามใบงานในระหว่างการเรียนการสอนและทำแบบฝึกหัดทบทวนทุกครั้งหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งแทรกอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน จำนวน 13 ชั่วโมง

3) ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ครบทั้ง 7 แผน จำนวน 1 ชั่วโมง

3.4.2 การพัฒนาเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วบันทึกรายละเอียดข้อมูลด้วยแบบบันทึกผลการปฏิบัติงานของครู และการให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง ร่วมกับการบันทึกวีดิโอทุกครั้งที่ทำการสอนในแต่ละแผน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.5.1 การแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ เมื่อได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

1) ตรวจสอบคำตอบแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนเรื่องพันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพในการลงข้อสรุปเกี่ยวกับกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2) นำคำตอบที่ได้จากการทำแบบวัดแนวคิดของนักเรียน มาวิเคราะห์และจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยจำแนกแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ตามแนวคิดการจัดกลุ่มของ Haidar (1997 : 185) ดังนี้

2.1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding; SU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ทั้งหมด

2.2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding; PU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ หรือเลือกคำตอบถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถให้เหตุผลในการเลือกคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด

2.3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception; PUSM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ หรือเลือกคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบซึ่งมีบางส่วนสอดคล้องและยังมีส่วนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์

2.4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific Misconception; SM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในการเลือกไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์

2.5) ไม่มีแนวคิด (No Understanding; NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบหรือตอบว่าไม่ทราบ หรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม

3) นำคำตอบของนักเรียนที่ผู้วิจัยได้จำแนกกลุ่มแนวคิดแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและตรวจสอบความถูกต้อง โดยผู้วิจัยให้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแนวคิด เพื่อประกอบการพิจารณาแบ่งกลุ่มแนวคิด แล้วนำผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขจัดกลุ่มใหม่อีกครั้ง ซึ่งก่อนที่จะแก้ไวนั้นผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญได้ประชุมเพื่อหาข้อสรุปประเด็นหรือการแบ่งกลุ่มให้สอดคล้องกัน

4) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าสถิติความถี่ ร้อยละ ของกลุ่มแนวคิดในแต่ละเรื่อง และข้อมูลเชิงคุณภาพในการลงข้อสรุป

3.5.2 การพัฒนาเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งได้จากการบันทึกรายละเอียดข้อมูลด้วยแบบบันทึกผลการปฏิบัติงานของครู และการให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

1) นำบันทึกผลการปฏิบัติงานของครู และอนุทินสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ทุกแผนมาวิเคราะห์ โดยการตีความและลงข้อสรุป

2) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาลงข้อสรุปเป็นประเด็นๆ เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนาเทคนิคและวิธีการสอนที่ส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ผู้วิจัยขอเสนอผลการดำเนินงานวิจัยในหัวข้อต่างๆ ตามคำถามวิจัยดังต่อไปนี้

1) นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์อย่างไร ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

2) เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีลักษณะอย่างไร

4.1 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดที่มีลักษณะคู่ขนานกัน

การศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ด้วย

การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมพบว่า นักเรียนร้อยละ 53.97 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ พันธะโคเวเลนต์ ร้อยละ 37.30 ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 6.75 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 0.40 มีแนวคิดที่ถูกต้อง ร้อยละ 0.40 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน

ตารางที่ 4.1 ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ใน ระดับต่างๆ ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับ กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (N=36)

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (%)				
	SU*	PU*	PUSM*	SM*	NU*
1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์และโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต	0.00	0.00	8.33	69.44	22.22
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	0.00	2.78	2.78	44.44	50.00
3. ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	0.00	0.00	5.56	58.33	36.11
4. แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์	2.78	0.00	11.11	52.78	33.33
5. รูปร่างของโมเลกุล	0.00	0.00	5.56	58.33	36.11
6. สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	0.00	0.00	2.78	44.44	44.44
7. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	0.00	0.00	11.11	50.00	38.89
รวมเฉลี่ย	0.40	0.40	6.75	53.97	37.30

*SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PUSM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด

จากการวิเคราะห์ตารางที่ 4.1 ข้อมูลผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ก่อนการเรียนรู้เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนถึงร้อยละ 53.97 และรองลงมาคือ นักเรียนไม่มีแนวคิดเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์ร้อยละ 37.30 นอกจากนี้ยังพบว่า แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนส่วนใหญ่คือ แนวคิดเรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์และโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต (แนวคิดหลักหัวข้อที่ 1) คิดเป็นร้อยละ 69.44 รองลงมาคือ ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ (แนวคิดหลักหัวข้อที่ 3) และรูปร่างของโมเลกุล (แนวคิดหลักหัวข้อที่ 5) คิดเป็นร้อยละ 58.33 ทั้งสองแนวคิด แสดงให้เห็นว่า นักเรียนโดยส่วนมากยังไม่เข้าใจและมีแนวคิด

วิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์ และกราฟที่ 4.1 ซึ่งแสดงร้อยละแนวคิดของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย จากกราฟแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า นักเรียนโดยส่วนมากอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (สีเขียว) และกลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (สีฟ้า) ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของผู้วิจัยที่จะต้องพัฒนาเทคนิคการสอนที่ช่วยปรับแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ เนื่องจากเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยากกว่าการปรับเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียนกลุ่มที่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์

ตารางที่ 4.2 ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในระดับต่างๆ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (N=36)

แนวคิดย่อย	ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (%)				
	SU*	PU*	PUSM*	SM*	NU*
1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ และโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต	2.78	47.22	41.67	8.33	0.00
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	8.33	61.11	22.22	8.33	0.00
3. ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	2.78	22.22	47.22	27.78	0.00
4. แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์	8.33	33.33	41.67	13.89	2.78
5. รูปร่างของโมเลกุล	5.56	50.00	38.89	5.56	0.00
6. สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	0.00	36.11	38.89	22.22	2.78
7. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	0.00	22.22	44.44	33.33	0.00
รวมเฉลี่ย	3.97	38.89	39.29	17.06	0.79

*SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PUSM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด

สำหรับการศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ด้วยการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนจำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมพบว่า หลังเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้นักเรียนร้อยละ

39.29 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 38.89 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 17.06 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 3.97 มีแนวคิดที่ถูกต้อง และร้อยละ 0.79 ไม่มีแนวคิด

จากข้อมูลในตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 39.29 ยังมีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน และนักเรียนร้อยละ 38.89 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน นอกจากนี้ยังพบว่า แนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องมากที่สุดคือ การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ (แนวคิดหลักหัวข้อที่ 2) คิดเป็นร้อยละ 61.11 รองลงมาคือ แนวคิดเกี่ยวกับรูปร่างของโมเลกุล (แนวคิดหลักหัวข้อที่ 5) คิดเป็นร้อยละ 50.00 แสดงให้เห็นว่า หลังการเรียนรู้ นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดด้วยตนเองผ่านกระบวนการทำนาย สังเกต และสามารถอธิบายแนวคิดเรื่องพันธะโคเวเลนต์ได้อย่างมีเหตุผลเพิ่มมากขึ้นตามหลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เมื่อวิเคราะห์กราฟที่ 4.2 ซึ่งแสดงร้อยละแนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย จะเห็นได้ว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่มีแนวคิดในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (สีเขียว) และกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน โดยแนวคิดหลักเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์ที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด (แนวคิดหลักข้อที่ 1, 3 และ 5) มีจำนวนลดลงอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเรื่อง รูปร่างโมเลกุล (แนวคิดหลักข้อที่ 5) นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น โดยส่วนใหญ่ นักเรียนมีแนวคิดอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน

เมื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่า หลังการเรียนรู้ จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีจำนวนลดลงร้อยละ 36.91 ผลจากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น บ่งบอกได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยออกแบบนี้ สามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนได้

4.2 เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

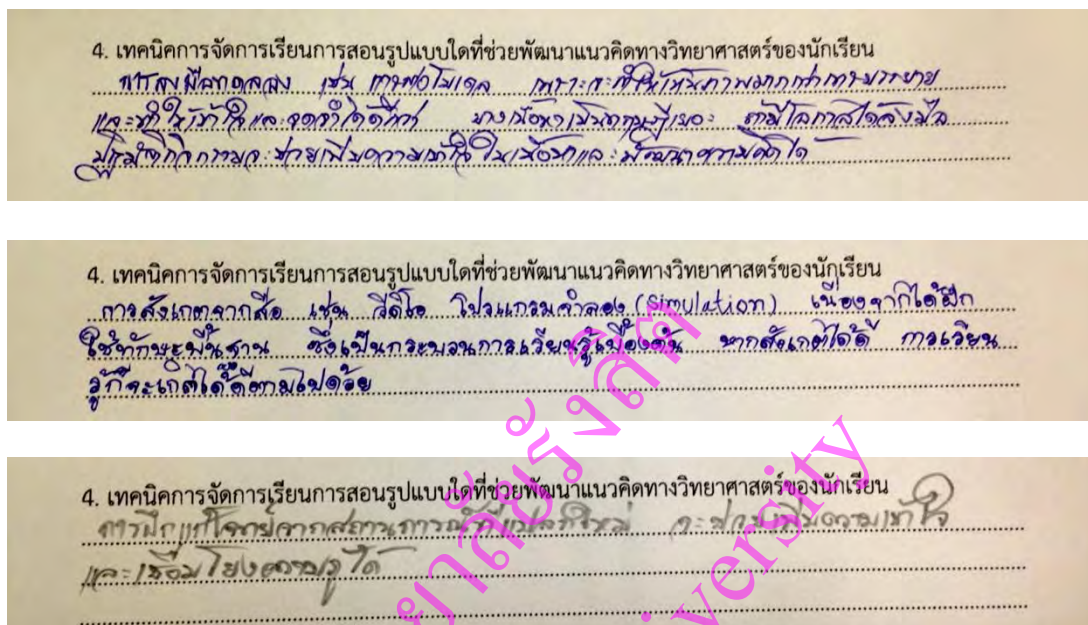
ผู้วิจัยศึกษาเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการใชแบบสะท้อนผลการปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบสะท้อนผลการปฏิบัติงานของครู เมื่อวิเคราะห์แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคลในแต่ละแผนหลังเรียนเสร็จสิ้นพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เรียนรู้ได้ดีเมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง เช่น การต่อแบบจำลองรูปร่างโมเลกุล การออกแบบสารโคเวเลนต์ในลักษณะสูตรโครงสร้างลิวอิส ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงเทคนิค และวิธีการที่สามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ตามใบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ (N=254)

ลำดับที่	เทคนิค/วิธีการ	ความถี่ (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ย (%)
1	การลงมือปฏิบัติทดลอง เช่น ต่อโมเดล	50	29.94
2	การสังเกตจากสื่อ เช่น วิดิทัศน์ โมเดล	37	22.16
3	การฝึกแก้ไขข้อบกพร่องจากการณ์แปลกๆ	24	14.37
4	การใช้คำถามที่กระตุ้นนักเรียน	19	11.38
5	การเล่นเกมส์	18	10.78
6	กิจกรรมกลุ่ม	9	5.39
7	การอภิปรายกลุ่มย่อย	7	4.19
8	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน	3	1.80
9	ไม่แสดงความคิดเห็น	87	34.25
รวม		254	100.00

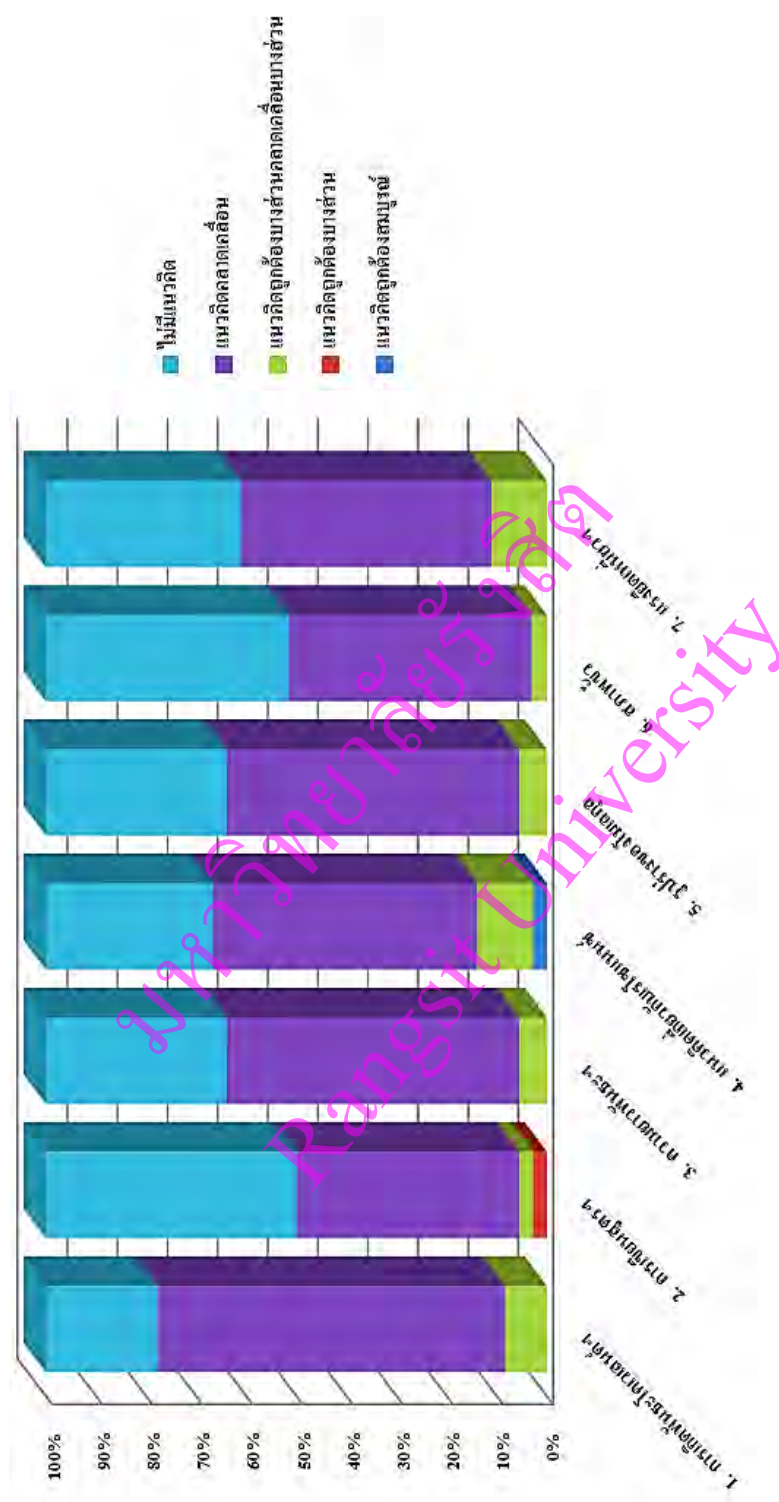
จากตารางที่ 4.3 พบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่ร่วมแสดงความคิดเห็นในการตอบคำถามคิดเป็นร้อยละ 65.75 จากจำนวนทั้งหมด สำหรับเทคนิคและวิธีการที่นักเรียนเสนอขึ้นและสามารถช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ได้คือ การลงมือปฏิบัติทดลอง

การสังเกตจากสื่อ การฝึกแก้โจทย์จากสถานการณ์แปลกๆ การใช้คำถามที่กระตุ้นนักเรียน การเล่นเกม กิจกรรมกลุ่ม การอภิปรายกลุ่มย่อย การนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 29.94, 22.16, 14.37, 11.38, 10.78, 5.39, 4.19 และ 1.80 ตามลำดับ

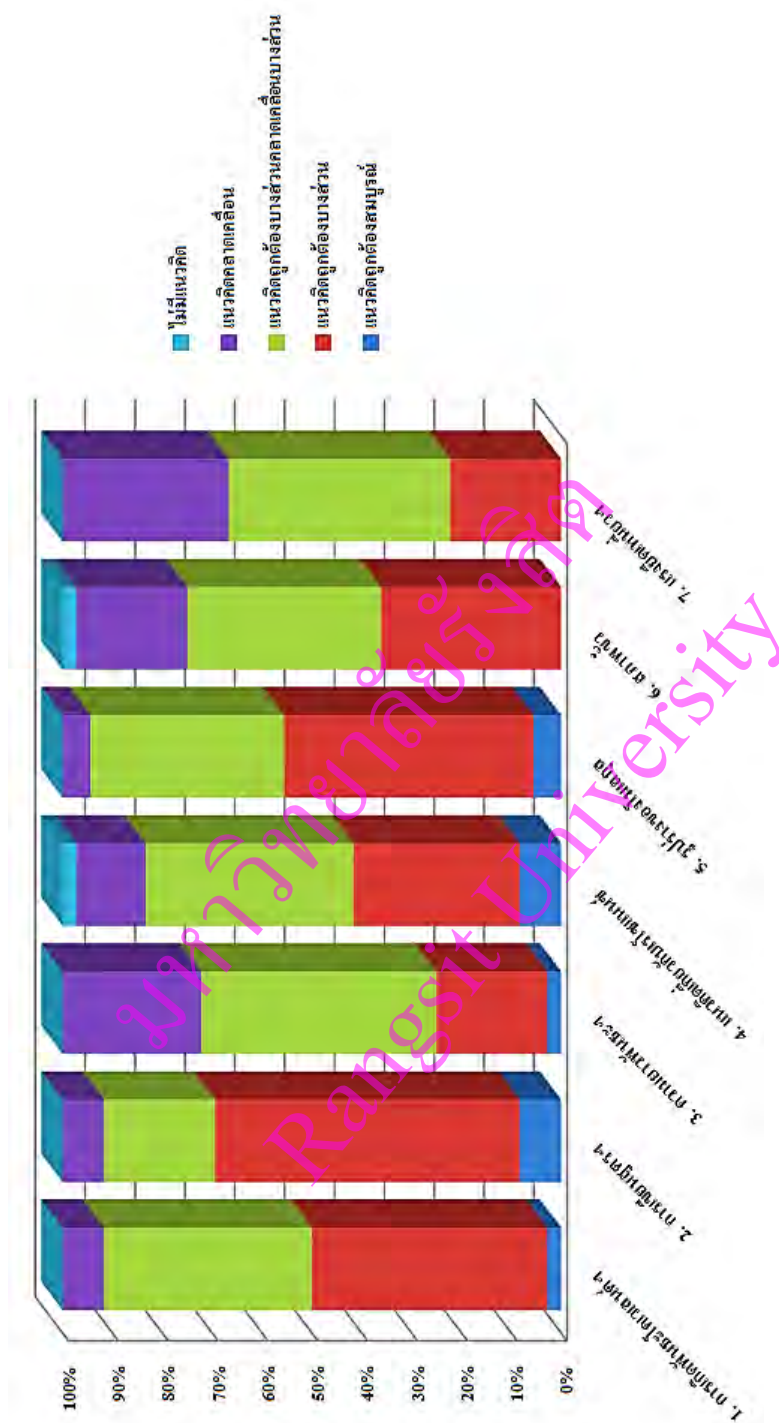


รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างคำตอบสำหรับเทคนิคและวิธีที่ช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์

รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างความคิดเห็นของนักเรียน ส่วนใหญ่เสนอว่า การลงมือทดลอง เช่น การต่อโมเดลในเรื่องของรูปร่างโมเลกุล จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพมากกว่าการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว และทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ และมีความคงทนมากกว่า นอกจากนี้นักเรียนบางคนได้แสดงความคิดเห็นว่า การเรียนรู้ผ่านการใช้ทักษะกระบวนการสังเกต ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนักเรียนแผนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ช่วยเพิ่มความเข้าใจในบางส่วนได้ดี เช่น การดูสื่อวีดิทัศน์ การดูผ่านโปรแกรมจำลอง (Simulations) สำหรับนักเรียนจำนวนถัดมาได้เสนอว่า การฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่หลากหลาย จะช่วยเชื่อมโยงองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัจจุบันไปสู่สถานการณ์ต่างๆ ได้ ซึ่งเป็นการช่วยพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้



รูปที่ 4.2 แสดงร้อยละแนวคิดของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลอง
เป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย



รูปที่ 4.3 แสดงร้อยละแนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลอง
เป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนายน-สังเกต-อธิบาย

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการด้วยการใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งสามารถสรุปผล อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในแต่ละประเด็นตามคำถามวิจัย สรุปได้ดังนี้

5.1.1 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดที่มีลักษณะคู่ขนานกัน จำนวนชุดละ 20 ข้อ ผลการศึกษาเป็นดังนี้

ก่อนการเรียนรู้ นักเรียนโดยส่วนใหญ่ยังมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ พันธะโคเวเลนต์ จากนั้นหลังการเรียนรู้พบว่า โดยเฉลี่ยนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์มากขึ้น และจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนนั้นมีจำนวนลดลงร้อยละ 36.91 โดยแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ และแนวคิดเกี่ยวกับรูปร่างของโมเลกุล คิดเป็นร้อยละ 61.11 และ 50.00 ตามลำดับ ผลจากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายสามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่ถูกต้องได้

5.1.2 เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคลเมื่อเรียนเสร็จสิ้นในแต่ละแผนจนครบ 7 แผน ซึ่งนักเรียนโดยส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 65.75 ร่วมแสดงความคิดเห็นสามารถสรุปได้ดังนี้

เทคนิคและวิธีการที่สามารถช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ได้ดีที่สุดคือ การลงมือปฏิบัติทดลอง เช่น ต่อโมเดล คิดเป็นร้อยละ 29.94 จากทั้งหมด รองลงมาคือ การสังเกตจากสื่อ เช่น วิดีทัศน์ โมเดล คิดเป็นร้อยละ 22.16 แสดงให้เห็นว่า เทคนิคและวิธีการสอนของผู้วิจัยตามกระบวนการที่ออกแบบผ่านกิจกรรมที่นักเรียนร่วมเสนอนี้สามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 53.97 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์ และรองลงมาคือ นักเรียนร้อยละ 37.30 ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งโดยธรรมชาติของนักเรียนหากยังไม่ได้รับข้อมูลหรือองค์ความรู้ต่างๆ จะไม่สามารถตอบคำถามนั้นๆ ได้ และเมื่อจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กลุ่มไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ควรมีจำนวนสูงที่สุด แต่จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่ไม่ใช่กลุ่มไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ สามารถบ่งบอกได้ว่านักเรียนกลุ่มนี้ได้รับความรู้ต่างๆ มาก่อนแล้ว แต่ข้อมูลที่ได้อาจจะยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ตามหลักการหรือทฤษฎีตาม

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่ยากและท้าทายสำหรับผู้วิจัยในการที่จะปรับเปลี่ยนแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนี้ไปสู่แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนมีข้อมูลที่ผิดพลาดอยู่ก่อนแล้ว การแก้ไขจึงต้องค่อยๆ ปรับเปลี่ยนไปที่ละเรื่องเป็นประเด็นย่อยๆ เพื่อให้นักเรียนมองภาพออกว่าแท้จริงแล้วหลักการ ทฤษฎี หรือแนวคิดต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้นๆ ควรจะเป็นเช่นนั้นมากกว่าที่จะเป็นตามที่นักเรียนเข้าใจ หากปล่อยปัญหาในจุดนี้ไว้จะส่งผลต่อการเรียนรู้วิชาเคมีในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ ต่อไปเรื่อยๆ เพราะเนื้อหาทางเคมีโดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน หากนักเรียนเข้าใจผิดประเด็นจะมีผลกระทบกับเนื้อหาเรื่องต่อไปด้วย

นอกจากการใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผู้วิจัยยังวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้และแบบฝึกหัดทบทวนท้ายบทเรียน ซึ่งแทรกอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกๆ แผน ผลการวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละแนวคิด เสนอดังต่อไปนี้

5.2.1.1 การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ และโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

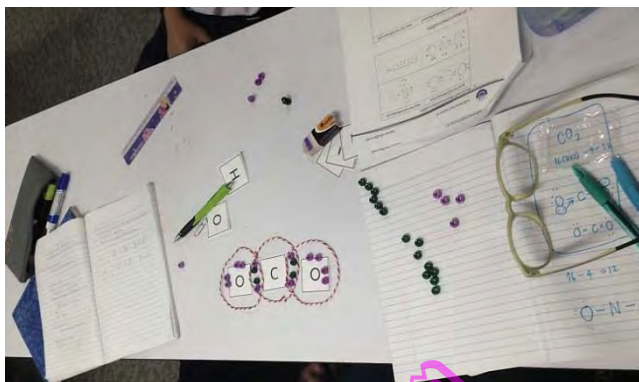
กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ และโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต ผู้วิจัยจัดกิจกรรมด้วยการนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูวิดีโอที่สนั่นครู่ใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่า สารประกอบที่เห็นเกิดจากการสร้างพันธะชนิดใด จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาภาพการสร้างพันธะโคเวเลนต์ของ F_2 O_2 และ N_2 และใช้คำถามกระตุ้นความสนใจว่า พันธะของโมเลกุลที่กำหนดให้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามใบกิจกรรม โดยให้นักเรียนออกแบบและสร้างสารประกอบที่เกิดจากพันธะโคเวเลนต์ด้วยอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ พร้อมกับตอบคำถามท้ายกิจกรรม แล้วให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมกลุ่ม จากนั้นจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนมาส่งในชั่วโมงถัดไป

จากการวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ และโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต จากการตอบคำถามใน

ระหว่างการจัดการเรียนการสอน การตอบคำถามในใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดทบทวน โดยภาพรวมพบว่า

นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ (ร้อยละ 61.11) ลักษณะการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้ คือ โมเลกุล F_2 สร้างพันธะโคเวเลนต์โดยอาศัยการยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมที่ใช้ร่วมกัน ซึ่งมีจำนวน 1 คู่ เรียกว่า พันธะเดี่ยว สำหรับ O_2 และ N_2 ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ เรียกว่า พันธะคู่ และ 3 คู่ เรียกว่า พันธะสามตามลำดับ เพื่อให้ธาตุแต่ละอะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ตามกฎออกเตต ซึ่งแต่ละโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมที่มีค่า EN เท่ากัน แต่ก็มีนักเรียนอีกบางส่วนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (ร้อยละ 22.22) ซึ่งตอบคำถามว่า แต่ละโมเลกุลสร้างพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม เพื่อยึดเหนี่ยวอะตอมเข้าด้วยกันให้ครบตามกฎออกเตต นอกจากนี้ยังพบว่า ยังมีนักเรียนอีกร้อยละ 5.45 ที่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตอบคำถาม และไม่มีเหตุผลอธิบายคำตอบที่เลือก สอดคล้องกับสามีตะ มุสอ (2555 : 85) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด ใช้คำถามปลายเปิดที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความคิดเดิม และมีการสาธิตการทดลองหรือการสร้างสถานการณ์แล้วให้วาดภาพ ขึ้นแสดงออกแบบจำลอง ควรให้อิสระในการนำเสนอแบบจำลองด้วยการวาดภาพ การใช้ลักษณะท่าทาง การใช้คำพูด และเน้นการใช้สิ่งของ ขึ้นทดสอบแบบจำลอง เน้นการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาค ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ขึ้นประเมินแบบจำลอง เน้นการใช้คำถามเพื่อให้ร่วมกันอภิปราย มีการใช้สื่อที่หลากหลายเชื่อมโยงเคมีทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับสัญลักษณ์และระดับจุลภาค และเน้นให้ทบทวนความรู้พื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลอง ขยายแบบจำลอง นำแบบจำลองที่ปรับปรุงมาใช้อธิบายโจทย์ใหม่ๆ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังพบว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 46.0 มีแบบจำลองความคิดสอดคล้องบางส่วนในทุกแนวคิด ยกเว้นแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและสารละลายบัฟเฟอร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีแนวคิดจัดอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ในงานวิจัยนี้ก็เช่นกัน แต่จำนวนนักเรียนในกลุ่มนี้ที่เรียนรู้ด้วยการ

ใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายมีเพิ่มมากขึ้นกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 5.1 แสดงแบบจำลองแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์

จากรูปที่ 5.1 แสดงแบบจำลองแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์ พบว่านักเรียนโดยส่วนใหญ่มีความเข้าใจและสามารถออกแบบสารโคเวเลนต์จากโจทย์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังสามารถเขียนสูตรแบบจุด และระบุจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุแต่ละชนิดได้

5.2.1.2 การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์

กระบวนการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ เริ่มต้นด้วยขั้นการสร้างแบบจำลองความคิด ด้วยการใช้คำถามกระตุ้นความคิดและความสนใจของนักเรียนว่า โมเลกุลใดบ้างที่สร้างด้วยพันธะโคเวเลนต์ที่นักเรียนรู้จัก เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นต่างๆ (ในขั้นนี้ นักเรียนบางคนยังมีความสับสนระหว่างพันธะไอออนิกกับพันธะโคเวเลนต์ว่า สารประกอบที่กล่าวมาใช่สารประกอบที่สร้างด้วยพันธะโคเวเลนต์หรือไม่) ผู้วิจัยจึงใช้คำถามกระตุ้นความคิดว่า รู้ได้อย่างไรว่าพันธะใดเป็นพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งนักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้ และผู้วิจัยให้เพื่อนนักเรียนที่เข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์อธิบายให้เพื่อนที่ยังมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง เพื่อให้ทุกคนมีความเข้าใจตรงกัน จากนั้นให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามใบกิจกรรม โดยระหว่างทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามและให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย

จากการอภิปรายร่วมกันระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ซึ่งพบว่านักเรียนโดยส่วนใหญ่มีแนวคิดของคำตอบสรุปได้ดังนี้

ผู้วิจัย: การเขียนสูตรสารโคเวเลนต์ระหว่างธาตุ H กับ S เขียนได้อย่างไร ควรเขียนธาตุใดไว้ก่อนหรือหลัง

นักเรียน: ควรเขียน H ไว้ก่อน แล้วตามด้วย S เป็น H_2S เพราะ S ต้องการอิเล็กตรอน 2 อิเล็กตรอน เพื่อให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต

ผู้วิจัย: อ่านชื่อสารโคเวเลนต์ H_2S ว่าอย่างไร

นักเรียน: ไดไฮโดรเจนมอนอซัลไฟด์

ผู้วิจัย: นักเรียนอ่านตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของ H และ S ได้อย่างไร (เปลี่ยนเป็นตัวเลขอื่นๆ ที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุ)

นักเรียน: 1 อ่านว่า มอนอ (mono) 2 อ่านว่า ได (di) 3 อ่านว่า ไตร (tri)

ผู้วิจัย: การอ่านชื่อสารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่จะลงท้ายด้วยอะไร

นักเรียน: ได์ (-ide)

ผู้วิจัย: ถ้าธาตุที่อยู่หน้ามีจำนวนอะตอมเท่ากับ 1 จะต้องอ่านจำนวนอะตอมด้วยหรือไม่

นักเรียน: ไม่จำเป็นต้องอ่าน แต่ถ้าธาตุที่อยู่หลังควรระบุด้วย

ผู้วิจัย: สรุปวิธีการเขียนสูตรของสารโคเวเลนต์ได้อย่างไร

นักเรียน: เขียนธาตุเรียงตามหมู่ตามตารางไว้ก่อน จากนั้นระบุจำนวนอะตอมของธาตุแต่ละธาตุตามจำนวนที่เป็นไปได้ลงไป โดยใส่ไว้มุมขวาล่างของสัญลักษณ์ของธาตุ

ผู้วิจัย: การอ่านชื่อของสารโคเวเลนต์มีหลักการอย่างไร

นักเรียน: ให้อ่านธาตุที่อยู่หน้าก่อน หากมีจำนวนอะตอมมากกว่าหนึ่งอะตอมให้อ่านจำนวนที่เป็นภาษากรีกด้วย จากนั้นจึงอ่านธาตุหลังพร้อมอ่านจำนวนอะตอมของธาตุ และเปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น ได์ (-ide)

จากบทสนทนาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ซึ่งสอดคล้องกับการตอบคำถามของนักเรียนตามใบกิจกรรม สำหรับตอนที่ 1 การเขียนสูตร พบว่า นักเรียนร้อยละ 83.33 มีแนวคิดที่ถูกต้อง กล่าวคือ นักเรียนสามารถอธิบายและเขียนสูตรของสารประกอบโคเวเลนต์ได้ถูกต้อง และตอนที่ 2 นักเรียนอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้ถูกต้องตามหลักการอ่านชื่อของสารประกอบโคเวเลนต์ นอกจากนี้ยังเขียนสูตรจากชื่อของสารประกอบที่กำหนดให้ได้ เช่น

C กับ Cl	เขียนเป็น	CCl_4
H กับ O	เขียนเป็น	H_2O
N_2O	อ่านว่า	ไดไนโตรเจนมอนออกไซด์
Se_2Cl_2	อ่านว่า	ไดซีลีเนียมไดคลอไรด์
เตตระฟอสฟอรัสเตะออกไซด์	เขียนเป็น	P_4O_{10}
ไดไอโอดีนไดคลอไรด์	เขียนเป็น	I_2Cl_2

ผลจากงานวิจัยนี้สอดคล้องกับภัสสร สอนพิมพ์พ้อ (2557 : 90) ได้ศึกษาการพัฒนาโน้ตทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโดยใช้ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียน การสอนแบบ โดยใช้ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลงทุกมโนคติ ดังนี้ 1) มโนคติเรื่องธรรมชาติของแสง พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็น ร้อยละ 67.80 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 34.28 2) มโนคติเรื่อง การสะท้อนของแสง พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 39.04 หลังเรียน พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 14.28 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโดยใช้ทำนาย-สังเกต-อธิบายมีเข้าใจเรื่องแสงและการมองเห็นมากขึ้นกว่าก่อนเรียน กล่าวคือการใช้รูปแบบการสอน 2 วิธีมาประยุกต์ใช้ด้วยกัน จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนมากขึ้น เพราะว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนจะมีความละเอียดเพิ่มขึ้นมากกว่าทำให้สามารถลดช่องว่างบางอย่างระหว่างการจัดกิจกรรมลงได้ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยในขั้นที่ 3 นั้นทดสอบแบบจำลอง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้คำตอบออกมา ซึ่งยังไม่มีวิธีการที่ชัดเจนว่าต้องปฏิบัติอย่างไร ดังนั้นหากนำอีกรูปแบบที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนมาเพิ่ม จะทำให้มีความชัดเจน และปฏิบัติได้ตรงจุดมากที่สุด

5.2.1.3 ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้นักเรียนสังเกตกราฟเกี่ยวกับการสร้างพันธะโคเวเลนต์ของ H และใช้คำถามกระตุ้นความสนใจว่า ตำแหน่งใดในกราฟที่ธาตุ H สร้างพันธะโคเวเลนต์

โดยสมบูรณ์ ต่อมาจึงให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า โมเลกุล F_2 และ Cl_2 ซึ่งสร้างพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะเดี่ยวเช่นกัน จะมีความยาวของพันธะเท่ากันหรือไม่ จากนั้นให้ตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน โดยมีทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีความสูงและขนาดร่างกายที่แตกต่างกันและใกล้เคียงกันมา 3 คู่ ซึ่งคู่แรกเป็นนักเรียนชายที่มีความสูงและขนาดร่างกายใกล้เคียงกัน คู่ที่ 2 นักเรียนหญิงที่มีความสูงและขนาดร่างกายแตกต่างกัน และคู่สุดท้ายนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ความสูงและขนาดร่างกายใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคู่จับมือกันและดึงให้แขนตึงพอประมาณ แล้วถามนักเรียนว่า นักเรียนแต่ละคู่มีระยะห่างเท่ากันหรือไม่ อย่างไร เมื่อนักเรียนร่วมกันอภิปรายเสร็จให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละคู่ออกแรงดึงซึ่งกันและกันด้วยแรงที่ตัวเองสามารถทำได้ แล้วถามนักเรียนด้วยคำถามว่า แรงดึงแต่ละคู่เท่ากันหรือไม่ และนักเรียนคู่อันใดที่มีมือมีโอกาสหลุดได้ง่ายที่สุด หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงร่วมอภิปรายเชื่อมโยงกิจกรรมหน้าชั้นเรียนไปสู่เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ ต่อไป หลังเสร็จกิจกรรมหน้าชั้นเรียนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมและลงมือทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนทดลองดึงหนังยางด้วยแรงที่เท่ากัน แล้วเปรียบเทียบว่าจำนวนของหนังยาง 1 2 และ 3 เส้น สามารถยืดออกได้มากหรือน้อยต่างกันอย่างไร จากนั้นดึงให้หนังยางยืดออกเป็นระยะทาง 6 นิ้ว เปรียบเทียบว่าจำนวนของหนังยาง 1 2 และ 3 เส้น ต้องใช้แรงดึงมากหรือน้อยต่างกันอย่างไร จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนคือ ถ้าเปรียบหนังยางเป็นพันธะของสารประกอบโคเวเลนต์ นักเรียนคิดว่าพันธะใดจะมีความแข็งแรงมากที่สุดโดยเรียงจากน้อยไปมาก และเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้นและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรมว่า ความยาวพันธะเฉลี่ยของ O-H ใน โมเลกุลของน้ำ (H_2O) เอทานอล (CH_3CH_2OH) และกรดไนตริก (HNO_3) มีค่าเป็นอย่างไร สุดท้ายจึงให้นักเรียนคำนวณพลังงานเพื่อสลายพันธะ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังดำเนินกิจกรรม และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวน

จากการวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะจากการถามตอบในระหว่างการจัดการเรียนการสอน และการอธิบายเหตุผลของคำตอบในใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดทบทวน โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ดังนี้

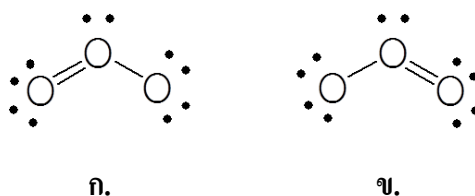
หลังจัดกิจกรรมนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75) มีแนวคิดถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ความยาวพันธะมีลำดับดังนี้ พันธะเดี่ยว > พันธะคู่ > พันธะสาม นอกจากนี้ยังระบุได้ว่าความยาวพันธะวัดจากจุดกึ่งกลางนิวเคลียสบนอะตอมของธาตุ ธาตุที่มีขนาดอะตอมใหญ่เมื่อสร้างพันธะจะมีความยาวพันธะที่ยาวกว่าธาตุที่มีขนาดอะตอมเล็กมาสร้างพันธะกัน เช่น Cl_2 มีความยาวพันธะมากกว่า F_2 เพราะสร้างพันธะเดี่ยวเหมือนกัน แต่ Cl มี

ขนาดอะตอมใหญ่กว่า F จึงทำให้ระยะห่างระหว่างนิวเคลียสของ Cl ห่างกันมากกว่า (นักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจว่า F_2 มีความยาวพันธะมากกว่า Cl_2 ซึ่งจัดเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน) และนักเรียนสามารถบอกได้ว่าพันธะ O-H ที่อยู่ในโมเลกุลที่แตกต่างกันจะมีความยาวพันธะที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นค่าความยาวพันธะระหว่างธาตุจึงเป็นค่าเฉลี่ยของความยาวพันธะนั้นๆ แต่นักเรียนกลุ่มนี้ยังไม่สามารถคำนวณหาค่าตอบพลังงานพันธะจากสมการที่ผู้วิจัยกำหนดให้คือ $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ และยังระบุไม่ได้ว่า พลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะเป็นการดูดหรือคายพลังงาน และนักเรียนสามารถเรียงพลังงานพันธะได้ถูกต้องซึ่งมีลำดับดังนี้ พันธะสาม > พันธะคู่ > พันธะเดี่ยว นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 16.67 ยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนกล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจว่าความยาวพันธะจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีจำนวนพันธะมาก เช่น พันธะ C-C และ C=C ในสารโคเวเลนต์ CH_2CHCH_2OH นักเรียนกลุ่มนี้ตอบว่า C=C มีความยาวพันธะมากกว่า C-C เนื่องจากมีจำนวนพันธะมากกว่า ซึ่งเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน และนักเรียนยังมีแนวคิดว่า พลังงานพันธะจะเพิ่มขึ้นตามความยาวพันธะ คือ พันธะเดี่ยว > พันธะคู่ > พันธะสาม โดยมีความเข้าใจว่า ยิ่งความยาวพันธะมากยิ่งมีพลังงานพันธะสูง และต้องใช้พลังงานสูงมากเพื่อใช้ในการสลายพันธะ ซึ่งจัดเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน สอดคล้องกับงานวิจัยของอุสาห์ มาชัย (2556: 65) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เสริมด้วยกลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 17.43 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.81 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 29.80 คิดเป็นร้อยละ 85.16 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 13.52 คิดเป็นร้อยละ 54.09 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 21.09 คิดเป็นร้อยละ 84.35 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จะเห็นได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งสามารถอนุมานได้ว่านักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น จึงสามารถทำคะแนนได้ดี ในงานวิจัยนี้ก็เช่นกัน นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากขึ้นถึงร้อยละ 70 โดยส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนดังกล่าวข้างต้น

5.2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยขั้นแรกให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสของโอโซน (O_3) จากนั้นเปรียบเทียบกับเพื่อนเป็นคู่ๆ และสุดท้ายให้

อภิปรายในกลุ่มว่า สูตรโครงสร้างลิวอิสที่เขียนถูกต้องหรือไม่ อย่างไร โดยส่วนใหญ่เขียนได้ตามภาพ ก. หรือ ข. เพียงอย่างเดียวเท่านั้น และนักเรียนยังไม่สามารถสรุปได้ว่า สูตรโครงสร้างลิวอิสใดถูกต้อง



รูปที่ 5.2 แสดงสูตรโครงสร้างลิวอิสที่นักเรียนออกแบบ

จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับโครงสร้างเรโซแนนซ์ของ O_3 และถามนักเรียนอีกครั้งว่า โครงสร้างลิวอิสที่นักเรียนเขียนนั้นถูกต้องหรือไม่อย่างไร นักเรียนร้อยละ 90 สามารถตอบได้ว่า โครงสร้างทั้งในภาพ ก. และ ข. เป็นโครงสร้างลิวอิสที่ถูกต้อง แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามว่า ความยาวพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ที่เกิดขึ้นยาวเท่ากันหรือไม่ ซึ่งคำตอบของนักเรียนโดยส่วนใหญ่ตอบถูกต้องว่า ไม่เท่ากัน โดยพันธะคู่จะสั้นกว่าพันธะเดี่ยว เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์จึงให้นักเรียนทำกิจกรรมตามใบกิจกรรม และร่วมกันตอบคำถามตามใบกิจกรรม แล้วทำแบบฝึกหัดทบทวนหลังเรียนเสร็จ

จากการสังเกตในระหว่างการจัดการเรียนการสอนและผลการวิเคราะห์การอภิปรายระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์เรโซแนนซ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ในบางประเด็น แต่บางประเด็นถูกต้องบางส่วนเท่านั้น และมีนักเรียนส่วนน้อยที่แนวคิดคลาดเคลื่อน โดยลักษณะการตอบคำถามของนักเรียนเป็นดังนี้

ผู้วิจัย: สารโคเวเลนต์ SO_2 และ H_2O มีสูตรโครงสร้างแบบเรโซแนนซ์หรือไม่ อย่างไร

นักเรียน: SO_2 มีสูตรโครงสร้างแบบเรโซแนนซ์ เพราะสามารถเขียนสูตรโครงสร้างได้มากกว่า 1 แบบ แต่ H_2O เขียนสูตรโครงสร้างได้แบบเดียว จึงไม่เกิดเรโซแนนซ์

ผู้วิจัย: ปรากฏการณ์เรโซแนนซ์มีความหมายว่าอย่างไร

นักเรียน: ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับสารบางชนิดที่ไม่สามารถเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสแทนได้สูตรเดียว จึงเขียนสูตรลิวอิสได้มากกว่า 1 แบบ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สมมูลกัน

ผู้วิจัย: สารหรือไอออนที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์มีสมบัติอย่างไร

นักเรียน: มีความยาวพันธะ พลังงานพันธะ และอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่ากันหมด (นักเรียนหลายคนไม่สามารถตอบคำถามนี้ได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้)

นอกจากนี้ ผลจากการทำแบบฝึกหัดทบทวนหลังการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 47.22) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดของนักเรียนกลุ่มนี้คือ SO_2 มีโครงสร้างแบบเรโซแนนซ์ และอธิบายเหตุผลว่า SO_2 สามารถเขียนสูตรได้ 2 แบบ โดย S กับ O ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ ซึ่งอิเล็กตรอนนี้สามารถเคลื่อนที่ไประหว่างสองอะตอมได้ การอธิบายเหตุผลเช่นนี้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน และนักเรียนร้อยละ 41.67 มีแนวคิดที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ โดยคำตอบของนักเรียนคือ สารประกอบหรือไอออนที่มีโครงสร้างแบบเรโซแนนซ์ เนื่องจากเขียนสูตรได้มากกว่า 1 แบบ และระบุได้ว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะมีกี่คู่ เช่น SO_2 นักเรียนอธิบายว่า เนื่องจาก SO_2 สามารถเขียนสูตรได้ 2 แบบ จึงมีโครงสร้างเป็นเรโซแนนซ์ และระหว่าง S 1 อะตอม กับ O 2 อะตอม ใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าพันธะที่เกิดขึ้นมีความยาวพันธะและพลังงานพันธะเท่ากัน

5.2.1.5 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแนวคิดเรื่องรูปร่างโมเลกุล เริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนดูรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ แล้วถามนักเรียนว่า รูปทรงทรงที่นักเรียนเห็นมีรูปทรงแบบใดบ้าง และสัมพันธ์กับแนวคิดเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์อย่างไร จากนั้นให้นักเรียนดำเนินการตามใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยมีอุปกรณ์ต่างๆ ให้นักเรียนคือ ลูกโป่งปองที่เจาะรูตามจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุตั้งแต่หมู่ 1A ถึง 7A และไม่เสียบลูกชิ้น เพื่อให้นักเรียนออกแบบและต่อให้ได้รูปร่างโมเลกุลที่ถูกต้องตามโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ได้รับ ซึ่งในระหว่างดำเนินการกิจกรรมกลุ่ม ผู้วิจัยจะใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย หลังจากนั้นให้ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการออกแบบรูปร่างโมเลกุล เพื่อให้เพื่อนๆ ในชั้นร่วมกันวิเคราะห์ห่อภิปราย และเป็นการตรวจสอบว่ารูปร่างโมเลกุลของสาร โคเวเลนต์ที่ออกแบบเหมือนกับรูปร่างจริงทางทฤษฎีของสารโคเวเลนต์ที่กำหนดให้หรือไม่

เมื่อนักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถระบุรูปร่างของโมเลกุล และสามารถอธิบายเหตุผลได้ ดังนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80.56) มีแนวคิดที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ เช่น H_2O นักเรียนตอบว่ามีรูปร่างโมเลกุลเป็นมุมงอ และอธิบายเหตุผลว่า เนื่องจาก O ที่เป็นอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ 2 คู่ จึงเกิดแรงผลักส่งผลให้โมเลกุลมีรูปร่างเป็นมุมงอ แสดงให้เห็นถึงผลที่เกิดจากอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเพียงอย่างเดียว ซึ่งยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ นักเรียนร้อยละ 11.11 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนตอบได้ว่ามีรูปร่างโมเลกุลเป็นแบบไหน แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าแต่ละโมเลกุลมีรูปร่างเช่นนั้นได้อย่างไรและนักเรียนร้อยละ 8.33 มีแนวคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ โดยสามารถอธิบายรูปร่างโมเลกุลของ H_2O ว่า มีรูปร่างเป็นมุมงอ เนื่องจาก O ที่เป็นอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 2 คู่ จะจัดตัวในทิศทางที่ห่างกันมากที่สุด เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอน มีผลทำให้รูปร่างโมเลกุลของ H_2O เป็นมุมงอ



รูปที่ 5.3 แสดงพฤติกรรมในระหว่างการเรียนรู้เรื่อง รูปร่างโมเลกุล

จากรูปที่ 5.3 แสดงพฤติกรรมในระหว่างการเรียนรู้เรื่อง รูปร่างโมเลกุล จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความสุขเมื่อได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติทดลอง และนักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลได้เองจากการออกแบบผ่านกิจกรรม เนื่องจากการลงมือปฏิบัติเป็นการลองผิดลองถูกจนได้ข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ดังนั้นในการจัดกระบวนการเรียนการสอนจำเป็นต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติบ่อยๆ ซึ่งนอกจากจะได้รับความรู้ที่ถูกต้องตามหลักแนวคิดแล้ว ยังเป็นการเพิ่มคุณลักษณะที่ดีในด้านความสามัคคีและการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นอีกด้วย

5.2.1.6 สภาพัฒของโมเลกุลโคเวเลนต์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สภาพัฒของโมเลกุลโคเวเลนต์ เริ่มต้นด้วยการนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ตัวแทนนักเรียน 2 คู่ ออกมาทำกิจกรรมหน้าชั้น ซึ่งคู่แรกมีน้ำหนักรูปร่าง และส่วนสูงใกล้เคียงกัน และคู่ที่ 2 มีน้ำหนักรูปร่าง และส่วนสูงที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 5.4 โดยผู้วิจัยให้นักเรียนจับมือกันแล้วออกแรงดึงด้วยแรงที่ตนเองสามารถดึงได้ และใช้คำถามกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียนว่า ผลการดึงเป็นอย่างไร มีทิศทางการดึงไปทางด้านไหน และถ้าเปรียบเทียบการดึงกันนี้ให้เกี่ยวข้องกับเคมีค่านี้ควรเป็นค่าใด จากนั้นจึงให้นักเรียนดูวิดีโอเรื่อง Polar Covalent Bonding และให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายว่า อะตอมใดสามารถดึงอิเล็กตรอนเข้าหาตัวเองได้ดีกว่า ผลจากความสามารถในการดึงคู่อิเล็กตรอนส่งผลให้อะตอมแสดงอำนาจทางไฟฟ้าเป็นอย่างไร และรู้ได้อย่างไรว่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุใดมีค่าสูงหรือต่ำ หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรมกลุ่มด้วยการให้ดูรูปภาพการกระจายตัวของอิเล็กตรอน และให้นักเรียนต่อโมเดลตามสารโคเวเลนต์ที่กำหนดให้ และเขียนทิศทางแสดงอำนาจทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้น แล้วเขียนแรงลัทธิแสดงทิศทางที่เกิดขึ้น จากนั้นนักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอธิบายสรุปว่า สารโคเวเลนต์ใดมีขั้วและไม่มีขั้ว รู้ได้อย่างไร



รูปที่ 5.4 แสดงกิจกรรมหน้าชั้นเรียนก่อนการเรียนรู้เรื่อง สภาพัฒของโมเลกุลโคเวเลนต์

จากการอภิปรายระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอนเรื่อง สภาพัฒของโมเลกุลโคเวเลนต์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นดังต่อไปนี้

ผู้วิจัย: ค่า EN ของ C และ O เป็นอย่างไร

นักเรียน: C มีค่า EN ต่ำกว่า O

ผู้วิจัย: โมเลกุล CO_2 มีทิศทางแสดงอำนาจทางไฟฟ้าของพันธะ O – C เป็นอย่างไร

นักเรียน: O – C แสดงอำนาจทางไฟฟ้าลบที่ธาตุ O เนื่องจาก O มีค่า EN สูงกว่า C จึงดึงดูดอิเล็กตรอนเข้าหาตัวได้ดีกว่า

ผู้วิจัย: พันธะระหว่าง O – C มีขั้วหรือไม่

นักเรียน: พันธะ O – C เป็นพันธะที่มีขั้ว เนื่องจากเกิดทิศทางของแรงลัทธิไปที่ธาตุ O

ผู้วิจัย: โมเลกุล CO_2 มีขั้วหรือไม่

นักเรียน: โมเลกุล CO_2 ไม่มีขั้ว เนื่องจากไม่มีแรงลัทธิเกิดขึ้น เพราะ CO_2 มีรูปร่างเป็นเส้นตรง ทิศทางของอำนาจไฟฟ้าที่พันธะ O – C เกิดในลักษณะตรงข้ามกัน อำนาจทางไฟฟ้าจึงเกิดการหักล้างกันหมด ส่งผลให้พันธะมีขั้ว แต่โมเลกุลไม่มีขั้ว (นักเรียนบางส่วนตอบว่า โมเลกุลมีขั้ว เนื่องจากพันธะ O – C มีขั้ว และมีพันธะ O – C 2 พันธะ ส่งผลให้โมเลกุลยังมีขั้วมากขึ้น ซึ่งเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน)

ผู้วิจัย: โมเลกุล O_2 มีทิศทางแสดงอำนาจทางไฟฟ้าของพันธะ O – O เป็นอย่างไร

นักเรียน: O – O ไม่แสดงอำนาจทางไฟฟ้า เนื่องจาก O มีค่า EN เท่ากัน เพราะเป็นธาตุชนิดเดียวกัน จึงดึงดูดอิเล็กตรอนได้เท่ากัน

ผู้วิจัย: โมเลกุล O_2 มีขั้วหรือไม่

นักเรียน: ไม่มีขั้ว เนื่องจากพันธะ O – O ไม่มีขั้ว จึงส่งผลให้โมเลกุลไม่มีขั้วตามไปด้วย

ผลจากการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนร้อยละ 44.44 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน ลักษณะการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มนี้คือ CO_2 เป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว มีรูปร่างเป็นเส้นตรง ซึ่ง O มีค่า EN สูงกว่า C จึงดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดีกว่า ซึ่งมีทิศทางตรงกันข้าม ทำให้พันธะไม่มีขั้ว ส่งผลให้โมเลกุลไม่มีขั้วด้วย และนักเรียนร้อยละ 38.89 มีแนวคิดถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ก็อธิบายได้ว่า HCN มีรูปร่างเป็นเส้นตรง N มีค่า EN มากกว่า C และ H ตามลำดับ ทำให้มีทิศทางของแรงลัทธิเกิดขึ้น ส่งผลให้โมเลกุลมีขั้ว ซึ่งยังมีเหตุผลอื่นๆ ที่ใช้ในการอธิบาย เช่น สภาพขั้วพันธะ กล่าวคือ พันธะระหว่าง H กับ C และ C กับ N จึงเป็นพันธะมีขั้ว และโครงสร้างลิวอิส นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีกบางส่วนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

5.2.1.7 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

เริ่มกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยให้นักเรียนอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับจุดเดือดจุดหลอมเหลวของน้ำและน้ำแข็ง นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่า เพราะเหตุใด น้ำและน้ำแข็งจึงใช้เวลาไม่เท่ากัน เมื่อให้ความร้อนจนสารถึงจุดเดือด ทั้งๆ ที่จุดเดือดมีค่าเท่ากัน จากนั้นจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมไปดำเนินการ ด้วยการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ และตอบคำถามในแบบฝึกหัดทบทวน

หลังทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 47.22) ยังมีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน กล่าวคือ นักเรียนอธิบายว่า SiH_4 มีมวลมากกว่า NH_3 แต่มีจุดเดือดที่ต่ำกว่านั้น เป็นเพราะว่า SiH_4 เป็นโมเลกุลมีขั้ว จึงยึดกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ ส่วน NH_3 เป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว ซึ่งยึดด้วยแรงลอนดอน และสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ 3 พันธะ จึงทำให้มีจุดเดือดที่สูงกว่า และนักเรียนร้อยละ 22.22 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน โดยมีความเข้าใจว่า HF มีจุดเดือดสูงกว่า H_2O ซึ่งอธิบายเหตุผลว่า HF เกิดจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ซึ่งสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ นอกจากนี้ F มีขนาดเล็ก และมีค่า EN สูง จึงทำให้มีแรงดึงดูดอิเล็กตรอนที่ดีกว่า ส่งผลให้โมเลกุลนี้มีจุดเดือดที่สูงกว่า H_2O ซึ่งในความเป็นจริง H_2O สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ 4 พันธะ ทำให้มีพันธะแข็งแรงมากกว่าโมเลกุล HF จึงมีจุดเดือดที่สูงกว่า โดยส่วนใหญ่ นักเรียนจะใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการนำมาประยุกต์เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองในประเด็นนี้ ซึ่งสอดคล้องกับ ณัชรฤต เกื้อทาน (2554 : 299) ได้ศึกษาแบบจำลองความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองความคิดที่ไม่ถูกต้องตามแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในทั้ง 3 หัวข้อหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อย่อยต่อไปนี้เป็น คือ โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิก แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล การนำไฟฟ้าของสาร โครงสร้างร่างตาข่าย และการเกิดพันธะโลหะ นอกจากนั้นยังพบว่า นักเรียนได้นำเอาประสบการณ์หรือคำอธิบายในชีวิตประจำวันมาใช้อธิบายพันธะเคมีและสมบัติของสาร จากผลการวิจัยได้ข้อเสนอแนะว่าครูควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้สร้าง ทดสอบ และประเมินแบบจำลองความคิดของตนเองซึ่งจะทำให้ นักเรียนเข้าใจแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นอีกว่าสิ่งที่ เป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งในการเรียนรู้ในเรื่องนี้ คือ นักเรียนมีแบบจำลองความคิดที่เป็นพื้นฐานไม่ถูกต้องและไม่เข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงส่งผลให้เป็นอุปสรรคของการเรียนในเรื่องต่อไป

5.2.2 เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

ผลจากการตรวจวิเคราะห์แบบสะท้อนผลการปฏิบัติทั้ง 2 ส่วน ได้แก่ แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบสะท้อนผลการปฏิบัติงานของครู พบว่าจากการเขียนสะท้อนวิธีการที่นักเรียนชอบเรียนตลอดจนเทคนิคต่างๆ นักเรียนโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 65.75 ร่วมแสดงความคิดเห็นว่า วิธีการเรียนรู้แบบใดจะช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อน แต่ก็ยังมีนักเรียนอีกหนึ่งกลุ่มซึ่งคิดเป็นร้อยละ 34.25 ไม่รวมแสดงความคิดเห็นในประเด็นดังกล่าว จึงทำให้ไม่สามารถที่จะจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มนี้ได้ตามเป้าหมาย เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความสามารถ และความถนัดที่แตกต่างกัน รวมถึงความชอบในวิชาต่างๆ ก็แตกต่างกัน จึงเป็นเรื่องยากที่จะเข้าใจว่านักเรียนแต่ละคนเรียนรู้ด้วยวิธีการใดจะช่วยแก้ไขแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนและช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ไปสู่แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้ แต่โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่ชอบเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติทดลอง ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ประสิทธิผลมากที่สุดสำหรับงานวิจัยนี้ ดังจะเห็นได้จากในหัวข้อแนวคิดหลักเรื่อง รูปร่างโมเลกุล ก่อนการเรียนรู้ นักเรียนโดยส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง รูปร่างโมเลกุล ถึงร้อยละ 58.33 แต่เมื่อเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติต่อโมเดล เพื่อจำลองเป็นรูปร่างโมเลกุลตามที่สาร โคเวเลนต์ที่ผู้วิจัยกำหนด และใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนรู้ทดสอบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการปรับเปลี่ยนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนถึงร้อยละ 50.00 ดังนั้นการที่ครูเข้าใจวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน จะช่วยให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และช่วยแก้ไขแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนได้ รวมถึงการใช้คำถามที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของอรรณพ จันทรฟู (2554 : 129) ซึ่งทำการศึกษาแนวคิดเรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมทำให้นักเรียนร้อยละ 42.22 มีแนวคิดถูกต้องในเรื่องพันธะเคมี และแนวคิดถูกต้องบางส่วนร้อยละ 14.53 แต่อย่างไรก็ตามพบว่า มีนักเรียนร้อยละ 28.37 ยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน สำหรับปัจจัยที่ส่งเสริมและเป็นอุปสรรคต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่มีต่อแนวคิดเรื่องพันธะเคมี ได้แก่ ความสามารถของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การถามคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจและความรู้เดิมของนักเรียน

รวมถึงทักษะพื้นฐานและความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล ความเป็นนามธรรมของเนื้อหา สื่อ และอุปกรณ์การสอน และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) การจัดการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย จะต้องเน้นให้นักเรียนออกแบบและสร้างแนวคิดด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทำนาย สังเกต และการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ดังนั้นครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญที่จะต้องใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างแนวคิดเอง และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์วิชาเคมีทั้ง 3 ระดับให้ได้

2) นักเรียนส่วนใหญ่เรียนรู้โดยวิธีการท่องจำ ดังนั้น ครูผู้สอนจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้เดิมนี้ โดยการอธิบาย เน้นย้ำ และฝึกให้นักเรียนสร้างแนวคิดให้ได้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

3) การจัดการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ได้ ดังนั้นจึงควรนำไปปรับใช้กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในหัวข้ออื่นๆ ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมด้วย

4) การจัดการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ควรจัดเวลายืดหยุ่นและเหมาะสม โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียนแต่ละคนเป็นสำคัญ

5) ผลการสะท้อนการปฏิบัติทั้งจากผู้วิจัยเอง และจากการสะท้อนของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยข้อผิดพลาดในบางประเด็น และเป็นการช่วยพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นมากๆ ในกระบวนการพัฒนาการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ นอกจากจะทำให้ผู้วิจัยมองเห็นปัญหาต่างๆ จากกระบวนการจัดการเรียนการสอน และเป็นจุดเริ่มต้นในการทำวิจัยในชั้นเรียนใหม่ๆ ต่อไป ยังเป็นเครื่องมือบ่งชี้ถึงความรู้ความสามารถ และความถนัดของนักเรียนแต่ละคน

6) จัดกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้สถานการณ์หรือบริบทใหม่ๆ อยู่เสมอ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนออกแบบแบบจำลองทางความคิดในประเด็นนั้นๆ ให้ได้ ซึ่งสถานการณ์ที่หลากหลาย จะช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ๆ ได้

บรรณานุกรม

- ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, เพ็ญจันทร์ ชิงห์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. “การสำรวจแนวคิดของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 3 เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่.” *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*. 11 (2548): 45-69.
- จรรยา ดาสา และคณะ. *แนวคิดเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5*. ม.ป.ท.: วิทยาศาสตร์เกษตร(สังคม), 2549.
- จิตตินันท์ สาตะนิมิ. “การสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับพันธศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร.” *วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์และการสอน คณะศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 2550.
- จุฬารัตน์ เลี้ยงไกรลาส และนฤมล ชูตากม. “แนวคิดทางเลือกเรื่องการหายใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” *วารสารวิจัย มข. ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*. 13 (2551): 1321-1331.
- ชาติรี ฝ่ายดาคำ. “แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี.” *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*. 19 (2551): 10-28.
- , *วิธีสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา (Methods of Teaching Science at Elementary Level)*. กรุงเทพฯ : บริษัท เอพริลพรินติ้ง จำกัด, 2554.
- ชัยยนต์ ศรีเชียงหา. “การพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.” *วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา), สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 2554.
- ณัชรฤต เกื้อทาน. “แบบจำลองความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*. 17(2) (2554): 299-314.
- ตรีคุณ โพธิ์หล้า. “การศึกษาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษานาทองหนองบัว อาเภอเชียงยืน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เขต 3.” *วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 2554.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- นิภาภรณ์ จันทะโยธา. “การพัฒนาวิถีทางมโนคติวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2558.
- น้ำค้าง จันเสริม. “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องงานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์โดยใช้วิธี Predict-Observe- Explain (POE).” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. “การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด.” *ประชาศึกษา*. 31 (กุมภาพันธ์ 2523): 6-7.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. ม.ป.ท.: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2530.
- พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเรื่อง การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อาคารอิมแพคฟอรัม (ฮอลล์ 9) อิมแพค เมืองทองธานี, 2557.
- พรพันธ์ บุ่งนาแซง. “การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญา กับ สืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์: การสะท้อนของ แสง การหักเหของแสงและการเห็นและการคิดวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- พัชตาวัน นาใจแก้ว และวรัญญา จิระวิพลวรรณ. “การใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วย วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายและการเปรียบเทียบแบบอุปมาอุปไมยต่อมโนคติ เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา.” *วารสารหน่วยวิจัย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 5 (2557) : 1-10.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พิมพ์ันท์ เตะชะคุปต์, ลัดดา ภูเกียรติ และสุวัฒนา สุวรรณเขตนิกม (บรรณาธิการ). *ประมวลบทความ
นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- ภัสสร สอนพิมพ์พ้อ. “การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบโดยใช้ ทำนาย-สังเกต-
อธิบาย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.
- มนัส บุญประกอบ. “ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา: แผนภูมิโนทัศน์.” *วารสาร สสวท*. 18(19)
(มกราคม-มีนาคม 2533): 26.
- มังกร ทองสุกดี. *ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย, 2522.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. *การวัดผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2540.
- เยาวเรศ ใจเย็น, เพ็ญศรี บุญสุวรรณศรี และณฤมล ยุตาคม. “แนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องสมดุลเคมีของ
เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.” *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษย
ศาสตร์*. 13 (2550): 541-553.
- รวีวรรณ เมืองรามัญ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน. “การส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง
โลกของเราของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.”
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556.
- ราชบัณฑิตยสถาน. *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2536*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์, ม.ป.ป.
- ลำพูน สิงห์ขา. “การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง อัตราการ
เกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย
สังเกต อธิบาย.” *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาลัยขอนแก่น*. 35 (2555): 93-102.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. “งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วง 14 ปีที่ผ่านมา (2519-2532).” *วารสาร
ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ฉบับพิเศษ*. 6 (พฤศจิกายน 2532): 91-180.
- , *เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่อง การเรียนรู้มโนคติในการประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการ
เตรียมความพร้อมสู่การประกันทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วราภรณ์ เข้มจินดา. “แนวคิดเรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6.”
วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.
- วิชาการ, กรม. *แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้า
และพัสดุภัณฑ์, 2545.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. “การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ.” *วารสารวิจัยทางการศึกษา*.
3 (กรกฎาคม-กันยายน 2532): 18-32.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, 2551.
- . *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. *การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2546.
- สมจิตร สวธนไพบูลย์ และคณะ. “รายงานการวิจัย เรื่อง การวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัด
กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย.” กรุงเทพฯ: ศูนย์
วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.
- สุจินต์ วิสวธีรนนท์. *เอกสารการสอนชุดวิชา ระบบการเรียนการสอน หน่วยที่ 1-7*. นนทบุรี:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2524.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ:
เจนเนอร์ลีสท์เซ็นเตอร์, 2531.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. *21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อกระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์,
2545.
- สุวิมล ติรกานันท์. *สถิติและการวิจัยทางการศึกษาเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2556.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- อรรวรรณ จันทร์ฟู. “การศึกษาแนวคิดเรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.
- อุสาคี มาชัย. “ผลการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เสริมด้วยกลวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2556.
- อำไพ กำลังหาญ. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์กับวิธีการสอนแบบปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (เคมี) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545.
- สามิต๊ะ มูสอ. “การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.” ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555.
- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W., and Marek, E.A. “Understandings and Misunderstanding of English Graders of Five Chemistry Concepts Founding Textbooks.” *Journal of Research in Science Teaching*. 29 (February 1992): 105-120.
- Atwood, R.K., and Atwood, V.A. “Preservice Elementary Teacher’ Conceptions of the Causes of Seasons.” *Journal of Research in Science Teaching*. 3 (May 1996): 553-563.
- Clement, J. “Model based learning as a key research area for science education” *International Journal of Science Education*. 22 (2000): 1041- 1053.
- De Cecco, J.P., and Crawford, W.R. *The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology*. 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1974.
- Garnett, P.J., and Hackling, M.W. “Student’s Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning.” *Studies in Science Education*. 25 (February 1995): 69-95.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Gobert, J.D., and Buckley, B.C. "Introduction to model-based teaching and learning in science education." *International Journal of Science Education*, 22 (2000): 352-381.
- Haidar, A.H. "Prospective Chemistry Teacher' Conception of the Conservation of Matter and Related Concepts." *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (1997): 181-197.
- Israel, K., Joseph O., and Kedibone, M. T. "The Effect of Predict-Observe-Explain Strategy on Learners' Misconceptions about Dissolved Salts." *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5 (March 2014): 300-310.
- Kemmis, S., and Mc Taggart, R. *The action research planer*. n.p.: Victoria Deakin University Press, 1988.
- Kubiszyn, T., and Borich, G. *Education Testing and Measurement: Classroom Application and Prectic*. 6th ed. n.p.: Haper Collins College Publishers, 2003.
- Marek, E.A., Eubank, C., and Gallaher, T.H. "Teacher' understanding and the use of the learning cycle." *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (1990): 821-834.
- Nesli, K. "The Effectiveness of Predict-Observe-Explain Technique in Probing Student' Understanding about Acid-Base Chemistry: A Case for The Concept of pH pOH and Strength." *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11 (June 2012): 555-574.
- Nicoll, G. "A Report of Undergraduates' bonding misconceptions." *International Journal of science Education*, 23 (2001).
- Rosária J. "Learning how to model in science classroom: key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills." *Educacion Quimica*, (2009): 32-40.
- White, R., and Gunstone, R. *Probing understanding*. London and New York: The Falmer Press, 1992.
- Zuziwe, M. "Using the Predict-Observe-Explain Technique to Enhance the Students' Understanding of Chemical Reactions (Short Report on pilot study)." *Paper presented at The AARE Annual Conference*, Fremantle 2 (2001).

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

1. ดร.มานิต บุญประเสริฐ อาจารย์ประจำ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
2. ดร.ศรีสมร พุ่มสะอาด อาจารย์ประจำ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต
3. ดร.ดวงฤทัย ศรีแดง อาจารย์ประจำ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรังสิต
4. ดร.สุวัฒน์ มูลสิน อาจารย์ประจำ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรังสิต
5. นางกาญจนา จันทร์ธนพิเชษฐ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปทุมวิไล



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน แผนก/คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 1275 โทรสาร. 1277

ที่ ศษ.4800/1700

วันที่ 11 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.มานิต บุญประเสริฐ

อาจารย์ประจำหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วยนายสิทธิศักดิ์ พงษ์มาตร์ รหัสนักศึกษา 5607289 นักศึกษานักศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง หันระโคเวเลนต์ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนายสิทธิศักดิ์ พงษ์มาตร์ จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนายสิทธิศักดิ์ พงษ์มาตร์ ด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

(รศ.ดร. รุจา มลสวัสดิ์)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาวโพธิ์น ก้นก้อย

โทร. 02-997-2222 ต่อ 1275-1276



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน แผนก/คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 1275 โทรสาร. 1277

ที่ ศษ.4800/1700

วันที่ 11 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ศรีสมร พุ่มละออด

อาจารย์ประจำหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

เนื่องด้วยนายสิทธิศักดิ์ พสุมาตร รหัสนักศึกษา 5607289 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนายสิทธิศักดิ์ พสุมาตร จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนายสิทธิศักดิ์ พสุมาตร ด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

(รศ.ดร. รุจา ผลสวัสดิ์)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาวไพริน กันภัย

โทร. 02-997-2222 ต่อ 1275-1276



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน แผนก/คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 1275 โทรสาร. 1277

ที่ ศษ.4800/1700

วันที่ 11 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอรับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ดวงฤทัย ศรีแดง

อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วยนายสิทธิศักดิ์ พงษ์มาตร รหัสนักศึกษา 5607289 นักศึกษานักศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนายสิทธิศักดิ์ พงษ์มาตร จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนายสิทธิศักดิ์ พงษ์มาตร ด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

(รศ.ดร. จุฑา ผลสวัสดิ์)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาวไพวัน กันภัย

โทร. 02-997-2222 ต่อ 1275-1276



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน แผนก/คณะศึกษาศาสตร์

โทร. 1275 โทรสาร. 1277

ที่ ศษ.4800/1700

วันที่ 11 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุพัฒน์ มุลสิน

อาจารย์ประจำหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วยนายสิทธิศักดิ์ พทุมมาตร รั้งนักศึกษา 5607289 นักศึกษานักศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง การให้การ เรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิด คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัด กระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือวิจัย ซึ่งนายสิทธิศักดิ์ พทุมมาตร จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนายสิทธิศักดิ์ พทุมมาตร ด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

(รศ.ดร. รุจา มุลสิน)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาวไพริน กันภัย

โทร. 02-997-2222 ต่อ 1275-1276



ที่ ศบ.4800/1700

11 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางกาญจนา จันทร์ธนพิเชฐ

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปทุมวิไล

เนื่องด้วยนายสิทธิศักดิ์ หงษ์มาตร์ รหัสนักศึกษา 5607289 นักศึกษานักศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนายสิทธิศักดิ์ หงษ์มาตร์ จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนายสิทธิศักดิ์ หงษ์มาตร์ ด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร. จุฑา ผ่องแผ้ว)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาวไพวัน กันภัย

โทร. 02-997-2222 ต่อ 1275-1276

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

รหัสวิชา ว 30221

ชื่อรายวิชาเคมี 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย อธิบายชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร การเกิดพันธะเคมี โครงสร้าง การเรียกชื่อและเขียนสูตร การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในพันธะเคมี ทำนายรูปร่าง โมเลกุลและบอกสมบัติที่แตกต่างกันระหว่างพันธะเคมี

สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

พลังงานพันธะ หมายถึง พลังงานที่ใช้สลายพันธะที่ยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมคู่หนึ่งๆ ในโมเลกุลสถานะแก๊ส

พลังงานพันธะเฉลี่ย หมายถึง ค่าพลังงานเฉลี่ยของพลังงานสลายพันธะ ของอะตอมคู่หนึ่งๆ ซึ่งเฉลี่ยจากสารหลายชนิด

ความยาวพันธะ หมายถึง ระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมคู่หนึ่งๆ ที่สร้างพันธะกันในโมเลกุล ความยาวพันธะระหว่างคู่เดียวกันมีค่าต่างกันได้ เมื่ออยู่ในสารประกอบต่างชนิดกัน และความยาวพันธะคิดเป็นค่าเฉลี่ย เรียกว่า ความยาวพันธะเฉลี่ย

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

นักเรียนสามารถ

1. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพันธะโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะได้

ทักษะ/กระบวนการ

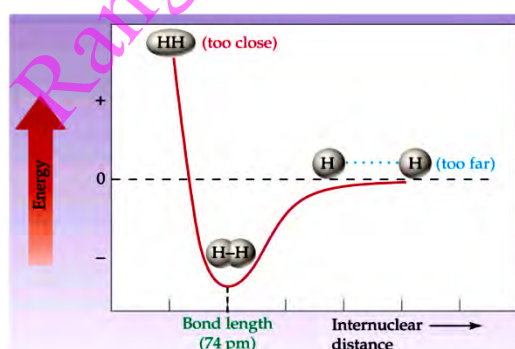
1. กำหนดหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความสนใจใฝ่รู้
2. มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม
3. มีวินัย

สาระการเรียนรู้

จากรูปการเกิดโมเลกุลของก๊าซไฮโดรเจนนั้น อะตอมของไฮโดรเจนจะเคลื่อนที่ใกล้กันได้มากที่สุดและจะเกิดสมดุลระหว่างแรงดึงดูดกับแรงผลักระยะ 74 พิโกเมตร ถ้าเข้าใกล้กันมากกว่านี้แรงผลักรจะเพิ่มมากขึ้นและโมเลกุลจะไม่เสถียร ระยะ 74 พิโกเมตรจึงเป็นระยะที่สั้นที่สุดที่นิวเคลียสของอะตอมทั้งสองสร้างพันธะกันในโมเลกุล ระยะนี้จึงเรียกว่า “ความยาวพันธะ” ความยาวพันธะหาได้จากการศึกษาการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray Diffraction) ผ่านโครงผลึกของสาร หรือจากการศึกษาวิเคราะห์สเปกตรัมของโมเลกุลของสาร



รูปที่ ข.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิด โมเลกุลไฮโดรเจน

ที่มา: <http://my.dek-d.com/kpmynpm/writer/viewlongc.php?id=734705>, 27 กรกฎาคม 2558

เมื่อพิจารณาข้อมูลในตารางจะพบว่า ความยาวพันธะระหว่างอะตอม O และ H ในโมเลกุลของสารต่างชนิดกันจะมีค่าแตกต่างกัน เพราะฉะนั้นความยาวพันธะระหว่างอะตอมคู่หนึ่งหาได้จากค่าเฉลี่ยของความยาวพันธะระหว่างอะตอมคู่เดียวกันในโมเลกุลต่างๆ ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงความยาวพันธะ โดยทั่วไปจึงหมายถึง “ความยาวพันธะเฉลี่ย”

การรวมตัวของไฮโดรเจนจะมีการสร้างพันธะระหว่างอะตอมเกิดเป็นโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนและคายพลังงานออกมา กิโลจูลต่อโมล ดังนี้ 436

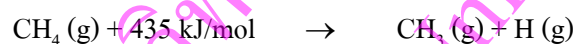


ในทางกลับกันการทำให้โมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนกลายเป็นไฮโดรเจนอะตอมจะต้องใช้พลังงานอย่างน้อยที่สุด กิโลจูลต่อโมล ดังนี้ 436



พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่ใช้เพื่อสลายพันธะระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลที่อยู่ภายในสถานะแก๊สให้เป็นอะตอมเดี่ยวในสถานะแก๊ส เรียกว่า พลังงานพันธะ

โมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่าสองอะตอมจะมีพันธะในโมเลกุลมากกว่าหนึ่งพันธะ การทำให้โมเลกุลสลายเป็นอะตอมเดี่ยวจึงต้องใช้พลังงานสูงเพื่อสลายพันธะจำนวนหลายพันธะ เช่นการสลายโมเลกุลของมีเทน (CH_4) ใช้พลังงานดังนี้



เมื่อรวมขั้นทั้ง 4 เข้าด้วยกันจะได้ว่า



การสลายพันธะ C—H ในโมเลกุลมีเทนแต่ละพันธะใช้พลังงานไม่เท่ากัน ผลรวมของพลังงานที่ใช้สลายพันธะ C—H ทั้ง 4 พันธะเท่ากับ 1,650 kJ/mol พลังงานเฉลี่ยของพันธะ C—H ใน $\text{CH}_4 = \frac{1650}{4} = 413 \text{ kJ/mol}$ มีค่าเท่ากับ พลังงานพันธะเฉลี่ย

การพิจารณาปฏิกิริยาพลังงานสลายพันธะและพลังงานเกิดพันธะ

1. ปฏิกิริยาใดๆ ที่มีแต่การสลายพันธะจะเป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน คือ สมการจะอยู่ในรูป
โมเลกุล $\rightarrow$ อะตอม เช่น $2\text{HCl(g)} \rightarrow \text{H(g)} + 2\text{Cl(g)}$
2. ปฏิกิริยาใดๆ ที่มีแต่การสร้างพันธะจะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน คือ สมการจะอยู่ในรูป
อะตอม $\rightarrow$ โมเลกุล เช่น $3\text{H(g)} + \text{N(g)} \rightarrow \text{NH}_3\text{(g)}$

3. ปฏิกิริยาเคมีใดๆ ก็ตามจะได้สารใหม่เกิดขึ้น แสดงว่าต้องมีการสลายพันธะของสารตั้งต้นไปเป็นอะตอมแล้วจะสร้างพันธะระหว่างกัน ได้สารใหม่เป็นผลิตภัณฑ์ โดยมีสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปโมเลกุล เช่น $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

ดังนั้น ปฏิกิริยาเคมีใดๆ ที่เกิดขึ้น จะมีการสลายพันธะของสารเดิมจึงต้องดูดพลังงานและมีการสร้างพันธะของสารใหม่จะมีการคายพลังงาน ถ้าทราบทั้งชนิดและจำนวนของพันธะทั้งหมดที่สลายพันธะที่เกิดขึ้นใหม่ หาได้จาก (ΔH) ได้ ดังนี้

$$\Delta H = \sum \Delta H (\text{สารตั้งต้น}) - \sum \Delta H (\text{สารผลิตภัณฑ์})$$

ΔH มีเครื่องหมายเป็น + แสดงว่าระบบมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบดูดพลังงาน

ΔH มีเครื่องหมายเป็น - แสดงว่าระบบมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบคายพลังงาน

สรุปความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

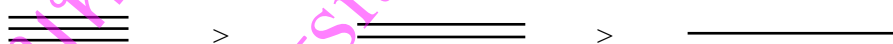
ความยาวพันธะ หมายถึง ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองที่เกิดพันธะกัน

ถ้าความยาวพันธะยิ่งสั้น พลังงานพันธะก็จะยิ่งมาก หรือพันธะนั้นเสถียรภาพหรือแข็งแรงมาก สำหรับพันธะชนิดเดียวกัน พันธะเดียวจะมีความยาวพันธะมากที่สุด

เปรียบเทียบความยาวพันธะ ดังนี้



เปรียบเทียบพลังงานพันธะ ดังนี้



ทักษะ/กระบวนการ

- การสังเกต
- การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

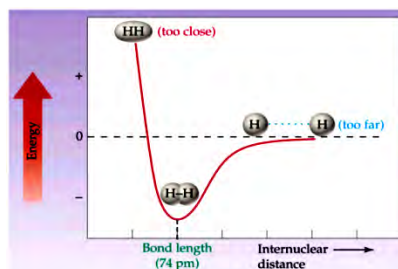
- | | | | |
|---|--|---|---|
| ☐ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | ☐ ซื่อสัตย์สุจริต | ☒ มีวินัย | ☒ ใฝ่เรียนรู้ |
| ☐ อยู่อย่างพอเพียง | ☒ มุ่งมั่นในการทำงาน | ☐ รักความเป็นไทย | ☐ มีจิต |

สาธารณะ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองความคิด

1.1 นักเรียนร่วมกันอธิบายกราฟการเปลี่ยนแปลงการเกิดโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน



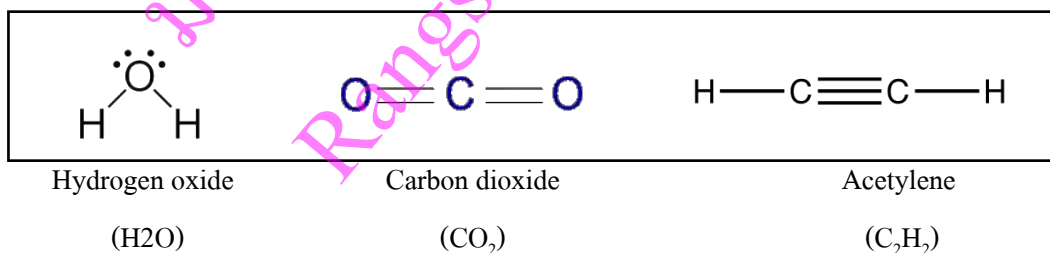
(แนวการตอบ โมเลกุลจะมีความเสถียรเมื่อไฮโดรเจนทั้ง 2 อะตอมอยู่ระยะห่างที่เหมาะสมค่าหนึ่งเท่านั้น)

1.2 ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับความยาวของพันธะโคเวเลนต์โดยใช้คำถามกระตุ้น

- ความยาวพันธะคือค่าใด และนักเรียนคิดว่าความยาวพันธะระหว่างฟลูออรีน 2 อะตอมจะเท่ากับความยาวพันธะระหว่างคลอรีน 2 อะตอมหรือไม่ เพราะอะไร

(แนวทางการตอบ ไม่เท่ากัน เพราะขนาดอะตอมของ F กับ Cl ไม่เท่ากัน ดังนั้น ความยาวพันธะจึงไม่เท่ากันด้วย)

1.3 นักเรียนร่วมกันศึกษาภาพของโมเลกุลต่างๆ ที่ครูนำเสนอ โดยร่วมกันตอบคำถามจากสิ่งที่สังเกตได้



รูปที่ ข.2 สูตรโครงสร้างของสารประกอบต่างๆ

- จากภาพนักเรียนจะเห็นว่าพันธะ O-H พันธะ C-O และพันธะ C-C เป็นพันธะชนิดใด

(พันธะ O-H คือพันธะเดี่ยว พันธะ C-O คือพันธะคู่ และพันธะ C-C คือพันธะสาม)

1.4 นักเรียนคิดว่าความยาวพันธะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

(ไม่เท่ากัน เนื่องแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลไม่เท่ากัน)

1.5 นักเรียนคิดว่าหากใช้พลังงานเพื่อสลายพันธะดังกล่าว จะใช้พลังงานในการสลายพันธะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

(ใช้พลังงานในการสลายพันธะไม่เท่ากัน เพราะความยาวพันธะต่างกัน โดยพันธะสามจะใช้พลังงานในการสลายพันธะสูงที่สุดและใช้น้อยที่สุดคือพันธะเดี่ยว)

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงออกแบบจำลอง

2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลในหนังสือเรียน

2.2 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

- เรียงอันดับความยาวพันธะจากน้อยไปหามาก

(พันธะสาม < พันธะคู่ < พันธะเดี่ยว)

- เรียงอันดับพลังงานพันธะจากน้อยไปหามาก

(พันธะเดี่ยว < พันธะคู่ < พันธะสาม)

- เรียงความยาวพันธะของ H_2O CO_2 และ C_2H_2

($H_2O > CO_2 > C_2H_2$)

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบแบบจำลอง

- ขั้นทำนาย

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

3.2 นักเรียนทำนายผลก่อนทำกิจกรรมตามใบกิจกรรม ด้วยการตอบคำถามก่อนการทำกิจกรรม ดังนี้

- พลังงานที่ใช้ในการดึงพันธะ 1 2 และ 3 เส้นให้ห่างกันเป็น

ระยะทาง 6 นิ้ว จะมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ ต่างกัน คือ พันธะ 3 เส้น จะใช้แรงดึงมากกว่า 2 เส้น และ 1 เส้น

ตามลำดับ)

- ถ้าเปรียบเสมือนพันธะคือ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ นักเรียนคิดว่า

พันธะชนิดใดมีความยาวพันธะยาวที่สุด เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ พันธะเดี่ยวยาวกว่าพันธะคู่และยาวกว่าพันธะสาม ตามลำดับ เพราะ

อิเล็กตรอนที่สร้างพันธะนั้นน้อยกว่าแรงดึงดูดจึงน้อยตาม พันธะจึงมีความยาวมากกว่า)

- ขั้นสังเกต

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับหนัวยาง 6 เส้น ที่หน้าชั้นเรียน

3.4 นักเรียนดำเนินการทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมพร้อมทั้งสังเกตข้อมูลต่างๆ จากการทำกิจกรรม ดังนี้

- ตอนที่ 1 ให้นักเรียนทดลองดึงหนัวยางด้วยแรงที่เท่ากัน เปรียบเทียบว่าจำนวนของหนัวยาง 1 2 และ 3 เส้น สามารถยืดออกได้มากหรือน้อยต่างกันอย่างไร
- ตอนที่ 2 ถ้าต้องการดึงให้หนัวยางยืดออกเป็นระยะทาง 6 นิ้ว เปรียบเทียบว่าจำนวนของหนัวยาง 1 2 และ 3 เส้น ต้องใช้แรงดึงมากหรือน้อยต่างกันอย่างไร

- ขั้นอธิบาย

3.4 ถ้าเปรียบเทียบให้ยางเป็นพันธะของสารประกอบ โคเวเลนต์ นักเรียนคิดว่าพันธะใดจะมีความแข็งแรงมากที่สุด โดยเรียงจากน้อยไปมาก และเพราะอะไรจึงคิดเช่นนั้น

(ถ้าเปรียบเทียบให้ยางเป็นพันธะของสารประกอบ โคเวเลนต์ พันธะที่มีความแข็งแรงมากที่สุด โดยเรียงจากน้อยไปมากคือ พันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม เนื่องจากเมื่อดึงหนัวยาง 1 เส้น 2 เส้น และ 3 เส้น ตามลำดับ พบว่าต้องใช้แรงดึงมากขึ้น)

3.5 ความยาวของยางที่เกิดจากแรงดึงเป็นเสมือนกับความยาวของพันธะ ความยาวของพันธะคืออะไร

(ความยาวพันธะ คือ ระยะห่างที่สั้นที่สุดระหว่างนิวเคลียสของสองอะตอมที่สามารถสร้างพันธะแล้วเกิดเป็น โมเลกุล)

3.6 นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินแบบจำลอง

4.1 ความยาวพันธะวัดจากจุดใดบนอะตอม พร้อมวาดแบบจำลองความคิด

(คลีซของอะตอมหนึ่งไปยังอีกนิวเคลียสของอะตอมหนึ่งวัดจากนิว)

4.2 นักเรียนคาดเดาคำตอบว่า ความยาวพันธะเฉลี่ยของ O-H ในโมเลกุลของน้ำ (H_2O) เอทานอล ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) และกรดไนตริก HNO_2 มีค่าเป็นอย่างไร

(มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย เพราะความยาวพันธะของอะตอมคู่เดียวกันในสารประกอบต่างชนิดกัน จะมีความยาวพันธะที่แตกต่างกัน)

4.3 นักเรียนร่วมกันศึกษตารางความยาวพันธะของ O-H ในโมเลกุลของสารต่างชนิดกัน และร่วมกันตอบคำถามว่า ความยาวพันธะของ O-H หาได้อย่างไร

(สามารถหาความยาวพันธะ $O-H$ ได้โดยนำความยาวพันธะ $O-H$ ในโมเลกุลของสารต่างๆ มาเฉลี่ย ซึ่งจะให้เป็น ความยาวพันธะเฉลี่ย ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความยาวพันธะชนิดเดียวในโมเลกุลต่างๆ)

4.4 เมื่อนักเรียนออกแรงดึงยางเพื่อให้ยางขาดออกจากกัน แรงที่นักเรียนใช้น้อยที่สุดเพื่อทำให้ยางขาดออกจากกัน ถ้าให้แรงเป็นพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลสามารถเรียกพลังงานนี้ว่าอะไร

(พลังงานที่ใช้น้อยที่สุดที่ใช้เพื่อสลายพันธะระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลในสถานะที่เป็นแก๊สให้เป็นอะตอมเดี่ยวในสถานะที่เป็นแก๊ส เรียกว่า พลังงานพันธะ)

4.5 ครูยกตัวอย่างในโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่าสองอะตอมจะมีพันธะในโมเลกุลมากกว่าหนึ่งพันธะ ครูถามนักเรียนว่าถ้าเปรียบเทียบกัน โมเลกุลที่มีพันธะเดียว นักเรียนคิดว่าพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

(พลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะในโมเลกุลที่มีมากกว่าหนึ่งพันธะจะใช้พลังงานมากกว่า พลังงานที่ใช้สลายพันธะในโมเลกุลที่มีพันธะเดียว)

4.6 นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความยาวพันธะ

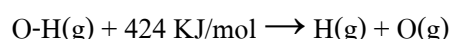
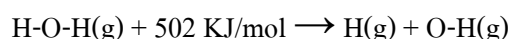
(แนวคำตอบ ความยาวพันธะเป็นระยะห่างระหว่างอะตอมที่สั้นที่สุดที่ทำให้โมเลกุลเกิดใหม่มีเสถียรภาพได้ โดยความยาวพันธะระหว่างธาตุแต่ละชนิดจะมีค่าไม่เท่ากัน นอกจากนี้พันธะระหว่างอะตอมคู่หนึ่งเมื่ออยู่ในสาร โคเวเลนต์ต่างชนิดกันก็มีความยาวพันธะที่ต่างกันด้วย)

4.7 ความยาวพันธะสัมพันธ์กับพลังงานพันธะอย่างไร

(ความยาวพันธะสั้นต้องใช้พลังงานสูงในการสลายพันธะ เนื่องจากมีแรงดึงดูดสูง ดังนั้นพันธะเดี่ยวจึงมีพลังงานพันธะน้อยกว่าพันธะคู่และน้อยกว่าพันธะสาม ตามลำดับ)

ขั้นที่ 5 ขันขยายแบบจำลอง

5.1 ครูยกตัวอย่างการสลายโมเลกุลของน้ำ (H_2O) จะต้องใช้พลังงานเพื่อสลายพันธะ $O-H$ ดังนี้



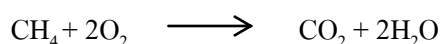
นักเรียนคำนวณหาพลังงานพันธะจากสมการที่กำหนด

(แนวคำตอบ เนื่องจากโมเลกุลของน้ำมี $O-H$ 2 พันธะ การสลายพันธะ $O-H$ แต่ละพันธะใช้พลังงานไม่เท่ากัน เมื่อคำนวณพลังงานพันธะเฉลี่ยในการสลายพันธะ $O-H$ ทั้งสองจะได้ค่า

เท่ากับ 463 KJ/mol ดังนั้นพลังงานที่ปรากฏในตารางข้อมูลทั่วไปที่ใช้สำหรับการคำนวณจะเป็นค่าพลังงานพันธะเฉลี่ย)

5.2 นักเรียนร่วมกันสังเกตวิธีการหาคำตอบจากโจทย์ปฏิกิริยาที่ครูกำหนด

ปฏิกิริยาการเผาไหม้แก๊สมีเทน (CH_4) 1 โมล ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ ปฏิกิริยานี้คายพลังงานหรือดูดพลังงานเท่าใด เมื่อสมการการเผาไหม้ของ CH_4 1 โมล เป็นดังนี้



$$\text{CH}_4 \quad 1 \text{ โมล มีพันธะ C-H} = 4 \text{ mol}$$

$$\text{O}_2 \quad 1 \text{ โมล มีพันธะ O=O} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{พลังงานพันธะของ C-H} = 413 \text{ mol}$$

$$\text{พลังงานพันธะของ O=O} = 498 \text{ mol}$$

$$\text{พลังงานที่ใช้สลายพันธะของ CH}_4 \text{ 1 โมล และ O}_2 \text{ 2 โมล} = E_1 \text{ kJ}$$

$$E_1 = (4 \text{ mol} \times 413 \text{ kJ/mol}) + (2 \text{ mol} \times 498 \text{ kJ/mol})$$

$$= 1652 \text{ kJ} + 996 \text{ kJ} = 2648 \text{ kJ}$$

ดังนั้น การเผาไหม้ CH_4 1 โมล ต้องดูดพลังงานเท่ากับ 2,648 kJ

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปว่า

- พลังงานพันธะของอะตอมคู่เดียวกันในสารประกอบต่างชนิดกันอาจมีค่าไม่เท่ากัน
- พลังงานพันธะเป็นค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ต้องใช้สลายพันธะระหว่างอะตอมคู่หนึ่งใน

โมเลกุลของสารชนิดต่าง ๆ

- เมื่อเปรียบเทียบความยาวพันธะระหว่างอะตอมคู่เดียวกันพบว่า พันธะสามสั้นกว่าพันธะคู่ และพันธะคู่สั้นกว่าพันธะเดี่ยว ส่วนพลังงานพันธะจะพบว่า พันธะสามสั้นกว่าพันธะคู่ และพันธะคู่สั้นกว่าพันธะเดี่ยว ส่วนพลังงานพันธะจะพบว่าพันธะสามมีพลังงานพันธะมากกว่าพันธะคู่ และพันธะคู่มากกว่าพันธะเดี่ยว

5.4 นักเรียนกับครูร่วมอภิปรายการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวข้องกับการสลายพันธะในสารตั้งต้นและการสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์ การสลายพันธะต้องดูดพลังงานและการสร้างพันธะจะคายพลังงาน ถ้าทราบชนิดและจำนวนของพันธะทั้งหมดที่สลายและที่เกิดขึ้นใหม่ ก็จะสามารถคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) ได้

$$\Delta H = E_1 + E_2$$

E_1 = ผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะทั้งหมดในสารตั้งต้น

E_2 = ผลรวมของพลังงานที่คายออกมาเมื่อสร้างพันธะใหม่ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์

ค่าพลังงานที่ใช้ในการคำนวณจะต้องคำนึงถึงเครื่องหมายด้วย

ค่าพลังงานที่ได้หรือดูดเข้าสู่ระบบมีเครื่องหมายเป็นบวก (+)

ค่าพลังงานที่ระบบคายออกมามีเครื่องหมายเป็นลบ (-)

5.5 นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวน

5.6 นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี (1) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (สสวท.)
2. สื่อการเรียนรู้ Power Point เรื่อง พันธะ โคเวเลนต์
3. ใบกิจกรรม เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
 - 3.1 อุปกรณ์ – หนึ่งยางกลุ่มละ 6 เส้น
4. แบบฝึกหัดท้ายบท
5. แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้

2. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry1/chemical_bonding/covalent.htm

การวัดประเมินผล

ประเด็นในการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
1. สรุป ความสัมพันธ์ ระหว่างชนิดของ พันธะ โคเวเลนต์ ความ ยาวพันธะ และ พลังงานพันธะได้	- ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจสมุดบันทึก	ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด - สมุดบันทึก -	ครู	ได้คะแนนใน ระดับ 3 ขึ้นไป

ประเด็นในการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
2. ค้นหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้	- ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจสมุดบันทึก	ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด - สมุดบันทึก -	ครู	ได้คะแนนในระดับ 3 ขึ้นไป
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น	สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ครู	ได้คะแนนในระดับ 3 ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผล

ประเด็นในการวัดและการประเมินผล	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2(พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
สรุปความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพันธะโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะได้	สรุปความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพันธะโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	สรุปความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพันธะโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	สรุปความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพันธะโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะได้บางส่วนแต่ต้องแนะนำ	สรุปความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพันธะโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะไม่ถูกต้องและต้องแนะนำ
ค้นหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้	ค้นหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	ค้นหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ค้นหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้บางส่วน แต่ต้องแนะนำ	ค้นหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาไม่ถูกต้องและต้องแนะนำ

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

วันที่ประเมิน..... เรื่อง..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/

รายการประเมิน	คะแนนกลุ่ม ที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะเรียน								
2. การมีส่วนร่วมในการเรียน								
3. ความมีระเบียบวินัย								
4. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย								
5. ยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น								
6. มีเจตคติต่อการเรียนที่ดี								
7. ไม่คุยกันในขณะที่เรียน								
รวม								

เกณฑ์การประเมิน

1 ผ่าน

0 ไม่ผ่าน

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(.....)

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ (คะแนน)	
	1	0
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะเรียน	มีความตั้งใจ และสนใจในขณะเรียน	ขาดความตั้งใจ และไม่สนใจในขณะเรียน
2. การมีส่วนร่วมในการเรียน	มีส่วนร่วมในการเรียนมาก	มีส่วนร่วมในการเรียนน้อย
3. ความมีระเบียบวินัย	มีระเบียบวินัยในชั้นเรียน	ขาดระเบียบวินัยในชั้นเรียน
4. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	งานเสร็จ ส่งทันเวลา	งานเสร็จล่าช้า ส่งไม่ทันเวลา
5. ยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น	ยอมรับฟังความเห็นของเพื่อนในกลุ่ม	ไม่ยอมรับฟังความเห็นของเพื่อนในกลุ่ม และแสดงพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม
6. มีเจตคติต่อการเรียนที่ดี	พยายามตอบคำถามเวลาครูถาม	ไม่พยายามตอบคำถามเวลาครูถาม
7. ไม่คุยกันในขณะที่เรียน	ไม่คุย หยอกล้อกันในขณะที่เรียน	คุยและส่งเสียงดังในขณะที่เรียน

กิจกรรมเสนอแนะ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้น ม.4/.....วันที่ฝึกสอน.....เดือน..... พ.ศ.

1. วางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างไร

.....

.....

.....

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างไร เรื่องที่ยังไม่เข้าใจและต้องการ/คำอธิบายเพิ่มเติม

.....

.....

.....

3. สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้/ปัญหาอุปสรรคต่างๆ

.....

.....

.....

4. การจัดการเรียนการสอนในครั้งถัดไปกระบวนกร/แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น/จัดการเรียนการสอนที่ทำให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นายสิทธิศักดิ์ พสุมาตร)

ผู้บันทึก

ลงชื่อ

(ดร.ปรานอม ขาวเมฆ)

อาจารย์นิเทศก์

ลงชื่อ

(นางสาวทองใบ สุขประเสริฐชัย)

ครูพี่เลี้ยง

ลงชื่อ

(ดร.ธนาวรรณ อัสวราชันย์)

อาจารย์นิเทศก์

ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

จากการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ แล้วมีความคิดเห็น
ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ ดีมาก
- ☐ ดี
- ☐ พอใช้
- ☐ ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- ☐ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ได้อย่างเหมาะสม
- ☐ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ แต่ยังไม่เหมาะสม ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป
- ☐ ที่ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ นำไปใช้ได้
- ☐ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวทองใบ สุขประเสริฐชัย)

ครูพี่เลี้ยง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ลงชื่อ.....

(นายทองดี แยมสรวล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ลงชื่อ.....

(นายสุรเชษฐ์ ผลพานิชเจริญ)

รักษาราชการแทนรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ใบกิจกรรม

เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

สมาชิกกลุ่ม

1. ชื่อ ชั้น เลขที่
2. ชื่อ ชั้น เลขที่
3. ชื่อ ชั้น เลขที่
4. ชื่อ ชั้น เลขที่
5. ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง จงตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้องสมบูรณ์

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. เรียงอันดับความยาวพันธะจากน้อยไปหามาก

.....

2. เรียงอันดับพลังงานพันธะจากน้อยไปหามาก

.....

3. เรียงความยาวพันธะของ H_2O , CO_2 และ C_2H_2

.....

ปฏิบัติกิจกรรม

ตอนที่ 1 พลังงานพันธะและความยาวพันธะ

หน้าอย่าง 1 เส้น เสมือนพันธะ

หน้าอย่าง 2 เส้น เสมือนพันธะ

หน้าอย่าง 3 เส้น เสมือนพันธะ

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

ระยะทางของหนัวยางด้วยแรงดึงเท่ากัน	
ทำนายผลก่อนทำกิจกรรม	ผลการทำกิจกรรม
แรงดึงหนัวยางที่ระยะทาง 6 นิ้ว	
ทำนายผลก่อนทำกิจกรรม	ผลการทำกิจกรรม

1. เรียงอันดับพันธะที่มีความยาวมากที่สุดไปหาสั้นที่สุด

.....

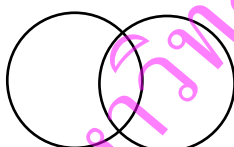
2. เรียงอันดับพันธะที่ใช้พลังงานสูงที่สุดไปหาต่ำที่สุด

.....

3. อธิบายวิธีการวัดความยาวพันธะ พร้อมระบุตำแหน่ง

.....

.....



4. ความยาวพันธะเฉลี่ยของ O-H ในโมเลกุลของน้ำ (H_2O) เอทานอล ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) และกรดไนตริก HNO_3 เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

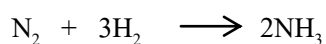
ตอนที่ 2 การคำนวณพลังงานพันธะ

1. ปฏิกิริยาการเกิด NH_3 1 โมล ต้องใช้พลังงานรวมเท่าใด เมื่อ

$$\text{H-H} = 436 \text{ KJ/mol}$$

$$\text{N}\equiv\text{N} = 941 \text{ KJ/mol}$$

$$\text{N-H} = 391 \text{ KJ/mol}$$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. พลังงานพันธะของอะตอมคู่เดียวกันในสารประกอบต่างชนิดกันอาจมีค่าเป็นอย่างไร

.....

.....

2. ความยาวพันธะระหว่างอะตอมคู่เดียวกันมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

3. ความยาวพันธะสัมพันธ์กับพลังงานพันธะอย่างไร

.....

.....

แบบฝึกหัดทบทวนความรู้
เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

คำชี้แจง จงตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. กำหนดความยาวพันธะระหว่างอะตอมของ C กับ C เป็น 154 120 และ 134 พิโกเมตร
ตามลำดับ จงระบุชนิดของพันธะและเปรียบเทียบพลังงานพันธะ

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนโครงสร้างลิวอิสของโมเลกุล O_2 , H_2O และ H_2O_2 และเปรียบเทียบ

ก. ความยาวพันธะระหว่าง H กับ O ใน H_2O และ H_2O_2

ข. ความยาวพันธะระหว่าง O กับ O ใน O_2 และ H_2O_2

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนใน C_2H_2 , C_2H_4
และ C_2H_6

.....

.....

.....

.....

4. จงคำนวณพลังงานที่ต้องใช้เพื่อสลายแก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) 0.5 โมล ออกเป็นอะตอมอย่าง
สมบูรณ์

.....

.....

.....

5. จงใช้ข้อมูลจากตาราง 2.7 หน้า 75 คำนวณพลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) สำหรับสมการ



มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้
เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
ชั้น ม.4/..... วันที่ เดือน พ.ศ.

1. นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีความรู้อย่างไรเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนประสบปัญหาอะไรบ้างในกระบวนการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

4. การจัดการเรียนการสอนรูปแบบใดที่นักเรียนชอบเรียน

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

รหัสวิชา ว 30221

ชื่อรายวิชาเคมี 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

เวลา 1 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อธิบายและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย อธิบายชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร การเกิดพันธะเคมี โครงสร้าง การเรียกชื่อและเขียนสูตร การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในพันธะเคมี ทำนายรูปร่างโมเลกุลและบอกสมบัติที่แตกต่างกันระหว่างพันธะเคมี

สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

เรโซแนนซ์ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดกับสารบางชนิด ซึ่งไม่สามารถเขียนสูตรโครงสร้างแทนได้เพียงสูตรเดียว เนื่องจากการเขียนสูตรโครงสร้างได้หลายแบบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

นักเรียนสามารถ

1. อธิบายโครงสร้างของสาร โคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้

ทักษะ/กระบวนการ

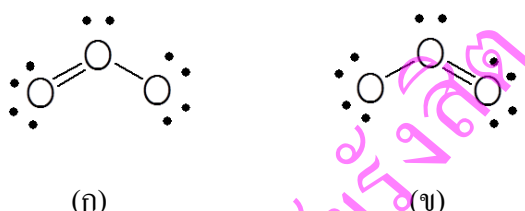
1. เขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

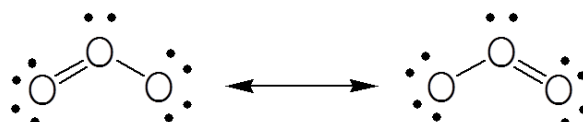
1. มีความสนใจใฝ่รู้
2. มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม
3. มีวินัย

สาระการเรียนรู้

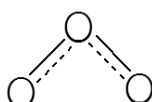
โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดที่มีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุล เช่น โมเลกุลโอโซน (O_3) พันธะเกิดจากอะตอมระหว่างออกซิเจนกับออกซิเจนอีก 2 อะตอม ตามกลไกออกเตต เขียนแสดงได้ดังนี้



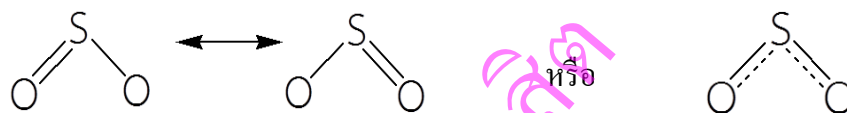
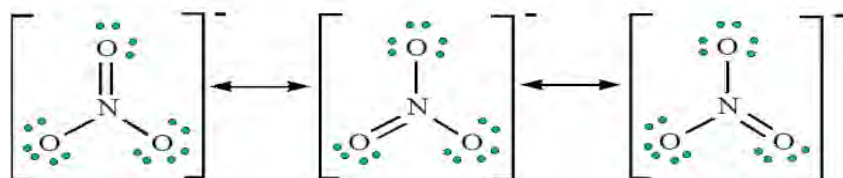
จากโครงสร้างลิวอิสทั้งสองนี้แสดงว่าออกซิเจนอะตอมกลางสร้างพันธะเดี่ยวกับออกซิเจนอะตอมหนึ่งและสร้างพันธะคู่กับออกซิเจนอีกอะตอมหนึ่ง ซึ่งหมายความว่า พันธะทั้งสองในโมเลกุลนี้มีความยาวไม่เท่ากัน แต่จากการศึกษาพบว่าความยาวพันธะระหว่างอะตอมออกซิเจนทั้งสองพันธะมีค่า 128 พิโกเมตรเท่ากัน ซึ่งเป็นค่าความยาวพันธะระหว่างพันธะเดี่ยวกับพันธะคู่ของออกซิเจนกับออกซิเจน (ความยาวพันธะของ $O-O$ และ $O=O$ เท่ากับ 148 และ 121 พิโกเมตรตามลำดับ) แสดงว่าทั้งสองในโมเลกุลเป็นพันธะชนิดเดียวกัน ดังนั้นโครงสร้างลิวอิส (ก) และ (ข) แบบใดแบบหนึ่งที่แสดงไว้ตอนแรกใช้แทนโมเลกุล O_3 ไม่ได้ จึงเขียนแทนด้วย โครงสร้างเรโซแนนซ์ (Resonance Structure) ดังนี้



การที่พันธะระหว่างออกซิเจนกับออกซิเจนทั้ง 2 พันธะเหมือนกันนั้นเกิดจากการที่อิเล็กตรอน 1 คู่สร้างพันธะโคเวเลนต์ตามปกติและอิเล็กตรอนอีก 1 คู่ จะเคลื่อนที่ไปมาระหว่างอะตอมทั้งสาม และสามารถเขียนแทนด้วยโครงสร้างดังต่อไปนี้



เขียนเส้นประแทนคู่อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ไปมา โครงสร้างเรโซแนนซ์อาจพบใน โมเลกุล หรือไอออนชนิดอื่นๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ ข.3 โครงสร้างเรโซแนนซ์ของสารโคเวเลนต์

ทักษะ/กระบวนการ

- การสังเกต
- การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2551 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

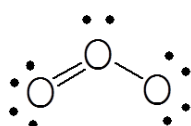
- | | | | |
|--|--|---|---|
| ☐ รักชาติ ศาสน์กษัตริย์ | ☐ ซื่อสัตย์สุจริต | ☒ มีวินัย | ☒ ใฝ่เรียนรู้ |
| ☐ อยู่อย่างพอเพียง | ☒ มุ่งมั่นในการทำงาน | ☐ รักความเป็นไทย | ☐ มีจิต |

สาธารณะ

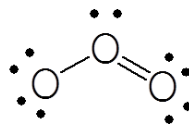
กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองความคิด 1

1.1 นักเรียนเขียนโครงสร้างลิวอิสแบบเส้น และแบบจุดของโมเลกุลของโอโซน (O_3) ตามความเข้าใจ

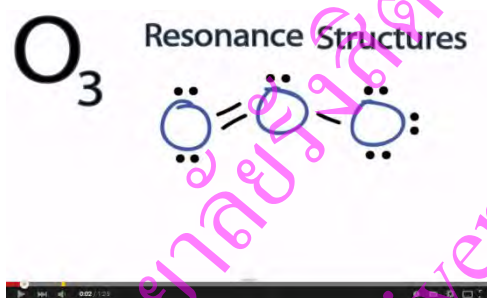


(ก)



(ข)

1.2 นักเรียนดูวิดีโอโครงสร้างของสารที่มีสูตรโมเลกุล O_3 แล้วตอบคำถามในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ ข.4 แสดงภาพวิดีโอที่สนเรื่อง Resonance Structures

- จากวิดีโอ นักเรียนเห็นอะไร
(แนวการตอบ โครงสร้างโมเลกุลของ O_3 ทั้งแบบจุดลิวอิสและแบบเส้น)
- โครงสร้างทั้งสองแตกต่างกันหรือไม่
(แตกต่างกัน อะตอมซ้าย-ขวาของอะตอมกลางจะมีชนิดของพันธะที่แตกต่างกัน)
- โครงสร้าง O_3 จากวิดีโอเหมือนกับโครงสร้างที่นักเรียนออกแบบไว้หรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงออกแบบจำลอง

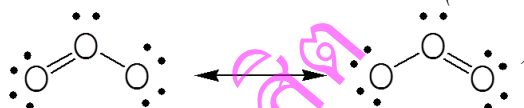
2.1 นักเรียนร่วมกันอธิบายโครงสร้างลิวอิสทั้งสองแบบของ O_3 จากรูปโครงสร้างที่นักเรียนวาด จะเห็นได้ว่าออกซิเจนอะตอมกลางสร้างพันธะเดียวกับออกซิเจนหนึ่งอะตอมและสร้างพันธะคู่กับออกซิเจนอีกหนึ่งอะตอม นักเรียนคิดว่าพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ในโมเลกุลนี้มีความยาวพันธะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

(พันธะทั้งสองใน โมเลกุลนี้มีมีความยาวไม่เท่ากัน เนื่องจากความยาวพันธะของ O-O เท่ากับ 148 พิโกเมตร และ O=O เท่ากับ 121 พิโกเมตร)

2.2 ครูอธิบายเพิ่มเติม ดังนี้

■ แต่จากการศึกษาพบว่าความยาวพันธะระหว่างอะตอมออกซิเจนทั้งสองพันธะ มีค่า พิโกเมตรเท่ากัน ซึ่งเป็นค่าความยาวพันธะระหว่างพันธะเดียวกับพันธะคู่ของ 128 คอออกซิเจนกับออกซิเจน จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าพันธะทั้งสองใน โมเลกุลเป็นพันธะชนิดเดียวกัน นักเรียนคิดว่า จะเขียนโครงสร้างลิวอิสแทนโมเลกุลของ O_3 ทั้งรูป (ข) และ (ก) ได้อย่างไร

(แนวการตอบ เขียนแทนด้วย โครงสร้างเรโซแนนซ์ (Resonance Structure)



2.3 นักเรียนเขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ของ O_3



ขั้นที่ 3 ขั้นตอนแบบจำลอง

-ขั้นทำนาย

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

3.2 นักเรียนวาดโครงสร้างที่เป็นคำตอบเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับโครงสร้างเรโซแนนซ์ โดยครูใช้คำถามดังนี้

■ โครงสร้างเรโซแนนซ์เกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวการตอบ เกิดจากการที่อิเล็กตรอนสร้างพันธะกัน 1 คู่ แต่มีอิเล็กตรอนอีก 1 คู่ เคลื่อนที่ไปมาระหว่างอะตอมทั้ง 3)

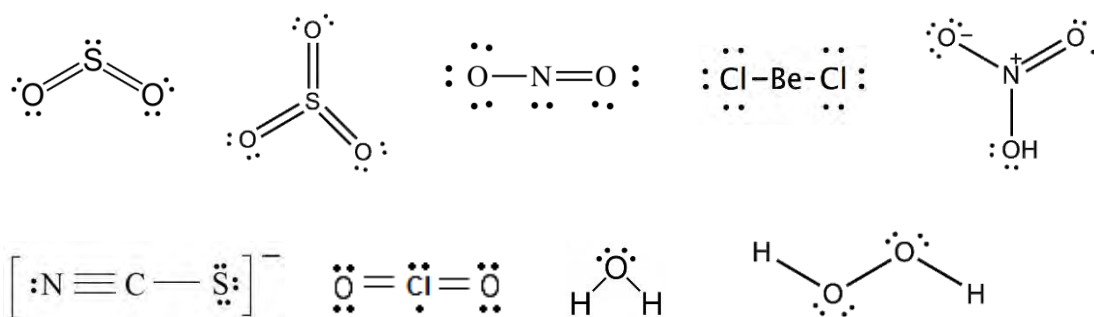
■ สามารถเขียนสัญลักษณ์แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน 1 คู่ ได้อย่างไร

(แนวการตอบ ใช้เส้นประแทนอิเล็กตรอน 1 คู่ ที่เคลื่อนที่ไปมาระหว่างอะตอม ดังนั้น จึงเขียนเส้นประแทน)

- ขั้นสังเกต

3.3 นักเรียนคิดว่า พันธะของโมเลกุลเรโซแนนซ์ O_3 นี้ทำให้โครงสร้างมีความเสถียรหรือไม่ (มีความเสถียร เพราะอะตอมแต่ละอะตอมจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8)

3.4 นักเรียนร่วมกันสังเกตโมเลกุลอื่นๆ ตามที่ครูเสนอบน Power Point จากนั้นครูถามว่า โมเลกุลดังกล่าวเป็นโมเลกุลเรโซแนนซ์หรือไม่ เพราะเหตุใด



- ขั้นตอนอธิบาย

3.5 นักเรียนจะให้ความหมายของโครงสร้างเรโซแนนซ์ว่าอย่างไร

(แนวการตอบ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับสารบางชนิดที่ไม่สามารถเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสแทนได้สูตรเดียว จึงเขียนสูตรลิวอิสได้ 2 แบบ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สมมูลกัน โครงสร้างเรโซแนนซ์จะไม่เกิดขึ้นในแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น)

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินแบบจำลอง

4.1 นักเรียนตรวจสอบผลการเขียนโครงสร้าง โดยสองกลุ่มร่วมแชร์คำตอบกัน (Group Pair Share) ทั้งสองกลุ่มที่จับคู่กันส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนว่าผลการเขียนโครงสร้างเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร โดยเพื่อนกลุ่มอื่นๆ ตอบเหมือนกันและถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายแบบจำลอง

5.1 นักเรียนเขียนสูตรโมเลกุลของสาร โคเวเลนต์จากโจทย์ที่ครูให้

(แนวการเขียน เนื่องจากมีอิเล็กตรอน 1 คู่ ที่เคลื่อนที่ไปมาระหว่างอะตอม ดังนั้น จึงเขียนเส้นประแทน -----)

5.2 นักเรียนตัวแทนชั้นออกมาเขียนคำตอบหน้าชั้น และเพื่อนๆ ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

5.3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โครงสร้างเรโซแนนซ์เกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวการตอบ เกิดจากการที่โมเลกุลต้องการให้อะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนจะสร้างพันธะแบบปกติอยู่ 1 คู่ และมีอิเล็กตรอนอีก 1 คู่ที่เคลื่อนที่ระหว่างอะตอม)

5.4 นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โครงสร้างเรโซแนนซ์มีลักษณะอย่างไร

(แนวคำตอบ โครงสร้างเรโซแนนซ์ คือโครงสร้างที่สามารถเขียนสูตรลิวอิสได้ 2 แบบ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สมมูลกัน โครงสร้างเรโซแนนซ์จะไม่เกิดขึ้นจริงในแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น)

5.5 นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม อันดับของพันธะ (Bond Order) ได้อย่างไร

(อันดับของพันธะ เท่ากับ ผลรวมของอันดับของพันธะ/จำนวนพันธะ)

5.6 นักเรียนหาอันดับของพันธะของโมเลกุล O_3

(จากโครงสร้าง $:\ddot{O}=\ddot{O}-\ddot{O}:$ ซึ่ง O_3 มีพันธะคู่ 1 พันธะ จึงมีอันดับของพันธะเท่ากับ 2 และพันธะเดี่ยว 1 พันธะ จึงมีอันดับของพันธะเท่ากับ 1 ดังนั้น อันดับของพันธะของโมเลกุล O_3 เท่ากับ $\frac{2+1}{1+1} = 1.5$)

5.7 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์นักเรียนเขียนอนุทิน 5.8 สะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้แหล่งเรียนรู้/

1. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี (1) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (สสวท.)
2. สื่อการเรียนรู้ Power Point เรื่อง พันธะโคเวเลนต์
3. วิดีโอ เรื่อง O_3 Resonance Structure
4. ใบกิจกรรม เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์
5. แบบฝึกหัดท้ายบท
6. แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้

2. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry1/chemical_bonding/covalent.htm

การวัดประเมินผล

ประเด็นในการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
1. การอธิบายโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์	- ตรวจสอบกิจกรรม - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบสมุดบันทึก	ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด - สมุดบันทึก -	ครู	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
2. การเขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์	- ตรวจสอบกิจกรรม - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบสมุดบันทึก	ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด - สมุดบันทึก -	ครู	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น	สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ครู	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผล

ประเด็นในการวัดและการประเมินผล	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
1. อธิบายโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้	อธิบายโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	อธิบายโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	อธิบายโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้ บางส่วนแต่ต้องแนะนำ	อธิบายโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ไม่ถูกต้องและต้องแนะนำ
2. เขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้	เขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	เขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	เขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้ บางส่วนแต่ต้องแนะนำ	เขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ไม่ถูกต้องและต้องแนะนำ

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

วันที่ประเมิน..... เรื่อง..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/

รายการประเมิน	คะแนนกลุ่ม ที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะเรียน								
2. การมีส่วนร่วมในการเรียน								
3. ความมีระเบียบวินัย								
4. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย								
5. ขอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น								
6. มีเจตคติต่อการเรียนที่ดี								
7. ไม่คุยกันในขณะที่เรียน								
รวม								

เกณฑ์การประเมิน

1 ผ่าน

0 ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายสิทธิศักดิ์ พสุมาตร)

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ (คะแนน)	
	1	0
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะเรียน	มีความตั้งใจ และสนใจในขณะเรียน	ขาดความตั้งใจ และไม่สนใจในขณะเรียน
2. การมีส่วนร่วมในการเรียน	มีส่วนร่วมในการเรียนมาก	มีส่วนร่วมในการเรียนน้อย
3. ความมีระเบียบวินัย	มีระเบียบวินัยในชั้นเรียน	ขาดระเบียบวินัยในชั้นเรียน
4. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	งานเสร็จ ส่งทันเวลา	งานเสร็จล่าช้า ส่งไม่ทันเวลา
5. ยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น	ยอมรับฟังความเห็นของเพื่อนในกลุ่ม	ไม่ยอมรับฟังความเห็นของเพื่อนในกลุ่ม และแสดงพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม
6. มีเจตคติต่อการเรียนที่ดี	พยายามตอบคำถามเวลาครูถาม	ไม่พยายามตอบคำถามเวลาครูถาม
7. ไม่คุยกันในขณะที่เรียน	ไม่คุย หยอกส่อกันในขณะที่เรียน	คุยและส่งเสียงดังในขณะที่เรียน

กิจกรรมเสนอแนะ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้น ม.4/..... วันที่ฝึกสอน เดือน พ.ศ.

1. วางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างไร

.....

.....

.....

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างไร เรื่องที่ยังไม่เข้าใจและต้องการ/
คำอธิบายเพิ่มเติม

.....

.....

.....

3. สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้/ปัญหาอุปสรรคต่างๆ

.....

.....

.....

4. การจัดการเรียนการสอนในครั้งถัดไปกระบวนกร/แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น/
จัดการเรียนการสอนที่ทำให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นายสิทธิศักดิ์ พสุมาตร)

ผู้บันทึก

ลงชื่อ.....

(นางสาวทองใบ สุขประเสริฐชัย)

ครูพี่เลี้ยง

ลงชื่อ.....

(ดร.ปรานอม ขาวเมฆ)

อาจารย์นิเทศก์

ลงชื่อ.....

(ดร.ชนาวรรณ อัสวราชันย์)

อาจารย์นิเทศก์

ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

จากการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ แล้วมีความคิดเห็น
ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ ดีมาก
- ☐ ดี
- ☐ พอใช้
- ☐ ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- ☐ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ได้อย่างเหมาะสม
- ☐ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ แต่ยังไม่เหมาะสม ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป
- ☐ ที่ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

5. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ นำไปใช้ได้
- ☐ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

6. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวทองใบ สุขประเสริฐชัย)

ครูพี่เลี้ยง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ลงชื่อ.....

(ทองดี เข้มสรวลนาย)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ลงชื่อ.....

(นายสุรเชษฐ์ ผลพานิชเจริญ)

รักษาราชการแทนรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ใบกิจกรรม
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

สมาชิกกลุ่ม

1. ชื่อ ชั้น เลขที่
2. ชื่อ ชั้น เลขที่
3. ชื่อ ชั้น เลขที่
4. ชื่อ ชั้น เลขที่
5. ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง จงตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้องสมบูรณ์

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. เขียนสูตรโครงสร้างของ O_3 (Ozone) ทั้งหมดที่เป็นไปได้

.....

.....

.....

2. ความยาวพันธะของ O-O ระหว่างอะตอมกลางกับอะตอมชายหรือขวา มีค่าเท่ากันหรือไม่
อย่างไร

.....

.....

.....

ปฏิบัติกิจกรรม

ตารางบันทึกผลการสังเกต

สูตร	สูตรโครงสร้าง	เรโซแนนซ์ (มี/ไม่มี) จำนวนที่เรโซแนนซ์
SO ₂		
SO ₃		
NO ₂		
BeCl ₂		
HNO ₃		
ClO ₂		
H ₂ O		
H ₂ O ₂		

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เรโซแนนซ์คืออะไร

.....

.....

2. โครงสร้างเรโซแนนซ์เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

3. โครงสร้างเรโซแนนซ์มีลักษณะอย่างไร

.....

.....

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

แบบฝึกหัดทบทวนความรู้
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

คำชี้แจง จงเลือกตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ และเขียนเหตุผลอธิบายข้อที่เลือก

1. ไอออน CO_3^{2-} มีโครงสร้างเรโซแนนซ์หรือไม่ และถ้ามีจำนวนเท่าใด
- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) มี จำนวน 2 เรโซแนนซ์ | 3) มี จำนวน 4 เรโซแนนซ์ |
| 2) มี จำนวน 3 เรโซแนนซ์ | 4) ไม่มีเรโซแนนซ์ |

เหตุผล:

.....

.....

.....

.....

โมเลกุล CH_3COOH มีอันดับของพันธะ (Bond Order) เท่าใด

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1) อันดับของพันธะเท่ากับ 1 | 3) อันดับของพันธะเท่ากับ 9/7 |
| 2) อันดับของพันธะเท่ากับ 8/7 | 4) อันดับของพันธะเท่ากับ 10/7 |

เหตุผล :

.....

.....

.....

.....

โมเลกุลหรือไอออนคู่ใดมีโครงสร้างเรโซแนนซ์ทั้งหมด

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1) CO และ CO_2 | 3) COCl_2 และ NO_3^- |
| 2) CO_2 และ BF_3 | 4) NO_3^- และ CNO^- |

เหตุผล:

.....

.....

.....

.....

แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้

เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

ชั้น ม.4/..... วันที่ เดือน พ.ศ.

1. นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีความรู้อย่างไรเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนประสบปัญหาอะไรบ้างในกระบวนการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

4. การจัดการเรียนการสอนรูปแบบใดที่นักเรียนชอบเรียน

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

รหัสวิชา ว 30221

ชื่อรายวิชาเคมี 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

เวลา 1 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย อธิบายชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร การเกิดพันธะเคมี โครงสร้าง การเรียกชื่อและเขียนสูตร การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในพันธะเคมี ทำนายรูปร่างโมเลกุลและบอกสมบัติที่แตกต่างกันระหว่างพันธะเคมี

สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ เกิดจากอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเคลื่อนที่อยู่ระหว่างอะตอมทั้งสองที่สร้างพันธะกัน ถ้าพบว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเคลื่อนที่อยู่ตรงกลางระหว่างอะตอมพอดี แสดงว่าอะตอมคู่่นั้นมีความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่ากัน เรียกว่า พันธะไม่มีขั้ว แต่ถ้าพบว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเคลื่อนที่อยู่ใกล้อะตอมใดอะตอมหนึ่ง มากกว่าอีกอะตอมหนึ่ง แสดงว่าอะตอมคู่่นั้นมีความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะไม่เท่ากัน เรียกว่า พันธะมีขั้ว

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

ความรู้

1. อธิบายสภาพขั้วและทิศทางของขั้วใน โมเลกุล โคเวเลนต์ได้

กระบวนการ/ทักษะ

1. เขียนทิศทางของขั้วใน โมเลกุล โคเวเลนต์ได้
2. จำแนก โมเลกุล โคเวเลนต์ที่มีขั้วและไม่มีขั้วได้

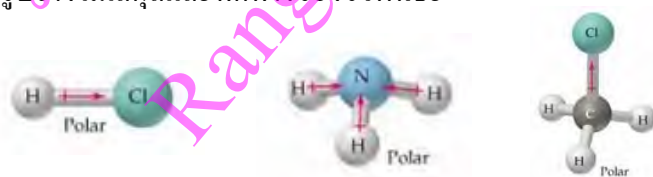
คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความสนใจใฝ่รู้
2. มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม
3. มีวินัย

สาระการเรียนรู้

พันธะโคเวเลนต์แบบมีขั้ว (Polar Covalent Bond) เกิดจากการสร้างพันธะของอะตอมต่างชนิดกันหรืออะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่างกัน โดยที่อะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่า จึงดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดีกว่า ทำให้ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนสูงอยู่รอบๆ อะตอมนั้น จึงเกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์มีขั้ว

โมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีพันธะโคเวเลนต์มีขั้วอาจจะเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีขั้วหรือไม่มีขั้วก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปร่างโมเลกุลและทิศทางของขั้วพันธะ



รูปที่ ข.5 แสดงโมเลกุลโคเวเลนต์มีขั้ว

พันธะโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว (Nonpolar Covalent Bond) เกิดจากอะตอมทั้งสองมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาก อะตอมมีการดึงดูดอิเล็กตรอนได้เท่าๆ กัน จึงเกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว

โมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีพันธะโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว จะส่งผลให้โมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้วตามไปด้วยหรือโมเลกุลที่มีรูปร่างสมมาตร ทิศทางของขั้วพันธะทุกพันธะจะหักล้างกันหมดเหลือแต่ปริมาณ ถ้าอะตอมล้อมรอบเหมือนกันหมดปริมาณของขั้วพันธะจะหักล้างกันหมด



รูปที่ ข.6 แสดงโมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว

อะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงหรือมีความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดี จะมีอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างลบ แทนด้วยสัญลักษณ์ δ^- (อ่านว่า เดลต้าลบ) ส่วนอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่ำกว่าจะมีอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างบวก แทนด้วย δ^+ กษณณ์ (อ่านว่า เดลต้าบวก)

หรืออาจใช้เครื่องหมาย $\rightarrow$ สำหรับอะตอมที่แสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างลบ โดยให้หัวลูกศรชี้ไปในทิศของอะตอมที่แสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างลบ ส่วนท้ายลูกศรที่มีลักษณะคล้ายเครื่องหมายบวกให้อยู่บริเวณอะตอมที่แสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างบวก

สาร	สูตรโครงสร้างแบบเส้น	รูปร่างโมเลกุล	สภาพขั้ว	ทิศทางของขั้ว
BeCl_2	$\text{Cl} \leftarrow \text{Be} \rightarrow \text{Cl}$	เส้นตรง	ไม่มี	—
HCN	$\text{H} \rightarrow \text{C} \equiv \text{N}$	เส้นตรง	มี	$\rightarrow$
BF_3	$\begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{B} \\ / \backslash \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	สามเหลี่ยมแบนราบ	ไม่มี	—
CH_2O	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \end{array}$	สามเหลี่ยมแบนราบ	มี	$\uparrow$
CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	ทรงสี่หน้า	ไม่มี	—
CHCl_3	$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{Cl} \end{array}$	ทรงสี่หน้า	มี	$\downarrow$
H_2O	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	มุมงอ	มี	$\uparrow$
NH_3	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{N} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array}$	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	มี	$\uparrow$

รูปที่ ข.7 แสดงตัวอย่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีขั้วและไม่มีขั้ว

ที่มา : <http://www.kr.ac.th/tech/detchm48/b03.html>, 27 กรกฎาคม 2558

ทักษะ/กระบวนการ

- การสังเกต
- การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- ☐ รักษา ศาสน์กษัตริย์ ☐ ซื่อสัตย์สุจริต ☒ มีวินัย ☒ ใฝ่เรียนรู้
☐ อยู่อย่างพอเพียง ☒ มุ่งมั่นในการทำงาน ☐ รักความเป็นไทย ☐ มีจิต

สาระ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองความคิด

1.1 ตัวแทนนักเรียนออกมาทำกิจกรรมหน้าชั้น ดังนี้

- นักเรียนชายกับนักเรียนชาย โดยการจับมือแล้วดึงด้วยแรงที่เท่าๆ กัน จากนั้นเพื่อนๆ ในชั้นร่วมกันสังเกตทิศทางของแรงที่เกิดขึ้น
(เพื่อนๆ ไม่มีทิศทางเกิดขึ้น เพราะออกแรงเท่าๆ กัน และเป็นเพศเดียวกันแรงจึงเท่า)
- นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง โดยการจับมือแล้วดึงด้วยแรงที่เท่าๆ กัน จากนั้นเพื่อนๆ ในชั้นร่วมกันสังเกตทิศทางของแรงที่เกิดขึ้น
(ไม่มีทิศทางเกิดขึ้น เพราะออกแรงเท่าๆ กัน ถึงแม้เพศจะแตกต่างกัน)
- นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง โดยการจับมือแล้วดึงด้วยแรงที่ต่างกัน จากนั้นเพื่อนๆ ในชั้นร่วมกันสังเกตทิศทางของแรงที่เกิดขึ้น
(เกิดทิศทางไปหานักเรียนชาย เพราะนักเรียนชายมีแรงที่มากกว่านักเรียนหญิง)

1.2 นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม กิจกรรมที่ดำเนินเสร็จเมื่อสักครู่นี้เหมือนกับสมบัติใด

(ค่าอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถ้ามีค่าอิเล็กทรอนิกส์สูงจะสามารถดึงดูดอิเล็กตรอนเข้าหาตัวเองได้ดีกว่า)

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงออกแบบจำลอง

2.1 นักเรียนดูสื่อวีดิทัศน์ (Polar Covalent Bonding)



รูปที่ ข.8 ภาพตัวอย่างวีดิทัศน์เรื่อง Polar Covalent Bonding

2.2 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

- พันธะโคเวเลนต์เกิดจากอะไร
(อะตอม 2 อะตอมใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเพื่อให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต)
- อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะของ HCl ควรอยู่ตรงส่วนใดระหว่างอะตอมคู่สร้างพันธะ
เพราะเหตุใด
(ใกล้อะตอม Cl มากกว่า เนื่องจากอะตอม Cl มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่าอะตอม H จึงดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดีกว่า)

2.3 นักเรียนร่วมกันอธิบายจากการดูสื่อวีดิทัศน์

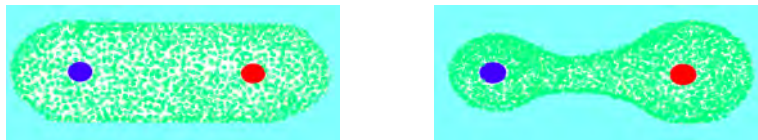
- นักเรียนคิดว่าอะตอม H และ Cl ควรจะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นอย่างไร
(H แสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างบวก และ Cl แสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างลบ)
- ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีมีผลต่อสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์อย่างไร
(ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง อะตอมนั้นจะมีความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดี จึงแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นลบ และอีกอะตอมจะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นบวก ส่งผลให้พันธะใน โมเลกุลมีขั้ว)

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบแบบจำลอง

ขั้นทำนาย -

- ### 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ และศึกษาให้เข้าใจ

3.2 นักเรียนดูรูปการกระจายตัวของอิเล็กตรอนในโมเลกุลโคเวเลนต์จาก Power Point ดังนี้



(ก) อิเล็กตรอนถูกดึงดูดเท่าๆกัน (ข) อิเล็กตรอนถูกดึงดูดไม่เท่ากัน

รูปที่ ข.9 แสดงการกระจายตัวของอิเล็กตรอนของโมเลกุลโคเวเลนต์

ที่มา: http://www.apsubiology.org/anatomy/2010/2010_Exam_Reviews/Exam_1_Review/Ch02_Properties_of_Molecules.htm

3.3 นักเรียนร่วมกันทำนายสภาพขั้วของโมเลกุลตัวอย่าง และตอบคำถามในใบกิจกรรม

- นักเรียนคิดว่าการกระจายตัวของอิเล็กตรอนในรูปเป็นพันธะโคเวเลนต์มีขั้ว (ก) หรือไม่มีขั้ว
(ไม่มีขั้ว เพราะไม่มีแรงลัพธ์ แรงดึงดูดกระจายเท่าๆ กัน)
- นักเรียนคิดว่าการกระจายตัวของอิเล็กตรอนในรูปเป็นพันธะโคเวเลนต์มีขั้ว (ข) หรือไม่มีขั้ว
(มีขั้ว เพราะมีทิศทางของแรงลัพธ์ โดยอะตอมหนึ่งดึงดูดอิเล็กตรอนเข้าหาตัวเองได้มากกว่าอีกอะตอม)

ขั้นสังเกต -

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับผิดชอบได้แก่ ไม่เลียบลูกชิ้น ลูกปิงปอง และกระดาษลูกศร

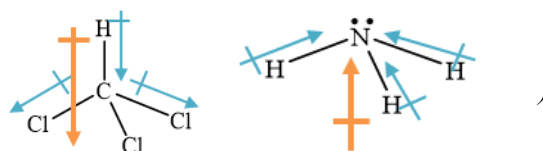
3.5 นักเรียนพิจารณาสูตร โมเลกุลในใบกิจกรรม พร้อมกับจำลองรูปร่างโมเลกุลนั้นๆ

จากนั้นคิดเครื่องหมายลูกศรแสดงสภาพขั้วว่ามีทิศทางเป็นอย่างไร

3.6 เขียนแสดงทิศทางของสภาพขั้วที่เกิดขึ้นลงในใบกิจกรรมพร้อมระบุอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงหรือต่ำ

(วิธีการเขียน เช่น CHCl_3 และ NH_3)

ขั้นอธิบาย -



3.7 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า การพิจารณาโมเลกุลโคเวเลนต์ใดมีขั้วหรือไม่มีขั้วใช้หลักการใดบ้างในการพิจารณา

(ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี ขนาดของอะตอม ทิศทางของแรงลัพธ์ รูปร่าง โมเลกุลที่สมมาตร)

- 3.8 นักเรียนร่วมกันสรุปให้ได้ว่าพันธะโคเวเลนต์เมื่อพิจารณาตามสภาพขั้ว แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ 1) พันธะโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว 2) พันธะโคเวเลนต์มีขั้ว
- 3.9 นักเรียนระบุให้ได้ว่า โมเลกุลในข้อใดบ้างมีขั้วและไม่มีขั้ว โดยใช้วิธีการเขียนเวกเตอร์ในแต่ละพันธะบนโมเลกุล ($\text{+} \longrightarrow$) ซึ่งทิศทางเวกเตอร์ลัพธ์สามารถบ่งบอกความมีขั้วของโมเลกุลได้

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินแบบจำลอง

4.1 ตัวแทนนักเรียน 1 กลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม

4.2 นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังนี้

- พันธะโคเวเลนต์ไม่มีขั้วเกิดจากการรวมตัวของอะตอมชนิดใด และอิเล็กตรอนกระจายตัวอย่างไร
(เกิดจากอะตอมชนิดเดียวกัน พบว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะจะกระจายอยู่รอบ ๆ อะตอมทั้งสองเท่ากัน หรือต่างชนิดกัน แต่มีทิศทางที่หักล้างกันของแรงลัพธ์)
- พันธะโคเวเลนต์มีขั้วเกิดจากการรวมตัวของอะตอมชนิดใด และอิเล็กตรอนกระจายตัวอย่างไร
(เกิดจากการรวมกันของอะตอมต่างชนิดกันและมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีแตกต่างกัน อะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่ำกว่าจะแสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างบวกจึงเกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์มีขั้วซึ่งเกิดจากอิเล็กตรอนกระจายอยู่รอบ ๆ อะตอมทั้งสองไม่เท่ากัน)
- พันธะมีขั้วที่แสดงอำนาจไฟฟ้าบวกและพันธะมีขั้วที่แสดงอำนาจไฟฟ้าลบจะใช้สัญลักษณ์ใดแทน
(δ^+ แทน อำนาจไฟฟ้าบวก และ δ^- แทนอำนาจไฟฟ้าลบ)

4.3 นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ทั้งแบบ δ และแบบลูกศร แสดงสภาพขั้วของโมเลกุล HBr

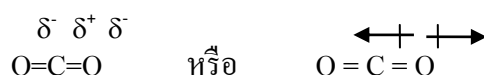


ขั้นที่ 5 ขั้นขยายแบบจำลอง

5.1 นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม ในประเด็นต่อไปนี้

- โมเลกุลอะตอมคู่ที่ประกอบด้วยธาตุชนิดเดียวกัน เช่น O_2 , H_2 และ Cl_2 เป็น โมเลกุลมีขั้วหรือไม่มีขั้ว
(โมเลกุลไม่มีขั้ว)

- โมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุต่างชนิดกัน เช่น HF, HCl และ HBr เป็นโมเลกุลมีขั้วหรือไม่มีขั้ว (โมเลกุลมีขั้ว)
- ให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์แสดงสภาพขั้วของโมเลกุล CO₂



- ระหว่างอะตอม O กับ C อะตอมใดสามารถดึงคู่อิเล็กตรอนได้ดีกว่า (อะตอม O มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่า จึงดึงคู่อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะให้อยู่ใกล้ อะตอม O มากกว่า อะตอม C)
- พันธะ C = O เป็นพันธะมีขั้วหรือไม่มีขั้ว (เป็นพันธะมีขั้ว)
- โมเลกุล CO₂ มีรูปร่างเป็นอย่างไร (เส้นตรง และ ไม่มีขั้ว เพราะ ไม่มีแรงลัพธ์)
- ทำไมโมเลกุล CO₂ จึงไม่มีขั้ว (พันธะ C = O ทั้งสองพันธะมีอำนาจไฟฟ้าเท่ากันและดึงคู่อิเล็กตรอนในทิศทางตรงข้ามกัน อำนาจไฟฟ้าจึงหักล้างกันหมด ทำให้ CO₂ เป็น โมเลกุล โคเวเลนต์ที่ไม่มีขั้ว หรืออาจกล่าวได้ว่าโมเลกุลที่มีรูปร่างสมมาตรจะเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่มีขั้ว)
- อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อยู่ในอะตอม N มีผลต่อสภาพขั้วของโมเลกุล NH₃ หรือไม่อย่างไร (อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมีผล เพราะช่วยเสริมอำนาจไฟฟ้าลบของอะตอม N ส่งผลให้โมเลกุล NH₃ มีขั้ว)

5.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าเนื่องจากทิศทางของขั้วพันธะชี้เข้าหาอะตอม N ทำให้ N แสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างลบ และยังมีผลของอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อยู่ในอะตอม N ช่วยเสริมอำนาจไฟฟ้าลบอีกด้วย จึงทำให้โมเลกุล NH₃ เป็น โมเลกุลที่มีขั้ว

5.3 นักเรียนตรวจสอบใบกิจกรรมที่ทำอีกรอบว่ามีส่วนไหนผิด และดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง

5.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวน

5.5 นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้แหล่งเรียนรู้/

1. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี (1) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (สสวท.)
2. สื่อการเรียนรู้ Power Point เรื่อง สภาพผิวของโมเลกุลโคเวเลนต์
3. ใบกิจกรรม เรื่อง สภาพผิวของโมเลกุลโคเวเลนต์
4. ชุดอุปกรณ์ ได้แก่ ไม้เสียบลูกชิ้น ลูกปิงปอง และกระดาษลูกศร
5. แบบฝึกหัดท้ายบท
6. แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้

2. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. <http://ap.ddn.ac.th/37/menu.swf>

การวัดประเมินผล

ประเด็นในการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายสภาพผิวและทิศทางของผิวในโมเลกุลโคเวเลนต์	- ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจสมุดบันทึก	ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด - สมุดบันทึก -	ครู	ได้คะแนนในระดับ 3 ขึ้นไป
2. เขียนทิศทางของผิวในโมเลกุลโคเวเลนต์	- ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจสมุดบันทึก	ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด - สมุดบันทึก -	ครู	ได้คะแนนในระดับ 3 ขึ้นไป
3. จำแนกโมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีผิวและไม่มีผิวได้	- ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจสมุดบันทึก	- ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด - สมุดบันทึก -	ครู	ได้คะแนนในระดับ 3 ขึ้นไป
4. ความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม มีความสนใจใฝ่เรียนรู้	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ครู	ได้คะแนนในระดับ 4 ขึ้นไป

เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นในการวัดและ การประเมินผล	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
การอธิบายสภาพข้อและ ทิศทางของข้อใน โมเลกุลโคเวเลนต์	อธิบายสภาพข้อและ ทิศทางของข้อใน โมเลกุล โคเวเลนต์ได้อย่าง ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	อธิบายสภาพข้อ และทิศทางของ ข้อในโมเลกุล โคเวเลนต์ได้อย่าง ถูกต้อง แต่ไม่ สมบูรณ์	อธิบายสภาพข้อ และทิศทางของ ข้อในโมเลกุล โคเวเลนต์ได้ บางส่วนแต่ต้อง แนะนำ	อธิบายสภาพข้อ และทิศทางของข้อ ในโมเลกุล โคเวเลนต์ไม่ ถูกต้องและต้อง แนะนำ
การเขียนทิศทางของข้อ ในโมเลกุลโคเวเลนต์	เขียนทิศทางของข้อ ในโมเลกุล โคเวเลนต์ได้อย่าง ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	เขียนทิศทางของ ข้อในโมเลกุล โคเวเลนต์ได้ ถูกต้อง แต่ไม่ สมบูรณ์	เขียนทิศทางของ ข้อในโมเลกุล โคเวเลนต์ได้ บางส่วนแต่ต้อง แนะนำ	เขียนทิศทางของ ข้อในโมเลกุล โคเวเลนต์ไม่ ถูกต้องและต้อง แนะนำ
จำแนกโมเลกุล โคเวเลนต์มีข้อและไม่มี ข้อได้	จำแนกโมเลกุลโคเว เลนต์มีข้อและไม่มี ข้อได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	จำแนกโมเลกุล โคเวเลนต์มีข้อ และไม่มีข้อได้ ถูกต้อง แต่ไม่ สมบูรณ์	จำแนกโมเลกุล โคเวเลนต์มีข้อ และไม่มีข้อได้ บางส่วนแต่ต้อง แนะนำ	จำแนกโมเลกุล โคเวเลนต์มีข้อ และไม่มีข้อไม่ได้ และต้องแนะนำ

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

วันที่ประเมิน..... เรื่อง..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/

รายการประเมิน	คะแนนกลุ่ม ที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะเรียน								
2. การมีส่วนร่วมในการเรียน								
3. ความมีระเบียบวินัย								
4. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย								
5. ยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น								
รวม								

เกณฑ์การประเมิน

1 ผ่าน

0 ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายสิทธิศักดิ์ พสุมาตร)

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ (คะแนน)	
	1	0
1. มีความตั้งใจ สนใจ ในขณะเรียน	มีความตั้งใจ และสนใจในขณะ เรียน	ขาดความตั้งใจ และไม่สนใจ ในขณะเรียน
2. การมีส่วนร่วมในการเรียน	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และพยายามร่วมตอบคำถาม	ไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และไม่พยายามร่วมตอบคำถาม
3. ความมีระเบียบวินัย	ไม่คุย หยอกล้อกันในขณะเรียน	คุยและส่งเสียงดังในขณะเรียน
4. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมาย	งานเสร็จ ส่งทันเวลา	งานเสร็จล่าช้า ส่งไม่ทันเวลา
5. ยอมรับฟังความเห็นของ ผู้อื่น	ยอมรับฟังความเห็นของเพื่อน ในกลุ่ม	ไม่ยอมรับฟังความเห็นของเพื่อน ในกลุ่ม และแสดงพฤติกรรมที่ไม่ เหมาะสม

กิจกรรมเสนอแนะ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้น ม.4/.....วันที่ฝึกสอนเดือน..... พ.ศ.

1. วางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างไร

.....

.....

.....

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างไร เรื่องที่ยังไม่เข้าใจและต้องการ/
คำอธิบายเพิ่มเติม

.....

.....

.....

3. สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้/ปัญหาอุปสรรคต่างๆ

.....

.....

.....

4. การจัดการเรียนการสอนในครั้งถัดไปกระบวนการ/แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น/
จัดการเรียนการสอนที่ทำให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นายสิทธิศักดิ์ พสุมาตร)

ผู้บันทึก

ลงชื่อ

(ดร.ปรานอม ขาวเมฆ)

อาจารย์นิเทศก์

ลงชื่อ

(นางสาวทองใบ สุขประเสริฐชัย)

ครูพี่เลี้ยง

ลงชื่อ

(ดร.ธนาวรรณ อัสวราชันย์)

อาจารย์นิเทศก์

ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

จากการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ แล้วมีความคิดเห็น
ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ ดีมาก
- ☐ ดี
- ☐ พอใช้
- ☐ ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- ☐ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ได้อย่างเหมาะสม
- ☐ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ แต่ยังไม่เหมาะสม ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป
- ☐ ที่ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ นำไปใช้ได้
- ☐ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรม
เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

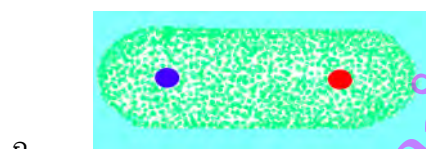
สมาชิกกลุ่ม

1. ชื่อ ชั้น เลขที่
2. ชื่อ ชั้น เลขที่
3. ชื่อ ชั้น เลขที่
4. ชื่อ ชั้น เลขที่
5. ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง จงตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้องสมบูรณ์

คำถามก่อนการทำกิจกรรม

1. จากรูป สภาพขั้วของโมเลกุลทั้ง เป็นอย่างไร 2



ปฏิบัติกิจกรรม

ตารางบันทึกผลกิจกรรม

สูตร	โครงสร้างโมเลกุล	ทิศทางสภาพขั้วและค่า EN
SCl_2		
CS_2		
BF_3		
PBr_3		
CH_4		
CH_2Cl_2		

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สภาพมีขั้วและไม่มีขั้วของโมเลกุลพิจารณาจากสิ่งใดบ้าง

.....

.....

.....

2. ทำไมโมเลกุล CO_2 จึงไม่มีขั้ว ทั้งๆ ที่พันธะ $\text{C}=\text{O}$ เป็นพันธะที่มีขั้ว

.....

.....

.....

3. อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวบนอะตอมกลางมีผลต่อสภาพขั้วของโมเลกุลหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

แบบฝึกหัดทบทวนความรู้
เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

คำชี้แจง จงเลือกตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ และเขียนเหตุผลอธิบายข้อที่เลือก

1. ข้อใดแสดงขั้วพันธะและสภาพขั้วของโมเลกุลของสาร ไม่ถูกต้อง

ข้อ	สาร	ขั้วพันธะ		สภาพขั้วของโมเลกุล
1	Cl_2	Cl-Cl	ไม่มีขั้ว	ไม่มีขั้ว
2	CH_4	C-H	มีขั้ว	ไม่มีขั้ว
3	NH_3	N-H	มีขั้ว	มีขั้ว
4	CO_2	C=O	มีขั้ว	มีขั้ว

เหตุผล:

.....
.....

โมเลกุลในข้อใดที่ ไม่มีขั้ว ทั้งหมด

- | | |
|---|---|
| 1) CS_2 กับ CH_3Cl | 3) CH_3Cl กับ SO_2 |
| 2) SO_2 กับ CCl_4 | 4) CCl_4 กับ CS_2 |

เหตุผล:

.....
.....

โมเลกุลคู่ใดต่อไปนี้ที่มีรูปร่างโมเลกุลเหมือนกัน แต่สภาพขั้วของโมเลกุล แตกต่างกัน

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1) CO_2 กับ SO_2 | 3) AsI_3 กับ BCl_3 |
| 2) CCl_4 กับ POCl_3 | 4) XeF_4 กับ CHCl_3 |

เหตุผล:

.....
.....

แบบสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้
เรื่อง สภาพัฒของโมเลกุลโคเวเลนต์
ชั้น ม.4/..... วันที่ เดือน พ.ศ.

1. นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีความรู้อย่างไรเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนประสบปัญหาอะไรบ้างในกระบวนการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

4. การจัดการเรียนการสอนรูปแบบใดที่นักเรียนชอบเรียน

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



แบบวัดแนวคิทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(ก่อนเรียน)

ชื่อ ชั้น

คำชี้แจง

1. แบบวัดแนวคิฉบับนี้เป็นชนิดเลือกตอบและอธิบายเหตุผลประกอบ
2. แบบวัดแนวคิฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ จำนวน 6 หน้า รวมปก

คำสั่ง

1. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวเลขในข้อที่เลือกลงแบบวัดแนวคิฉบับนี้ พร้อมทั้งเขียนเหตุผลอธิบายในการเลือกคำตอบด้วย
2. ใช้เวลาในการทำแบบวัดแนวคิฉบับนี้ 1 ชั่วโมง
3. หากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ลบคำตอบเดิมให้สะอาดก่อน

แบบวัดแนวคิฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
 หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. สารประกอบโคเวเลนต์เกิดจากการสร้างพันธะร่วมกันของธาตุในกลุ่มใดต่อไปนี้

1. S กับ O

2. Mg กับ Br

3. Na กับ F

4. K กับ I

เหตุผล: S กับ O เพราะมีค่า EN ใกล้เคียงกัน จึงสร้างพันธะโคเวเลนต์ต่อกัน เกิดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

2. ธาตุ C สามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์กับอะตอมอื่นได้กี่รูปแบบ เมื่ออะตอมของ C ใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะครบ 4 คู่ ตามกฎออกเตต

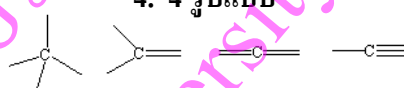
1. รูปแบบเดียว

2. 2 รูปแบบ

3. 3 รูปแบบ

4. 4 รูปแบบ

เหตุผล: สามารถสร้างได้ 4 รูปแบบดังนี้



3. โมเลกุล CH_3COOH (Acetic Acid) มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม จำนวนเท่าใด (ตอบเรียงตามลำดับ)

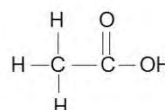
1. 6, 2, 0

2. 6, 1, 0

3. 6, 0, 1

4. 0, 6, 1

เหตุผล: โมเลกุล มีสูตรโครงสร้าง คือ



จึงมีพันธะเดี่ยว 6 พันธะ และพันธะคู่ 1 พันธะ

4. สารประกอบคู่ใด ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

1. PCl_3 , ClF_3

2. NF_3 , BF_3

3. BCl_3 , BeCl_2

4. ClF , SF_6

เหตุผล: อะตอมของ B และ Be ในโมเลกุล BCl_3 , BeCl_2 มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 6 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่า 8 เพราะอะตอม B และ Be มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 3 และ 2 ตามลำดับ

5. โมเลกุลหรือไอออนในข้อใดที่มีสูตรแบบจุดไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

1. HCN

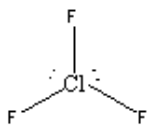
2. ClF_3

3. ClO^-

4. NH_4^+

เหตุผล: อะตอมกลางของสารประกอบ ClF_3 คือ Cl มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 10 ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎ

ออกเตต



6. ธาตุ A และ B ที่มีเลขอะตอมเป็น 8 และ 14 ตามลำดับ สูตรของสารประกอบที่เป็นไปได้ เมื่อธาตุ A และ B สร้างพันธะกับอะตอมอื่นคือข้อใด

1. ACl_2 , BO_2

2. AF_3 , BO_2

3. ACl_2 , BCl_2

4. AF_3 , B_2Cl

เหตุผล: ธาตุ A มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน 2, 6 จึงอยู่หมู่ VI

และธาตุ B มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน 2, 8, 4 จึงอยู่หมู่ IV

สารประกอบเหล่านี้ควรเป็น ACl_2 , BO_2 เพราะจะทำให้ A และ B มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบแปด

7. โมเลกุลในข้อใด มีความยาวพันธะของการรับอนยาวที่สุด

1. C_2H_2

2. C_2H_4

3. C_2H_6

4. CH_4

เหตุผล: พันธะ C กับ C พันธะเดี่ยวยาวที่สุด เรียงตามความยาว จะได้ $\text{C}-\text{C} > \text{C}=\text{C} > \text{C}\equiv\text{C}$ ส่วนพันธะ

$\text{C}-\text{C}$ และ $\text{C}-\text{H}$ ต่างก็เป็นพันธะเดี่ยว แต่ความยาวพันธะเพิ่มขึ้นตามรัศมีอะตอม เนื่องจากรัศมีอะตอมของ C มากกว่า H ดังนั้น $\text{C}-\text{C}$ จึงยาวกว่า $\text{C}-\text{H}$

8. พันธะ $\text{N}-\text{H}$, $\text{N}=\text{N}$, $\text{N}=\text{O}$ และ $\text{N}\equiv\text{N}$ มีพลังงานพันธะ 391, 418, 607 และ 945 kJ/mol

ตามลำดับ ข้อใดเรียงลำดับความยาวพันธะจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

1. $\text{N}-\text{H} < \text{N}=\text{N} < \text{N}=\text{O} < \text{N}\equiv\text{N}$

2. $\text{N}\equiv\text{N} < \text{N}=\text{N} < \text{N}=\text{O} < \text{N}-\text{H}$

3. $\text{N}-\text{H} < \text{N}=\text{O} < \text{N}=\text{N} < \text{N}\equiv\text{N}$

4. $\text{N}\equiv\text{N} < \text{N}=\text{O} < \text{N}=\text{N} < \text{N}-\text{H}$

เหตุผล: พลังงานพันธะมาก ความยาวพันธะจะน้อย

9. ปฏิกิริยา $\text{CH}_4(\text{g}) \longrightarrow \text{C}(\text{g}) + 4\text{H}(\text{g})$ ปฏิกิริยานี้จะมีการเปลี่ยนแปลงของพลังงานอย่างไร (กำหนดให้ค่าพลังงานพันธะระหว่าง $\text{H}-\text{H} = 104 \text{ kJ/mol}$ และ $\text{C}-\text{H} = 81 \text{ kJ/mol}$)

1. ปฏิกิริยาคูดความร้อน พลังงานทั้งหมด = 185 kJ / mol

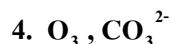
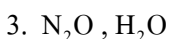
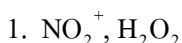
2. ปฏิกิริยาคูดความร้อน พลังงานทั้งหมด = 324 kJ / mol

3. ปฏิกิริยาคายความร้อน พลังงานทั้งหมด = 185 kJ / mol

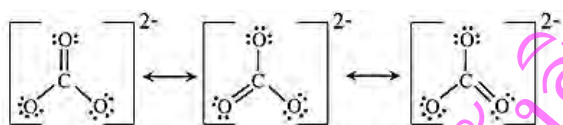
4. ปฏิกิริยาคายความร้อน พลังงานทั้งหมด = 324 kJ / mol

เหตุผล: ปฏิกริยาดูดความร้อนเพราะจะต้องดูดกลืนพลังงานเข้าไปเพื่อสลายพันธะ ซึ่งพลังงานสลายพันธะระหว่างอะตอมในโมเลกุลต้องเท่ากับพลังงานพันธะรวมของโมเลกุล จึงจะสามารถสลายพันธะให้เป็นอะตอมเดี่ยวได้

10. โมเลกุลหรือไอออนในข้อใดต่อไปนี้มีโครงสร้างเป็นแบบเรโซแนนซ์ทั้งหมด



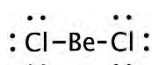
เหตุผล: O_3 เขียนสูตรโครงสร้างได้ 2 แบบ คือ $\text{:}\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}\text{:}$ $\longleftrightarrow$ $\text{:}\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}\text{:}$ โดยแต่ละพันธะระหว่าง O กับ O ใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่ากับ 1.5 คู่ สำหรับ CO_3^{2-} เขียนสูตรโครงสร้างได้ 3 แบบ โดยแต่ละพันธะระหว่าง C กับ O ใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่ากับ 4/3 คู่



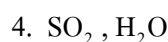
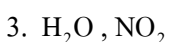
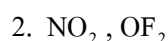
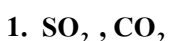
11. สารประกอบในข้อใดต่อไปนี้มีรูปร่างโมเลกุลเป็นเส้นตรง



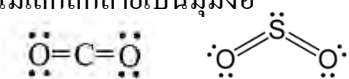
เหตุผล: BeCl_2 มีอะตอมกลาง คือ Be ซึ่งมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 และไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว เมื่อสร้างพันธะกับ Cl 2 อะตอม จึงมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ ดังนั้น BeCl_2 จึงมีรูปร่างโมเลกุลเป็นเส้นตรง



12. สารประกอบในข้อใดมีรูปร่างโมเลกุลแตกต่างกัน



เหตุผล: CO_2 มีอะตอมกลาง คือ C มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 เมื่อสร้างพันธะกับ O 2 อะตอม จึงมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ ซึ่งไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ดังนั้น CO_2 จึงมีรูปร่างเป็นเส้นตรง ส่วนโมเลกุลอื่นๆ อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่ไม่ได้สร้างพันธะ จึงส่งผลให้โมเลกุลกลายเป็นมุมงอ



13. สารประกอบในข้อใดต่อไปนี้มีรูปร่างโมเลกุลเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ



เหตุผล: BH_3 อะตอมกลาง B มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 3 เมื่อสร้างพันธะกับ H 3 อะตอม จึงไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จึงทำให้มีรูปร่างโมเลกุลเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ

14. ไอออนหรือโมเลกุลคู่ใดมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อะตอมกลางเท่ากัน

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. ClO_3^- , BrF_2^+ | 2. ClF_2 , BrF_3 |
| 3. ClO_3^- , BrF_5 | 4. ClF_2 , BrF_2^+ |

เหตุผล: ClO_3^- มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7 เมื่อสร้างพันธะกับ O 3 อะตอมจึงเหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ เท่ากับ BrF_5 ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่ไม่ได้สร้างพันธะ 1 คู่

15. สารประกอบในข้อใดต่อไปนี้เป็นโมเลกุลที่มีขั้ว

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. CF_4 | 2. CH_4 |
| 3. CO_2 | 4. CH_2Cl_2 |

เหตุผล: สารประกอบ CH_2Cl_2 พันธะระหว่าง C-Cl มีสภาพขั้ว เพราะ Cl มีค่า EN ที่สูงกว่า C จึงดึงอิเล็กตรอนได้ดี เกิดแรงลัทธิไปที่ Cl ส่งผลให้โมเลกุลมีขั้ว

16. ข้อใดต่อไปนี้มีสภาพขั้วต่างจากโมเลกุลข้ออื่น เมื่อพิจารณาทั้งพันธะและโมเลกุล

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. SF_6 | 2. PF_3 |
| 3. CHCl_3 | 4. NH_3 |

เหตุผล: สารประกอบ SF_6 พันธะระหว่าง S-F มีสภาพขั้ว แต่โมเลกุลไม่มีขั้ว เพราะแรงดึงอิเล็กตรอนที่เกิดจาก F กระจายทุกทิศทาง จึงไม่มีแรงลัทธิเกิดขึ้น ดังนั้น โมเลกุลจึงไม่มีขั้ว

17. โมเลกุลในข้อใดที่มีรูปร่างโมเลกุลเหมือนกัน แต่สภาพขั้วของโมเลกุลต่างกัน

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. CO_2 , SO_2 | 2. CCl_4 , POCl_3 |
| 3. AsI_3 , BCl_3 | 4. XeF_4 , KrF_4 |

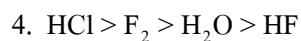
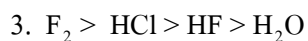
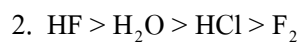
เหตุผล: สารประกอบ CCl_4 มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้าและโมเลกุลไม่มีขั้ว สำหรับ POCl_3 มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้า แต่โมเลกุลมีขั้ว

18. สารประกอบในข้อใดต่อไปนี้มีสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. CH_3COCH_3 | 2. CH_3F |
| 3. CH_3OH | 4. CH_4 |

เหตุผล: พันธะไฮโดรเจนเป็นพันธะที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของสาร ซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างพันธะ F-H, O-H และ N-H ในโมเลกุลชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ซึ่ง O-H ในโมเลกุล CH_3OH แสดงให้เห็นเป็นพันธะไฮโดรเจน

19. ข้อใดต่อไปนี้ เรียงลำดับจุดเดือดของโมเลกุลจากสูงไปต่ำได้ถูกต้อง



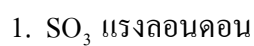
เหตุผล: H_2O มีแรงยึดเหนี่ยวทั้งแรงลอนดอน แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้วและแรงจากพันธะไฮโดรเจน

HF มีแรงยึดเหนี่ยวจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้วและแรงจากพันธะไฮโดรเจน

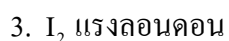
HCl มีแรงยึดเหนี่ยวจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้ว และแรงลอนดอน

F_2 มีเฉพาะแรงลอนดอน

20. ข้อใดระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง



ขั้ว



เหตุผล: CF_4 เป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว จึงมีแค่แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่เรียกว่า แรงลอนดอน



แบบวัดแนวคิิตทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(หลังเรียน)

ชื่อ ชั้น

คำชี้แจง

1. แบบวัดแนวคิิตฉบับนี้เป็นชนิดเลือกตอบและอธิบายเหตุผลประกอบ
2. แบบวัดแนวคิิตฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ จำนวน 6 หน้า รวมปก

คำสั่ง

3. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวเลขในข้อที่เลือกลงแบบวัดแนวคิิตฉบับนี้ พร้อมทั้งเขียนเหตุผลอธิบายในการเลือกคำตอบด้วย
4. ใช้เวลาในการทำแบบวัดแนวคิิตฉบับนี้ 1 ชั่วโมง
5. หากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ลบคำตอบเดิมให้สะอาดก่อน

แบบวัดแนวคิิตฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
 หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ธาตุคู่ใดสามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์เพื่อเกิดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1. Mg กับ Cl

2. K กับ F

3. C กับ S

4. Na กับ O

เหตุผล: C กับ S เพราะเป็นธาตุโลหะทั้งคู่ซึ่งมีค่า EN ใกล้เคียงกัน และมีค่า IE สูงทั้งคู่ จึงสามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์ต่อกัน เกิดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

2. สูตรแบบเส้นของ HCN ข้อใดถูกต้อง

1. H-C-N

2. H=C-N

3. H-C=N

4. **H-C≡N**

เหตุผล: H, C และ N มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1, 4 และ 5 ตามลำดับ ดังนั้น H กับ C จึงใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ เกิดพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะเดี่ยวเท่านั้น และ C กับ N ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่ เกิดพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะสาม

3. โมเลกุล $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม จำนวนเท่าใด (ตอบเรียงตามลำดับ)

1. **9, 1, 0**

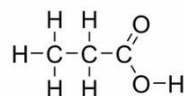
2. 9, 1, 1

3. 8, 0, 1

4. 8, 1, 1

เหตุผล: โมเลกุล มีสูตรโครงสร้าง คือ

จึงมีพันธะเดี่ยว 9 พันธะ และพันธะคู่ 1 พันธะ



4. โมเลกุลหรือไอออนในข้อใดที่มีสูตรแบบจุดไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

1. SO_3

2. CO_3^{2-}

3. **NO_2**

4. ClO^-

เหตุผล: อะตอมกลางของสารประกอบ NO_2 คือ N มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7 ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

5. สูตรของสารประกอบออกไซด์ของธาตุ B และ E ซึ่งมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ เป็น ${}^{19}_9\text{B}$ และ ${}^{28}_{14}\text{E}$ ข้อใดถูกต้องตามกฎออกเตต

1. BO_2 , E_2O

2. B_2O , EO_2

3. BO , EO_3

4. BO , E_3O

เหตุผล: อะตอม B และ E มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7 และ 4 ตามลำดับ เมื่อสร้างพันธะเป็น โมเลกุล B_2O , EO_2 อะตอม B และ E มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ครบตามกฎออกเตต

6. ธาตุ X เกิดเป็นสารประกอบอย่างง่าย คือ XCl_3 , X_2O_5 และ Ca_3X_2 ได้แต่ไม่สามารถเกิด เป็น XF_6 ได้ดังนั้นธาตุ X อาจเป็นธาตุใด

1. N

2. Al

3. Br

4. B

เหตุผล: ธาตุ N มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 5 สามารถใช้อิเล็กตรอนร่วมกันได้สูงสุด 5 คู่ ซึ่ง N กับ Cl ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่ N กับ O ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 5 คู่ N กับ Ca ใช้อิเล็กตรอน ร่วมกัน 3 คู่ และไม่สามารถสร้างพันธะกับ F 6 อะตอมได้ เพราะต้องใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 6 คู่

7. ตำแหน่งใดของสารประกอบ CH_2CHCCH (4-Butenyne) มีความยาวพันธะสั้นที่สุด

1. C-H

2. $\text{C}=\text{C}$

3. C-C

4. $\text{C}\equiv\text{C}$

เหตุผล: พันธะ C กับ C พันธะสามสั้นที่สุด เรียงตามความยาว จะได้ $\text{C}-\text{C} > \text{C}-\text{H} > \text{C}=\text{C} > \text{C}\equiv\text{C}$

8. พลังงานที่ต้องใช้ในการสลายพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนของโมเลกุลใดมีค่ามากที่สุด

1. C_2H_6

2. C_2H_2

3. C_2H_4

4. $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$

เหตุผล: ความยาวพันธะน้อย พลังงานพันธะจะมาก ใน C_2H_2 อะตอม C กับ C สร้างด้วยพันธะ สาม ความยาวพันธะจึงสั้นที่สุด ส่งผลให้ต้องใช้พลังงานมากสุดในการสลายพันธะ

9. ในการสลายแก๊สอะเซทิลีน (C_2H_2) 1 โมลเป็นอะตอมโดยสมบูรณ์ต้องใช้พลังงานกี่ kJ/mol กำหนดพลังงานพันธะเฉลี่ย (kJ/mol) $\text{C}-\text{C} = 348$, $\text{C}=\text{C} = 614$, $\text{C}\equiv\text{C} = 839$, $\text{C}-\text{H} = 413$

1. 1,185 kJ/mol

2. 1,440 kJ/mol

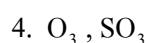
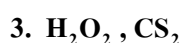
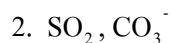
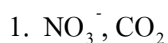
3. 1,170 kJ/mol

4. 1,665 kJ/mol

เหตุผล: C_2H_2 มีสูตรโครงสร้างเป็น $H-C\equiv C-H$

$$\begin{aligned}\text{พลังงานสลายพันธะ} &= 2(C-H) + (C\equiv C) \\ &= 2(413) + (839) \\ &= 1,665 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

10. โมเลกุลหรือไอออนในข้อใดต่อไปนี้มีโครงสร้างไม่เป็นแบบเรโซแนนซ์



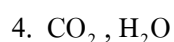
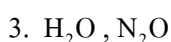
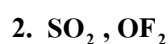
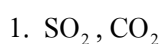
เหตุผล: H_2O_2 เขียนสูตรโครงสร้างได้ แบบเดียว เป็นพันธะเดี่ยว 4 พันธะ สำหรับ CS_2 เขียนสูตรโครงสร้างได้ 2 แบบ เป็นพันธะคู่ 1 พันธะ และพันธะเดี่ยว 1 พันธะ

11. รูปร่างโมเลกุลของสารประกอบใดต่อไปนี้เป็นมุมงอ



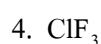
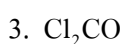
เหตุผล: H_2O มีอะตอมกลาง คือ O ซึ่งมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 เมื่อสร้างพันธะกับ H 2 อะตอม จึงใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และเหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ ดังนั้น H_2O จึงมีรูปร่างโมเลกุลเป็นมุมงอ

12. สารประกอบในข้อใดมีรูปร่างโมเลกุลเหมือนกัน



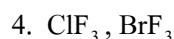
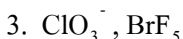
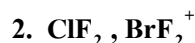
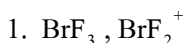
เหตุผล: SO_2 มีอะตอมกลาง คือ S มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 5 เมื่อสร้างพันธะกับ O 2 อะตอม จึงใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ ซึ่งมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ดังนั้น SO_2 จึงมีรูปร่างเป็นมุมงอ สำหรับ OF_2 อะตอม O มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 เมื่อสร้างพันธะกับ F 2 อะตอม จึงใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ ทำให้มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่ไม่ได้สร้างพันธะ 1 คู่ จึงส่งผลให้โมเลกุลกลายเป็นมุมงอ

13. สารประกอบในข้อใดต่อไปนี้มีรูปร่างโมเลกุลเป็นแบบพีระมิดฐานสามเหลี่ยม



เหตุผล: NH_3 อะตอมกลาง N มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 5 เมื่อสร้างพันธะกับ H 3 อะตอม จึงมีอิเล็กตรอนคู่โคตเดี่ยว 1 คู่ที่ไม่ได้สร้างพันธะ ส่งผลทำให้มีรูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม

14. ไอออนหรือโมเลกุลคู่ใดมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่โคตเดี่ยวที่อะตอมกลาง ไม่ เท่ากัน



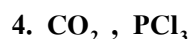
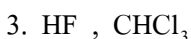
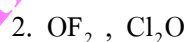
เหตุผล: ClF_2 อะตอม Cl มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7 เมื่อสร้างพันธะกับ F 2 อะตอม จึงเหลืออิเล็กตรอนคู่โคตเดี่ยว 3 คู่ และ BrF_2^+ ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โคตเดี่ยวที่ไม่ได้สร้างพันธะ 2 คู่

15. สารประกอบใดต่อไปนี้ ไม่มี ขั้ว



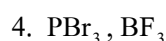
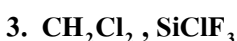
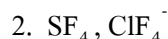
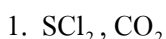
เหตุผล: สารประกอบ BF_3 พันธะระหว่าง B-F มีสภาพขั้ว เพราะ F มีค่า EN ที่สูงกว่า B แต่โมเลกุลไม่มีขั้วเพราะไม่เกิดแรงลัพธ์ เนื่องจากแรงดึงอิเล็กตรอนกระจายทุกทิศทาง

16. สูตรโมเลกุลในข้อใดต่อไปนี้ มีทั้งโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว



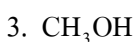
เหตุผล: สารประกอบ CO_2 พันธะระหว่าง C-O มีสภาพขั้ว แต่โมเลกุลไม่มีขั้ว เพราะแรงดึงอิเล็กตรอนที่เกิดจาก O มีทิศทางตรงกันข้าม จึงไม่มีแรงลัพธ์ ดังนั้น โมเลกุลจึงไม่มีขั้ว และ PCl_3 อะตอม P มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 5 เมื่อสร้างพันธะกับ Cl 3 อะตอม จึงเหลืออิเล็กตรอนคู่โคตเดี่ยว 1 คู่ ทำให้โมเลกุลมีขั้ว

17. โมเลกุลในข้อใดที่มีรูปร่างโมเลกุลเหมือนกัน และมีสภาพขั้วของโมเลกุลแบบเดียวกัน



เหตุผล: สารประกอบ CH_2Cl_2 มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้าและโมเลกุลมีขั้ว เพราะโมเลกุลมีแรงลัพธ์เกิดขึ้น สำหรับ SiClF_3 มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้าและโมเลกุลมีขั้วเช่นเดียวกัน

18. สารในข้อใดต่อไปนี้ ไม่มี พันธะไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล



เหตุผล: พันธะไฮโดรเจนเป็นพันธะที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของสาร ซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างพันธะ F-H, O-H และ N-H ในโมเลกุลชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ดังนั้น C-H ในโมเลกุล CH_4 จึงไม่ใช่พันธะไฮโดรเจน

19. ข้อใดกล่าวถึงสารต่อไปนี้ N_2 , NH_3 , CH_4 , HF , HBr และ H_2O ได้ถูกต้อง

1. สารที่จุดเดือดต่ำสุดคือ CH_4 และสูงสุดคือ HF
2. สารที่จุดเดือดต่ำสุดคือ NH_3 และสูงสุดคือ HF
3. สารที่จุดเดือดต่ำสุดคือ N_2 และสูงสุดคือ HBr
4. สารที่จุดเดือดต่ำสุดคือ CH_4 และสูงสุดคือ H_2O

เหตุผล: H_2O มีแรงยึดเหนี่ยวทั้งแรงลอนดอน แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้วและแรงจากพันธะไฮโดรเจน จึงมีจุดเดือดสูงที่สุด ส่วน CH_4 มีเฉพาะแรงลอนดอน จึงมีจุดเดือดต่ำสุด

20. กำหนดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลดังนี้

- 1) แรงลอนดอน 2) แรงดึงดูดระหว่างขั้ว 3) พันธะไฮโดรเจน

ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

1. CH_3COOH : แรงลอนดอนกับแรงดึงดูดระหว่างขั้ว
2. CH_3NH_2 : แรงดึงดูดระหว่างขั้วกับพันธะไฮโดรเจน
3. C_6H_{14} : แรงลอนดอนกับพันธะไฮโดรเจน
4. CH_2Cl_2 : แรงลอนดอนกับแรงดึงดูดระหว่างขั้ว

เหตุผล: C_6H_{14} เป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้วจึงมีแค่แรงลอนดอน และ C-H ที่เกิดขึ้นไม่ใช่พันธะไฮโดรเจน เพราะพันธะไฮโดรเจนเป็นพันธะที่เกิดระหว่าง O-H, N-H และ F-H

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ประสิทธิภาพของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน)

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน)

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5		
1	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
2	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
7	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
8	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
10	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
11	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80
12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
14	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
16	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
17	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
19	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
20	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
6	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
8	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
11	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80
12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
14	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
15	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
16	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
20	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความยากง่าย (P) อำนาจจำแนก (R) และดัชนีสอดคล้อง (IOC)

รายชื่อของแบบวัดแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)

ก่อนเรียน				หลังเรียน			
ข้อที่	P	R	IOC	ข้อที่	P	R	IOC
1	0.56	0.60	0.80	1	0.62	0.45	1.00
2	0.36	0.20	0.80	2	0.56	0.60	1.00
3	0.28	0.30	1.00	3	0.41	0.45	1.00
4	0.23	0.35	0.80	4	0.36	0.35	1.00
5	0.41	0.60	1.00	5	0.70	0.30	0.80
6	0.28	0.45	0.80	6	0.62	0.35	0.80
7	0.36	0.20	0.80	7	0.60	0.60	1.00
8	0.62	0.25	0.80	8	0.62	0.30	0.80
9	0.26	0.20	1.00	9	0.62	0.25	1.00
10	0.36	0.20	0.80	10	0.41	0.25	1.00
11	0.38	0.20	0.80	11	0.36	0.45	0.80
12	0.23	0.20	0.80	12	0.41	0.35	0.80
13	0.21	0.20	1.00	13	0.56	0.45	1.00
14	0.21	0.20	0.80	14	0.36	0.30	0.80
15	0.31	0.45	1.00	15	0.56	0.30	0.80
16	0.33	0.30	0.80	16	0.56	0.45	0.80
17	0.23	0.25	0.80	17	0.41	0.25	1.00
18	0.23	0.25	1.00	18	0.56	0.45	1.00
19	0.33	0.25	0.80	19	0.36	0.60	1.00
20	0.28	0.25	0.80	20	0.41	0.45	0.80
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.71				ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.78			

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	สิทธิศักดิ์ พสุมาตร
วัน เดือน ปีเกิด	24 พฤษภาคม 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี, 2553 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, 2558
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนส่งเสริมโครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทาง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกว.) ระยะที่ 3 รุ่นที่ 1
ที่อยู่ปัจจุบัน	87 หมู่ 2 ตำบลคอแลน อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี 34230 spasumart@yahoo.com