การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

เปรมศักดิ์ สิมมาเคน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

DEVELOPING SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF COVALENT BOND BY USING INQUIRY LEARNING ACTIVITIES INCORPORATED WITH PHYSICAL MODELS

PRAMSAK SIMMAKEN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN SCIENCE EDUCATION

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2014

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

ผู้วิจัย นายเปรมศักดิ์ สิมมาเคน

คณะกรรมการสอบ

ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร	กรรมการ
ดร.สนธิ พลชัยยา	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำอันมีคุณค่ายิ่ง ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน และการเขียนรายงานการวิจัย การแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ สนับสนุน ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในการวิจัยแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อสวนชัย คุณแม่แจ่มใส สิมมาเคน ที่สนับสนุนทุนการศึกษาตลอดการศึกษาในระดับปริญญาโท

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูอาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยาเป็นสถานที่เก็บข้อมูลการวิจัย และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ได้ให้กำลังใจและให้การช่วยเหลือสนับสนุนด้านต่างๆ ตลอดมา

(นายเปรมศักดิ์ สิมมาเคน)
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

โดย : เปรมศักดิ์ สิมมาเคน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร

ศัพท์สำคัญ : ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ พันธะโคเวเลนต์ การสืบเสาะ โมเดลเชิงกายภาพ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพของโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา จำนวน 17 คน จากการวิเคราะห์มโนมติเป็นร้อยละของมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติก่อนเรียนเป็น 10.96, 45.72 และ 43.05 ตามลำดับ และร้อยละมโนมติหลังเรียนเป็น 44.65, 36.36 และ 18.72 ตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 21 วันพบว่านักเรียนมีร้อยละมโนมติเป็น 41.98, 38, 77 และ 19.52 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย 27.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.57 ร้อยละ 63.10) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย 15.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.34 ร้อยละ 34.09) แต่ไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนทางการเรียน (ค่าเฉลี่ย 26.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.42 ร้อยละ 60.57) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING SCIENCETIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF COVALENT BOND BY USING INQUIRY LEARNING ACTIVITIES INCORPORATED WITH PHYSICAL MODELS

BY : PRAMSAK SIMMAKEN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : ASST. PROF. SAKSRI SUPASORN, Ph.D.

KEYWORDS : SCIENCETIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING / COVALENT BOND / INQUIRY / PHYSICAL MODELS

The main purpose of this study was to enhance scientific concept understanding of covalent bonds by implementing inquiry learning approach incorporated with physical models of covalent molecules. 17 students of 11^{th} grade at Huikhayung Wittaya School were the target group. The percentages of students' conceptions were categorized as good-, alternative-, and mis-conception. Before the implementation, the percentages were 10.96, 45.72 and 43.05, respectively. Right after the implementation, the percentages were 44.65, 36.36 and 18.72, respectively. Twenty-one days after the implementation, the percentages were 41.98, 38,77 and 19.52, respectively. The dependent samples t-test analysis indicated that the post-test conception score (mean 27.76, SD 7.57, 63.10%) was statistically significantly higher than the pre-test score (mean 15.00, SD 3.34, 34.09%), but not statistically significantly different from the retention score (mean 26.65, SD 7.42, 60.57%) at *p-value* 0.05.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ฉ

สารบัญภาพ ช

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มโนมติ (Concepts) 7

2.2 มโนมติที่คลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิด 9

2.3 การสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 12

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แบบแผนของการวิจัย 23

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 24

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 24

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 26

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 28

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	
4.1 ผลการวิจัย	32
4.2 ผลการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง พันธะโคเวเลนต์	37
4.3 กรณีศึกษานักเรียนที่น่าสนใจ	43
4.4 อภิปรายผล	46
5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	51
5.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย	53
เอกสารอ้างอิง	**55**
ภาคผนวก	
ก เครื่องมือในการเก็บรวมข้อมูล	63
ข กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์	78
ค การวิเคราะห์เครื่องมือ	126
ง บทความ	130
จ ภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ	140
ประวัติผู้วิจัย	**143**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	คะแนนการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1 (เคมี) โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา	3
3.1	กิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	24
3.2	การกำหนดข้อสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ	28
3.3	รูบริกการให้คะแนนภาพเมนทอลโมเดล เรื่อง พันธะโคเวเลนต์	30
4.1	ผลการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันของคะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนของความรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (n=17 คะแนนเต็ม 22 คะแนน)	32
4.2	ผลคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์	33
4.3	ผลคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนและความคงทน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์	36
4.4	ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (GC) คลาดเคลื่อน (AC) และผิด (MC) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์	36
4.5	คะแนนจากการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (n = 17 คน)	38
4.6	คะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียนและคงทนของนักเรียนที่มีคะแนนสูงสุดและต่ำสุด	43
ค.1	การวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนก (r) แบบทดสอบวัดโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์จำนวน 22 ข้อ	127
ค.2	ตารางจำแนกร้อยละความก้าวหน้าในการทำแบบทดสอบวัดมโนมติ	129

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ตัวอย่างแบบทดสอบแบบชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้นแบบสี่ตัวเลือกและสี่เหตุผล เรื่อง พันธะโคเวเลนต์	25
4.1	ร้อยละของมโนมติก่อนเรียนหลังเรียนและความคงทนของความรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์	34
4.2	ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์ชื่อสาร	39
4.3	ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์สูตรโมเลกุล	40
4.4	ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์องค์ประกอบ	40
4.5	ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์สูตรแบบจุด	41
4.6	ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์สูตรแบบเส้น	42
4.7	ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	43
4.8	คะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียนและคงทนของนักเรียนที่มีคะแนนสูงสุดและต่ำสุด	44
จ.1	กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ	140

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (science inquiry) สามารถพัฒนาทักษะความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนที่มีมาก่อน ตลอดจนพัฒนาให้มีทักษะความรู้ในขั้นที่สูงขึ้น (Bloom's Taxonomy) ที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วยลักษณะสำคัญ 5 ประการ ซึ่งในแต่ละประการนั้นสามารถพัฒนาทักษะความรู้ในขั้นต่างๆ ของผู้เรียนได้ ในแต่ละประการนั้นครูและนักเรียนมีบทบาทมากน้อยที่แตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้ทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้สาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนประกอบด้วย ส่วนที่ที่เป็นความรู้ เนื้อหาแนวคิดหลัก จิตวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545)

วิชาเคมี เป็นวิชาแขนงหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญเช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรามากทีเดียว เช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และอื่นๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเกิดจากความรู้หลักการวิชาเคมี และขณะนี้ความรู้หลักการของวิชาเคมีก็ได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภททำให้ประเทศไทยเรามีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมมากขึ้นและก้าวไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศด้วย

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนวิชาเคมี เมื่อเปรียบระหว่างการเรียนแบบบรรยายตามทฤษฎีกับกิจกรรมการทดลอง พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในกิจกรรมการทดลองมากกว่า เพราะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สังเกตได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การเกิดฟองก๊าซ และตะกอน และนักเรียนจะถามเสมอว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ดังนั้น การจัดกิจกรรม

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการใช้สื่อ สามารถตอบคำถามและสามารถพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ในขั้นบูรณาการของผู้เรียนได้ และเหมาะสมกับการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งสามารถสังเกตโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบโคเวเลนต์ให้เข้าใจได้ ยังสามารถพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูง ซึ่งจะส่งผลให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการทดสอบในโรงเรียนและการทดสอบระดับชาติได้

จากรายงานผลการทดทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1 (เคมี) ของโรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีในปีการศึกษา 2553 - 2556 (ตารางที่ 1.1) พบว่า นักเรียนมีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1 (เคมี) มีค่าเฉลี่ย 19.58, 21.68, 23.43 และ 25.26 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดอำนาจเจริญ และระดับประเทศ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโรงเรียนห้วยขะยุงวิทยาเป็นโรงเรียนในเขตบริการระดับชุมชน ซึ่งเป็นโรงเรียนดีประจำอำเภอ ดังนั้นนักเรียนที่มาเรียนส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่มีผลทางการเรียนปานกลางถึงค่อนข้างอ่อน พื้นฐานความรู้เดิมไม่ดีเท่าที่ควร นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนค่อนข้างน้อย โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นคุณค่าในวิชาที่เรียน และมีนักเรียนส่วนน้อยที่จบการศึกษาแล้วเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ทำให้นักเรียนไม่ค่อยสนใจเรียน ส่งผลทำให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปค่อนข้างลำบาก นักเรียนเกิดการเรียนรู้ช้ากว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากครูผู้สอนใช้กระบวนการสอนแบบเดิมๆ สอนตามประสบการณ์เดิม เน้นการเรียนการสอนแบบบรรยาย โดยที่นักเรียนเป็นผู้รับรู้เพียงอย่างเดียว ครูผู้สอนขาดกระบวนการและเทคนิคการเรียนการสอนที่เน้น หรือกระตุ้นความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนไม่สนใจ นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการเรียน จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำซึ่งจากรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี จากปีการศึกษา 2551 ถึง 2556 เป็น 62, 60, 63, 61, 62 และ 64 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่ทางโรงเรียนกำหนดไว้ คือร้อยละ 65

ตารางที่ 1.1 คะแนนการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1 (เคมี) โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา

ระดับ	เต็ม	ปีการศึกษา 2553		ปีการศึกษา 2554		ปีการศึกษา 2555		ปีการศึกษา 2556	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
โรงเรียน	100	19.58	15.31	21.68	13.99	23.43	22.67	25.26	20.39
จังหวัด	100	20.22	17.22	23.34	15.66	28.53	23.97	27.52	20.19
สังกัด	100	21.87	18.62	21.72	17.25	31.48	25.31	29.01	21.56
ประเทศ	100	21.99	18.72	23.45	17.43	31.47	25.40	28.95	21.62

จากการจัดการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2555 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนไม่มีความเข้าใจเรื่อง พันธะเคมี โดยนักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่า การเกิดสารประกอบระหว่างอะตอมของโลหะกับอโลหะ หรืออะตอมของอโลหะกับอโลหะ มีลักษณะการรวมตัว มีการให้และรับอิเล็กตรอนอย่างไร เกิดเป็นพันธะเคมีชนิดใด รวมทั้งไม่สามารถอธิบายโครงสร้าง การเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบดังกล่าวได้ ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาของสารได้ นอกจากนี้นักเรียนยังเกิดการสับสนเกี่ยวกับการเรียกชื่อสารไอออนิก และสารโคเวเลนต์โดยนักเรียนมักไม่เปลี่ยนเสียงท้ายเป็น ไ-ด์ และไม่ระบุจำนวนอะตอมของธาตุด้วยภาษากรีกและนักเรียนส่วนมากเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยนักเรียนเข้าใจว่าการทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ดูได้จากอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่านั้นรวมทั้งยังมีความสับสน เกี่ยวกับธรรมชาติของแรงระหว่างโมเลกุลกับจุดเดือดและจุดหลอมเหลว

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบจำลองเชิงกายภาพเน้นให้นักเรียนทำงานเดี่ยวและงานกลุ่มเพื่อเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ แล้วค่อยให้ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะและบรรยายเสริมความเข้าใจให้ถูกต้องมากขึ้น จากจุดเด่นนี้ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการเรียนรู้แบบจำลองโมเดลสามมิติไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ประกอบกับผู้วิจัยได้เรียนรู้และศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองโมเลกุลโคเวเลนต์ ณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในปีการศึกษา 2554 ซึ่งผู้วิจัยพบว่าการเรียนรู้ตามแบบจำลองโมเลกุลโคเวเลนต์แบบสามมิติมีประสิทธิภาพช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น ช่วยพัฒนาความเข้าใจด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากในกระบวนการเรียนนักเรียนได้มีการทำงานซ้ำกันหลายๆ ครั้ง และนักเรียนสามารถตรวจสอบและแก้ไขงานได้ในช่วงเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งมีการให้ข้อเสนอแนะในงาน และเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้า ของผู้เรียนและสามารถให้คำแนะนำป้อนกลับเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความ

เข้าใจในความรู้ที่ชัดเจนได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะ และ ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนร่วมกับเพื่อนในรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและได้ดีขึ้นหรือเสริมสร้างความเข้าใจที่มีอยู่แล้วให้เพิ่มขึ้น (Salter, Richard and Carey, 2004)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

1.2.2 เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียน และหลังเรียนผ่านไปแล้วสามสัปดาห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและหลังเรียนผ่านไปแล้วสามสัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพเรื่อง พันธะโคเวเลนต์อยู่ในระดับดีมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรในวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา 2 ห้องเรียน รวม 31 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา 1 ห้องเรียน รวม 17 คนโดยการเลือกแบบเจาะจงจากประชากร

1.4.3 ตัวแปร

1.4.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

1.4.3.2 ตัวแปรตามความเข้าในมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำขึ้นในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเชิงกายภาพ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 11 ชั่วโมง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ซึ่งนำมาใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544) ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล

1.5.2 มโนมติที่ถูกต้อง (Good concept: GC) หมายถึง แนวความคิดของนักเรียนที่ถูกต้องเกี่ยวกับการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันทั่วไปโดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถ้านักเรียนตอบถูกทั้งคำตอบและเหตุผล ถือว่านักเรียนมีมโนมติถูกต้อง

1.5.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อนหรือมโนมติทางเลือก (Alternative concept: AC) หมายถึง ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตัวของเขาเอง โดยอาศัยแนวความคิดล่วงหน้าหรือที่มีอยู่ก่อน (Preconception) ซึ่งอาจจะแตกต่างไปจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์โดยสิ้นเชิงแตกต่างเพียงบางส่วนหรือสอดคล้องกับแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ (Clement, 1993: Griffithsand et al.,

1988) โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถ้านักเรียนตอบถูกเฉพาะส่วนที่เป็นคำตอบหรือเหตุผล ถือว่านักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อน

1.5.4 มโนมติที่ผิด (Mis-conception: MC) หมายถึง แนวความคิดของนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ที่คนทั่วไปยอมรับ โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถ้านักเรียนตอบผิดทั้งคำตอบและเหตุผลถือว่านักเรียนมีมโนมติผิด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะมีทักษะความรู้ขั้นสูง และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเพิ่มสูงขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มสูงขึ้น

1.6.2 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดในระดับขั้นต่ำไปถึงระดับขั้นสูง ภูมิใจในผลงานของคนเอง เกิดแรงจูงใจที่อยากจะเรียนรู้ต่อไป

1.6.3 นำผลที่ได้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้และมาตรฐานอื่น หรือครูในของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการการพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำมาเรียบเรียงเป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานในการวิจัยซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

(2.1) มโนมติ

(2.2) มโนมติที่คลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิด

(2.3) การสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

(2.4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มโนมติ (Concepts)

2.1.1 ความหมายของมโนมติ

คำว่า Concepts ในปัจจุบันที่นิยมใช้ในภาษาไทยมีอยู่หลายคำ เช่น มโนมติ มโนทัศน์ และแนวคิด สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า "มโนมติ" และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนมติไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2544) กล่าวว่า มโนมติ คือ เป็น ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากกการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหรือเกิดจากการสังเกต แล้วใช้คุณสมบัติหรือลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกันจัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติ หมายถึง การสังเคราะห์หรือบอกความสัมพันธ์จากข้อมูลที่กำลังศึกษา ซึ่งเกิดจากการใช้จินตนาการตัดสินอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน โดยมโนมตินั้นเป็นสิ่งที่ซับซ้อนกว่าการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบอยู่แล้วเพื่อความเข้าใจในเรื่องที่กำลังศึกษา

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534) ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติ เป็นเรื่องของแต่ละบุคคล การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ จะทำให้เกิดการรับรู้บุคคลนั้นจะนำการ

รับรู้นี้มาปฏิสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขา จะทำให้เกิดมโนมติซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้ขึ้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้ให้ความหมายของมโนมติ คือ ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น มาประมวลเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งหนึ่งสิ่งใด

จากความหมายของมโนมติ ดังกล่าว สรุปได้ว่า มโนมติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือเรื่องหนึ่งเรื่องใด ซึ่งอาจเป็น วัตถุสิ่งของ เหตุการณ์และบุคคล ซึ่งเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วนำเรื่องเหล่านั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันสัมพันธ์กันเป็นข้อสรุป

2.1.2 ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific concept) ดังนี้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2537) ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งมีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งเกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ จนเกิดการรับรู้และสรุปเป็นความเข้าใจเรื่องนั้นของแต่ละบุคคล

นภาพร แถวโนนงิ้ว (2537) ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องหนึ่งเรื่องใดในวิชาที่ได้จากข้อเท็จจริง และข้อมูลที่ได้มานั้นมาจากการทดลอง แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้น นำมาประมวลสัมพันธ์กันเป็นข้อสรุป

กรรณิการ์ แจ้งหมื่นไวย (2534) ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจในเรื่องหนึ่งเรื่องใดซึ่งได้ศึกษาข้อเท็จจริง และหลักการในทางวิทยาศาสตร์แล้วนำมาประมวลสัมพันธ์อย่างมีเหตุมีผล

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534) ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดความเข้าใจที่เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยมโนมติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ซึ่งมโนมติหนึ่งอาจเกิดจากมโนมติหลายๆอย่างมาสัมพันธ์กัน

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง มโนมติที่เกิดจากการเอาข้อเท็จจริงซึ่งเป็นความคิดหลักของสิ่งนั้น มาผสมผสานกันเป็นรูปแบบใหม่ เช่น มโนมติเกี่ยวกับโมเลกุล อะตอม

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์นั้นๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมแล้วนำมาประมวลสัมพันธ์อย่างมีเหตุผล ซึ่งอาศัยข้อเท็จจริงและหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 มโนมติที่คลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิด

2.2.1 มโนมติที่คลาดเคลื่อน

คำว่า Alternative concept ในภาษาไทยใช้ชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น มโนมติที่คลาดเคลื่อน มโนมติทางเลือก หรือแนวความคิดเลือก ผู้วิจัยใช้คำว่า "มโนมติที่คลาดเคลื่อน" นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ มโนมติทางเลือก (Alternative concept) ดังนี้

Griffiths and et al. (1988) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน คือ แนวความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งเกิดจากแนวความคิดล่วงหน้าหรือที่มีอยู่ก่อน (Preconceptions) ซึ่งความคิดนี้อาจจะแตกต่างไปจากความคิดของนักวิทยาศาสตร์โดยสิ้นเชิง แตกต่างไปเพียงบางส่วน หรือสอดคล้องกับแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ ความคิดคลาดเคลื่อนจะเกิดขึ้นได้ต้องใช้ระยะเวลายาวนาน ถ้าเกิดขึ้นแล้วจะเป็นความคิดที่ผิดพลาดจะคงอยู่ไปอีกนาน ที่ยากจะแก้ไขเปลี่ยนแปลง

Dyksyra, Boyle and monarch (1992) ได้ให้ความหมายว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความเป็นไป ของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของนักเรียน ซึ่งแตกต่างไปจากความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ยอมรับ

นภาพร แถวโนนงิ้ว (2537) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน คือ ความรู้ ความเข้าใจ ซึ่งมีความรู้พื้นฐานมาจากการสังเกตหรือจากประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่ไม่สมบูรณ์หรือเบี่ยงเบนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันในปัจจุบัน

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจ ที่ไม่สมบูรณ์ถูกต้อง ซึ่งอาจจะแตกต่างไปจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์โดยสิ้นเชิง แตกต่างเพียงบางส่วนหรือสอดคล้องกับแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ อาจจะเกิดขึ้นมาตั้งแต่ช่วงก่อนเข้าโรงเรียน เกิดจากการศึกษาเล่าเรียน หรือเกิดหลังจากจบการศึกษาไปแล้ว

2.2.2 มโนมติที่ผิด

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ มโนมติที่ผิด (Misconception) ดังนี้

Lawson (2001) ให้ความหมายว่า มโนมติที่ผิด หมายถึง ความรู้ของตนเองที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎี หรือความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ยอมรับ ซึ่งเกิดจากการประสบการณ์ตนเองโดย มโนมติที่ผิดนี้ถ้าเกิดขึ้นกับนักเรียนแล้วจะฝังแน่นยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้

Sander (1993) ให้ความหมายว่า มโนมติที่ผิด หมายถึง ข้อสันนิษฐานเชิงสติปัญญาที่ผิดพลาดหรือไม่ถูกต้องที่นักเรียนมีอยู่และยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ถูกต้องในระยะเวลาอันสั้น โดยคำตอบที่ผิดไม่จำเป็นต้องเป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อนเสมอไป จึงควรแยกให้ชัดเจนว่าสิ่งใดเป็นมโนมติที่ผิด สิ่งใดเป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อนซึ่งมโนมติที่ผิด เป็นมโนมติที่ไม่ตรงกับมโนมติของนักวิทยาศาสตร์ยอมรับ

Lawson and Thompson (1988) ให้ความหมายว่า มโนมติที่ผิด หมายถึง ความรู้ที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีหรือความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการมีประสบการณ์ด้วยตนเองและมโนมติที่ผิดนี้โดยส่วนมากจะเป็นแนวความคิดที่ผิดพลาดที่นักเรียนมีอยู่และฝังแน่น ยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้

Griffiths and et al. (1988) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนมติที่ผิด หมายถึง แนวความคิดเชิงมโนมติที่มีความหมายแตกต่างกันไปจากความหมายของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป และยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ถูกต้อง

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนมติที่ผิด หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่ผิดพลาดเกี่ยวกับความเป็นจริง หรือหลักการที่ผิดพลาดไปจากที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข

จากความหมายของมโนมติที่คลาดเคลื่อน และมโนมติที่ผิด สามารถสรุปความแตกต่างได้ดังนี้ มโนมติที่คลาดเคลื่อน เป็นแนวความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตัวของเขาเอง ซึ่งอาจจะแตกต่างจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์โดยสิ้นเชิง แตกต่างเพียงบางส่วนหรือเหมือนของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ มโนมติที่คลาดเคลื่อนจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยระยะเวลายาวนาน ส่วนมโนมติที่ผิดเป็นความเข้าใจของนักเรียนที่มีอยู่และไม่ถูกต้องเกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักการที่ผิดพลาดไปจากนักวิทยาศาสตร์และคนทั่วไปยอมรับ ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะคงอยู่ต่อไปอีกนาน ยากที่จะแก้ไขเปลี่ยนแปลงและขัดขวางการเรียนรู้ที่ถูกต้องของนักเรียน

2.2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อน และมโนมติที่ผิด

Renner and et al. (1990) ได้กล่าวไว้ว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน และมโนมติที่ผิดเกิดจากหลายสาเหตุ ดังนี้

(1) ตำราเรียน เช่น การแก้ปัญหาทักษะทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรม และการลงข้อสรุปความรู้ต่างๆ

(2) ความบกพร่องของหลักสูตร และวิธีการสอนโดยครูยังใช้การสอนแบบเดิม คือ การสอนบรรยาย แบบสาธิต การให้นักเรียนท่องจำ ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ไม่มีประสิทธิภาพในการที่จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตุ้นการเรียน หรือพัฒนาความเข้าใจในมโนมตินั้น

(3) นักเรียนขาดข้อสรุปล่วงหน้าที่นักเรียนมีอยู่ก่อน หรือจากแนวความคิดที่ไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

(4) Simpson and Marek (1988) ได้กล่าวไว้ว่า ประสบการณ์ในโรงเรียนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนมติที่ผิด หรือมโนมติที่คลาดเคลื่อน ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากคำอธิบายของครูหรือผู้ใหญ่ ที่ขาดความรู้ ความเข้าใจในมโนมตินั้นๆ ดีพอทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ผิดหรือคลาดเคลื่อนโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์

สรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิดอาจเกิดจากตำราเรียน ตัวนักเรียนเอง ความบกพร่องของหลักสูตร วิธีการสอนซึ่งเมื่อเกิดขึ้นกับนักเรียนแล้วยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข เมื่อนักเรียนเรียนรู้มโนมติใหม่ก็จะเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้มโนมตินั้นๆ

2.2.4 การแก้ไขการเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อน และมโนมติที่ผิด

Basili and Sanford (1991) พบว่าการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มโดยเฉพาะกลุ่มขนาดเล็ก นักเรียนไม่เกิน 4-5 คน ซึ่งเป็นวิธีการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Group Work) โดยวิธีการนี้จะทำให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงมโนมติที่ผิดได้

Wandersee (1986) พบว่าการใช้ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ครูที่สอนสามารถใช้ประสบการณ์สอนของครูในการที่เพิ่มการเรียนรู้อย่างมีความหมายของนักเรียนภายในห้องเรียนโดยใช้วิธีการเชื่อมโยงมโนมติ ซึ่งพบว่า เมื่อนำมาใช้ในการสอน นักเรียนสามารถที่จะสร้างความสัมพันธ์เกี่ยวกับมโนมติต่างๆ ได้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2535) ได้กล่าวถึงหลักการสอนเพื่อให้เกิดมโนมติไว้ สรุปได้ดังนี้

(1) การใช้อุปกรณ์ สื่อให้เหมาะสมกับบทเรียน และวุฒิภาวะของนักเรียน โดยการเรียนการสอนนั้น การใช้อุปกรณ์การสอนที่เหมาะสม จะช่วยให้ครูประสบผลสำเร็จในการสอน

ทำให้นักเรียนเกิดความพอใจ สนใจและสนุกสนาน อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียนจะทำให้เนื้อหาที่ยากกลับง่ายขึ้นทำให้บทเรียนที่ซับซ้อนชัดเจนขึ้น ซึ่งการเลือกใช้อุปกรณ์ และสื่อการสอนนั้นครูผู้สอนที่จะเป็นผู้พิจารณาว่า อุปกรณ์นั้นๆ เหมาะสมกับบทเรียน และนักเรียนเพียงใด

(2) การจัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน ในการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนมติได้นั้น ครูจะต้องจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงให้มากที่สุดเท่าที่โอกาสจะอำนวย หรือครูผู้สอนอาจนำสื่อการสอนต่างๆ เช่น รูปภาพ หุ่นจำลอง หรือวิดีทัศน์ ฯลฯ มาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดมโนมติขึ้นมาด้วยตนเอง

(3) การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ตามปกติบุคคลจะสามารถเรียนรู้โดยอาศัยประสาทสัมผัส เช่น การเห็น การได้ยิน การชิม การดม หรือการสัมผัส ดังนั้นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกตและรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่างๆ ออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัดเหล่านี้จะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้น อันจะนำไปสู่การสร้างมโนมติต่อไป

(4) การเลือกใช้วิธีการสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน ในการสอนสิ่งใดก็ตามครูจะต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีสอน และจัดกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียน วิธีสอนบางวิธี เช่น วิธีสอนแบบบรรยายควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพที่จะนำไปสู่การสร้างมโนมติอย่างผิดๆ ได้ง่าย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนเพื่อให้เกิดมโนมติในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับนักเรียนและครูผู้สอนโดยครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึง การสอนที่เน้นให้นักเรียนปฏิบัติจริง ใช้อุปกรณ์และสื่อการสอนที่เหมาะสม วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการกลุ่ม ไม่ควรสอนแบบบรรยายเนื่องจากจะทำให้นักเรียนเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนหรือผิดได้ง่าย ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ของนักเรียนก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึง ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบโมเดล T5 เป็นการสอนอีกวิธีหนึ่งที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง อาศัยทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน

2.3 การสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.3.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบหนึ่งที่เหมาะสมในวิชาวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาการให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักการศึกษาได้กล่าวไว้สอดคล้องกันดังนี้

ทิศนา แขมมณี (2545) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการดำเนินการเรียนการสอนที่ผู้สอนกระตุ้นนักเรียนให้เกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ด้านการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ การศึกษาหาข้อมูล การวิเคราะห์การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย โดยจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการใช้กระบวนการคิดและทักษะต่างๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบ ทำให้เกิดความมั่นใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545) เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่กำหนด

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังกล่าว สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการในการตอบคำถามและแก้ปัญหา การไต่ถามหรือตั้งคำถาม หรือเป็นการดำเนินการเรียนการสอนที่ ผู้สอนกระตุ้นนักเรียน ให้เกิดคำถาม เกิดความคิด ลงมือเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักการใช้เหตุผล มาประกอบการพิจารณา เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้แก่นักเรียน จะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาสติปัญญาและความสามารถของนักเรียน

ดังนั้นการสืบเสาะหาความรู้หมายถึงกระบวนการสอนที่เน้นให้นักเรียนใช้การค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองอย่างมีระบบ โดยใช้คำถามช่วยเพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปคำตอบนั้นด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่คอยช่วยเหลือชี้แนะ แนะนำและอำนวยความสะดวก

2.3.2 ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้เสนอวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยขั้นตอนที่สำคัญที่ครูยึดนำไปสอนจริง 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ต้อง การศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจจะให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนโดยส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่จะต้องศึกษาร่วมกัน กำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะต้องศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่น่าสนใจยิ่งขึ้นและเป็นแนวทางที่จะสำรวจตรวจสอบที่หลากหลาย

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เพื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่จะสนใจอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาเพื่อข้อมูลต่างๆ อย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การบรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ รูปวาดสร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใด ก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดความเข้าใจได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้วโดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความถูกต้องหรือสอดคล้องมากน้อยเพียงใด

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และมโนมติ เรื่อง พันธะเคมี

จำลอง ศรีมงคุณ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ใช้ หน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้าเป็นกิจกรรมที่ได้มีการเตรียมโครงสร้างทางปัญญา ของนักเรียนที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างโดยรวมของเนื้อหาที่จะเรียน มีการเสนอแผนผังความคิดก่อนที่จะเรียนเพื่อให้นักเรียนแยกแยะ จัดกลุ่ม เปรียบเทียบ และอธิบายความสัมพันธ์ภาพรวมของเนื้อหาทำให้การเรียนรู้ง่ายขึ้นนอกจากนี้ การมีสื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น เกมบัตรคำ การจับคู่ การทำแผนภูมิสายใยความคิด การทดลอง การอภิปราย การทำกิจกรรมกลุ่มการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันภายในกลุ่มระหว่าง นักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ทำให้นักเรียนสนุกสนาน กระตือรือร้นตลอดเวลา และการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการจัดการเรียนรู้โดยการทำใบงาน และร่วมเฉลยใบงาน และนักเรียนยังเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของตนเองด้วยวิธีต่างๆ เช่น การทำสรุปแต่ละหัวข้อทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย จำได้นาน เกิดความรู้ที่คงทน

ศรีบุญตาม โจมศรี (2553) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมีโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนแผนผังมโนมติของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป เนื่องจากการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิม โดยที่นักเรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่และเสริมสร้างประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน นอกจากนี้ในรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ในขั้นสำรวจ และค้นหานักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อทำใบงานหรือใบกิจกรรม ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการกระทำ นอกจากนี้ยังมีการทำแผนผังมโนมติ เพื่อสะท้อนกลับความเข้าใจของนักเรียน โดยแผนผังมโนมติช่วยสรุปประเด็นสำคัญ ย่อสรุปเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนจำได้ง่ายและเกิดความคงทนในการจำ เกิดแรงจูงใจในการเรียน ช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมความคิดออกมาเป็นโครงสร้างของการเขียนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ฐิติสิทธ นิลโสม (2552) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง พันธะเคมี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากการสอนแบบวัฏจักร

การเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลยหรือทอดทิ้งจากการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนจะทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การเรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน มีการประเมินที่หลากหลาย

อุมาพร เอี่ยมละออ (2552) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา (PCLM: Problem-Centered Learning Model) เรื่อง พันธะเคมี ผลการวิจัยพบว่าหลังจากการใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี สูงขึ้นทุกมโนมติ และมีมโนมติคลาดเคลื่อนลดลง ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา ครูได้กำหนดปัญหาใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิมของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ปรับขยายความคิดของตนอย่างลึกซึ้ง มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในการสร้างความรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีมโนมติถูกต้องมากขึ้น โดยผู้เรียนสามารถคิดหาคำตอบหรือหาวิธีในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย แล้วนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นทำให้มีการปรับขยายและพัฒนาความคิดของตนเองได้กว้างขวางขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนมติที่เรียนมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์อาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจมโนมติที่เรียนอย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้การใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่านักเรียนให้ความสนใจและให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนได้คิด ปฏิบัติ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง นักเรียนได้ความรู้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น

สยาม ตัญจพัฒน์กุล (2548) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ที่เรียนด้วยโปรแกรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บ เรื่องพันธะเคมี สูงกว่าก่อนได้รับการสอน เพราะโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บมีภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบและการทดลอง อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระหว่างครูกับผู้เรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง มีการตอบสนองให้ผลป้อนกลับได้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทุกที่ ทุกเวลาโดยแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนแตกต่างกัน และมีการทำแบบทดสอบซึ่งสามารถให้ผลย้อนกลับได้ทันที จึงเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้สนใจเรียนมากขึ้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

กาญจนา ดังคะประดิษฐ์ (2547) ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องพันธะเคมี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิซึม ผลการวิจัยพบว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอน ตามแนวคอนสตรักติวิซึม เป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดแนวคิดเรื่องพันธะเคมี โดยพบว่า พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนอยู่ในระดับดี จึงมีผลต่อการเรียนรู้แนวคิดใหม่ ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น สามารถสร้างองค์ความรู้ได้เร็ว ส่วนนักเรียนที่พื้นฐานความรู้เดิมต่ำเมื่อได้รับการสอนตามแนวคอนสตรักติวิซึม จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องบางส่วน และนักเรียนที่เรียน เรื่อง พันธะเคมี ตามแนวคอนสตรักติวิซึม มีเจตคติต่อวิชาเคมีดีขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้มีการทดลอง การใช้สื่อประกอบการสอน เรียนแบบไม่ต้องท่องจำ มีการเข้ากลุ่มซึ่งคนเก่งสามารถอธิบายให้คนอ่อนเข้าใจได้ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

อัจฉรา ยังคง (2547) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องพันธะเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ ใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ การรับฟังเหตุผลของกันและกัน ทำให้ได้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการทำงานและความรู้ของตนเอง ก่อให้เกิดกระบวนการคิดของตนเอง นักเรียนเก่งช่วยอธิบายนักเรียนที่อ่อนกว่าทำให้เข้าใจในเนื้อหาสาระเรื่องที่ตนเองสอนมากขึ้นเกิดองค์ความรู้ในตนเองแบบคงทน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง (2543) ได้ศึกษาผลของการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้การสอนตามทฤษฎีของ Posner และคณะ กับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงจากมโนมติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนมติวิทยาศาสตร์ในทุกมโนมติและมีจำนวนผู้ที่เปลี่ยนเป็นมโนมติวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมโดยมโนมติที่มีการเปลี่ยนแปลงจากมโนมติคลาดเคลื่อนเป็นมโนมติวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือการเกิดพันธะโคเวเลนต์ และการเขียนสูตรแบบจุด ส่วนมโนมติที่มีผู้เปลี่ยนแปลงมโนมติคลาดเคลื่อนเป็นมโนมติวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด คือ สมการไอออนิกจากการสอนโดยใช้การสอนตามทฤษฎีของ Posner และคณะ พบว่าสามารถลดมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากทฤษฎีของ Posner และคณะ มีขั้นตอนที่เน้นในเรื่องการเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมโนมติใหม่ต้องเข้าใจแจ่มแจ้ง กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนร่วมกิจกรรมและทำทุกขั้นตอนด้วยตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งกระบวนการเหล่านี้

ทำให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจและปรับเปลี่ยนมโนมติได้ถูกต้องยิ่งขึ้น และถ้าความรู้เดิมไม่ถูกต้องจะมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความรู้ใหม่ได้อย่างเหมาะสม

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (Kiokaew, 1988) ได้ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องพันธะโคเวเลนต์และโครงสร้างโมเลกุล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและเปรียบเทียบมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และโครงสร้างโมเลกุลของนักศึกษาชายและหญิง ตลอดจนเปรียบเทียบมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนวิชาเคมีที่นักศึกษาได้ตอบตอนเข้า และคะแนนมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์และโครงสร้างโมเลกุล โดยนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ไม่แตกต่างกันที่มีผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องจากการพัฒนาผลสัมฤทธิ์หรือมโนมติในทางเคมีนั้น การสอนเพื่อให้เกิดมโนมติในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับการสอนที่เน้นให้นักเรียนปฏิบัติจริง ใช้อุปกรณ์และสื่อการสอนที่เหมาะสม วิธีการสอนที่เป็นกระบวนการกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในกลุ่มและต่างกลุ่มเพื่อเป็นการปรับและขยายโครงสร้างทางปัญญา การสืบค้นข้อมูลที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ในเรื่องนั้นๆ โดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะหรือส่งเสริมในกระบวนการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรสอนแบบบรรยายเนื่องจากจะทำให้นักเรียนเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนหรือผิดได้ง่าย

นอกจากนี้ สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2554) ก็ได้ศึกษาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล T5 แบบกระดาษ เรื่องพันธะเคมี พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล T5 แบบกระดาษ เรื่องพันธะเคมี สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนธารทองพิทยาคมสูงขึ้น และช่วยลดมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ลดลงได้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล T5 นั้น เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเน้นการมอบหมายงาน (Task-based approach) แก่ผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับความรู้ จากการคิด จากการลงมือปฏิบัติ การให้ข้อเสนอแนะจากเพื่อนและครูผู้สอนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการทำงาน สามารถนำงานของตนเองไปปรับปรุงแก้ไข สามารถพัฒนาความเข้าใจ และความรู้ของนักเรียนทำให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้นในเรื่องพันธะเคมี ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วยขึ้น

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ผิดและที่คลาดเคลื่อน ในวิชาเคมี

คณะวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสวรรค์ส่ง และวรรณทิพา รอดแรงค้า, 2549) ได้สำรวจความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 29 คน ปีการศึกษา 2546 โดยข้อสอบประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับแนวคิดวิชาเคมี 9 ข้อ ซึ่งใน 9 ข้อประกอบด้วยเรื่องต่างๆ ในวิชาเคมีจำนวน 6 เรื่อง ได้แก่ มวลอะตอม และมวลของธาตุ 1 อะตอม กฎอนุรักษ์อะตอม การเผาไหม้ และพันธะเคมี กระบวนการละลายของสาร และสมดุลเคมี โดยพบว่าในเรื่องพันธะเคมีผู้วิจัยให้นิสิตอธิบาย และบอกเหตุผลของการเกิดโมเลกุลของมีเทน พบว่า นิสิตร้อยละ 48.28 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน (PU) และนิสิตร้อยละ 17.24 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU & SM) ร้อยละ 27.59 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยนิสิตไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับความเสถียรของโมเลกุล เพราะนิสิตคิดว่าการเสถียรของโมเลกุล หมายถึง ภาวะสมดุลหรือการอยู่ตัว นอกจากนี้นิสิตไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งเกิดจากนิสิตยังสับสนเรื่อง อะตอม อิเล็กตรอน โมเลกุลและความมีขั้วของโมเลกุล ซึ่งจากการสำรวจพบว่านิสิตครูยังมีความคลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาเคมีอยู่มาก โดยควรมีการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ และเรียนรู้อย่างมีความหมายแทนการท่องจำ มีสื่อการสอนเพื่อช่วยให้เกิดจินตนาการง่ายขึ้นเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนในวิชาเคมี

มนตรี เชื้อพันธุ์งาม (2544) ได้วิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่านักเรียนมีมโนมติ ที่คลาดเคลื่อนในทุกเรื่อง สาเหตุที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่สามารถสัมผัสได้โดยตรง จะต้องอาศัยความรู้ขั้นพื้นฐานประกอบการศึกษาเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถทำให้เนื้อหานั้นมีความเป็นรูปธรรมในความคิดของนักเรียนเพื่อที่จะได้สรุปรวมเป็นมโนมติใหม่ซึ่งอาจทำให้เกิดมโนมติคลาดเคลื่อนได้ หรือเนื้อหาบางเนื้อหาเป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียนทำให้เกิดมโนมติคลาดเคลื่อนได้ง่ายเนื่องจากไม่มีพื้นฐานความรู้เรื่องนั้น ซึ่งการศึกษามโนมติใหม่นั้นต้องอาศัยมโนมติเดิมเป็นพื้นฐานมาประมวลแยกแยะสรุปไปยังความรู้ใหม่มาสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบถ้านักเรียนไม่สามารถนำความรู้เดิมมาช่วยให้เกิดมโนมติใหม่ได้ก็จะทำให้มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้ง่าย

Coll and Taylor (2001) ได้ทำการศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับอุดมศึกษา ซึ่งใช้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ พบว่านักเรียนส่วนมากมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ดังนี้ในเรื่อง พันธะโลหะ พันธะไอออนิก ขนาดและ

ประจุของไอออน ดังนี้ พันธะโลหะเป็นพันธะที่แข็งแรงน้อยโดยพันธะโคเวเลนต์เป็นแรงยึดเหนี่ยวภายนอกโมลกุลซึ่งเป็นแรงที่อ่อน และพันธะไอออนิกเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันและนักเรียนยังสับสนในเรื่อง รัศมีของโซเดียมไอออนในพันธะไอออนิกว่ามีขนาดใหญ่กว่ารัศมีของคลอไรด์ไอออน

Birk and Kurtz (1999) ได้ทำการศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีมาแล้วจากโรงเรียนมัธยมและระดับอุดมศึกษา โดยตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในช่วงใด ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยคำถามที่วัดความเข้าใจใน 6 เรื่อง ดังนี้ ขั้วของพันธะ รูปร่างโมเลกุล ขั้วของโมเลกุล พลังงานแลตทิช แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุล และกฎออกเตต โดย รูปร่างโมเลกุล เกิดจากแรงจากการผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่านั้น หรือรูปร่างโมเลกุลเกิดจากอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเท่านั้น ในเรื่องขั้วของพันธะโดยพันธะโคเวเลนต์เกิดจากอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่ากัน และโมเลกุลไม่มีขั้วเกิดกับโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีเท่ากัน ประจุของไอออนสามารถใช้ทำนายขั้วของพันธะได้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และคณะ (2549) ; Ozmen (2004) ได้ทำการศึกษาพบว่าการทำนายรูปร่างโมเลกุลนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จะเข้าใจหลักการของ Valence Shell Electron-Pair Repulsion (VSEPR) แต่ไม่สามารถนำมาประยุกต์เพื่อทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง ซึ่งจากงานวิจัย นักเรียนบางคนพิจารณาเพียงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอน คู่โดดเดี่ยว เช่น นักเรียนบางกลุ่มเข้าใจว่าขั้วของพันธะสามารถทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ ในบางกรณีนักเรียนอาจสับสนเกี่ยวกับธรรมชาติของแรงระหว่างโมเลกุล แม้นักเรียนจะตระหนักถึงความสัมพันธ์ของแรงระหว่างโมเลกุลกับจุดเดือด จุดหลอมเหลว แต่นักเรียนก็ยังสับสนเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์และแรงระหว่างโมเลกุล เช่น แรงระหว่างโมเลกุล คือแรงภายในโมเลกุล และแรงระหว่างโมเลกุลที่แข็งแรงจะเกิดขึ้นในของแข็งที่มีพันธะโคเวเลนต์แบบโครงสร้างตาข่าย

สุภาพร อินบุญนะ (2542) ได้ทำการศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกรด-เบสในทุกมโนมติที่เลือกมาศึกษาโดยมโนมติที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือคู่กรด-เบส การบอกปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อน เบสอ่อน H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย การคำนวณเปรียบเทียบเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลของกรดอ่อน-เบสอ่อน และสมดุลของน้ำ ตามลำดับ โดยนักเรียนชายมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนหญิงในมโนมติ เรื่อง คู่กรด-เบส และกรดอ่อน-เบสอ่อน โดยนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่ มี มโนมติที่คลาดเคลื่อนมากกว่าโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งมโนมติที่คลาดเคลื่อนอาจเนื่องมาจาก การมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ จากหนังสือเรียนให้ข้อมูล

ไม่ครบถ้วน เกิดจากการขาดประสบการณ์หรือไม่ได้รับข้อมูลที่มีความหลากหลายทำให้นักเรียนสร้างข้อสรุปหรือมโนมติ ที่ผิดหรือไม่ถูกทุกกรณีและครูผู้สอนยังมีอิทธิพลมากต่อการเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน นอกจากครูผู้สอนจะมีมโนมติที่ถูกต้องแล้วยังต้องมีความรู้ในเรื่องมโนมติที่คลาดเคลื่อนในรูปแบบต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับตัวนักเรียนได้ เมื่อเปรียบเทียบนักเรียนหญิงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่านักเรียนชายอาจเป็นเพราะนักเรียนหญิงมีกระบวนการคิดละเอียดรอบคอบมากกว่านักเรียนชายและมีความตั้งใจเรียนมากกว่า ส่วนโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีมโนมติคลาดเคลื่อนน้อยกว่าโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางเนื่องจากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษส่วนมากเป็นโรงเรียนประจำจังหวัดนักเรียนผ่านการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อส่วนใหญ่มีความสามารถทางด้านการเรียนสูงกว่าและมีเครื่องมือ อุปกรณ์การเรียนพร้อมกว่า มีความแข่งขันสูงดังนั้นนักเรียนจึงกระตือรือร้นตลอดเวลา ทำให้มีมโนมติคลาดเคลื่อนน้อยกว่าโรงเรียนขนาดใหญ่มโนมติ เรื่องกรด-เบส เป็นเรื่องยากในการทำความเข้าใจดังนั้นในการสอนอาจต้องใช้แบบจำลองประกอบหรือเปรียบเทียบกับสิ่งของที่นักเรียนรู้จักและเคยเห็นมาเพื่อช่วยให้สร้างมโนมติได้ถูกต้อง

มโนมติที่คลาดเคลื่อนอาจเนื่องมาจากการมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ เช่น การจะมีมโนมติถูกต้องในเรื่องกรด-เบส นักเรียนควรมีความรู้ถูกต้องในเรื่องสารละลาย สมดุลเคมีปริมาณสารสัมพันธ์ อะตอมและโครงสร้างอะตอม ในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์พบว่า นักเรียนยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย และความสัมพันธ์ระหว่างสารต่างๆ ในสมการเคมี ได้แก่ โมล มวล อนุภาค และปริมาตรของก๊าซที่ STP นักเรียนเข้าใจว่าอนุภาคของสารใดๆ 1 โมล คือปริมาณสารที่มี เท่ากับ 1 โมเลกุล มีปริมาตรท่ากับ 22.4 dm^3 (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551 ; สุนทร พรจำเริญ, 2543)

Gabel and et al. (1987) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของสาร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาวิชาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยอินเดียนา ซึ่งผู้วิจัยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ ได้แก่ แบบทดสอบวัดจินตนาการเกี่ยวกับมิติ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และแบบทดสอบเกี่ยวกับพื้นฐานทางด้านเคมีและคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสารและอนุภาคของสาร ดังนี้ ก๊าซมีการเรียงตัวกันเป็นระเบียบ สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซเกิดจากการขยายตัวของอะตอม และเมื่อโมเลกุลสลายตัวแล้ว โมเลกุลยังคงอยู่รวมกันเป็นกลุ่มมากกว่ากระจายตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่านักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีค่อนข้างมาก ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ากระบวนการเรียนรู้ตามแบบจำลองเชิงกายภาพ เหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เน้นการให้งาน การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีมโนมติ ที่ถูกต้องและคงทน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ มีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

(3.1) แบบแผนการวิจัย

(3.2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

(3.3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

(3.4) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

(3.5) การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

(3.6) การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มเดียวมีการวัดผลก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และวัดผลความคงทนของความรู้ (single group time series design) ดังนี้

$$E : O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2 \rightarrow O_3$$

เมื่อ O_1 แทน การวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

O_2 แทน การวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

O_3 แทน การวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพผ่านไปสามสัปดาห์หรือ 21 วัน

X แทนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม. 4/1 - 2) แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29 จำนาน 31 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive selection) จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 17 คน ใช้เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 รวม 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 11 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก	ชั่วโมง
1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์	- เกมจับคู่ : ชนิดของพันธะโดย กำหนดเลขอะตอมและสัญลักษณ์ของธาตุ	2
2. การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	- เกมการเขียนสูตรจากชื่อสารประกอบที่ กำหนดให้ - กิจกรรมฉันเป็นใคร : จับคู่สูตรเคมีและชื่อจากบัตรคำที่กำหนดให้	3
3. รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	- การสร้างรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยเม็ดโฟมจากโจทย์กำหนดให้	3
4. สภาพขั้วโมเลกุลโคเวเลนต์	- ปัจจัยที่มีผลต่อจุดเดือดของสารประกอบโคเวเลนต์	3
รวม		11

3.3.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติติแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น (2-tier multiple choice conceptual test) เรื่อง พันะโคเวเลนต์ จำนวน 22 ข้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกของคำตอบชนิด 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นเหตุผล 4 ตัวเลือก ซึ่งมีค่าความ

ยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.25 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27 - 1.00 และค่าความเชื่อมั่น (KR_{20}) เท่ากับ 0.68 ตัวอย่างแบบทดสอบแสดงในภาพที่ 2

คำถามที่ 1 พิจารณาสารต่อไปนี้

H_2S	$CHCl_3$	BF_3	SF_6	CO_2
(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)

ข้อสรุปเกี่ยวกับสารเหล่านี้ข้อใดถูกต้อง

ก. สาร (I), (II), (IV) เท่านั้นเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

ข. สาร (II), (III), (IV) และ (V) เท่านั้นเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

ค. สาร (III) (IV) และ (V) เท่านั้นที่อะตอมต่างๆ มีเวเลนต์อิเล็กตรอนเป็นไปตามกฎออกเตต

ง. สาร (III) และ (IV) เท่านั้นที่อะตอมต่างๆ มีเวเลนต์อิเล็กตรอนไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

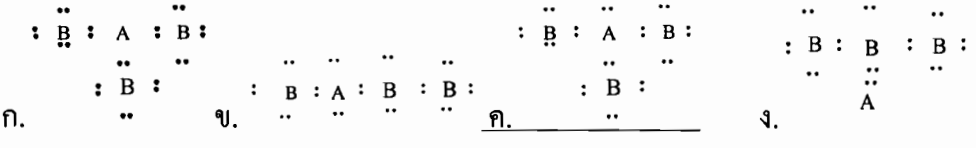
เหตุผล 1. มีเวเลนต์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8

2. มีเวเลนต์อิเล็กตรอนน้อยกว่าหรือมากกว่า 8

3. อะตอมที่ล้อมรอบอะตอมกลางเป็นธาตุชนิดเดียวกัน

4. สารประกอบโคเวเลนต์เกิดจากอโลหะทำปฏิกิริยากับธาตุอโลหะ

คำถามที่ 2 ธาตุ A และ B มีเลขอะตอม 15 และ 17 ตามลำดับ เมื่อทำปฏิกิริยากันเกิดสารประกอบ AB_3 สูตรแบบจุดที่ถูกต้องคือข้อใด



เหตุผล 1. ต้องเขียนเฉพาะอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ

2. ต้องเขียนแสดงเวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมด

3. เวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมกลางต้องเท่ากับเลขที่หมู่นั้น

4. อะตอมใดเป็นอะตอมกลางก็ได้ และจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนต้องครบ 8

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้นแบบสี่ตัวเลือกและสี่เหตุผล เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

3.3.3 แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

3.3.4 แบบบันทึกเกณฑ์การให้คะแนนคะแนน (Rubric Score) ความสอดคล้องของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

3.4.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี

3.4.1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์โดยกำหนดจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียน รวมทั้งวิธีการวัดและประเมินผลในแต่ละชุดการเรียนรู้ดังตารางที่ 3.1

3.4.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และพิจารณาให้ข้อคิดเห็น แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

3.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ในขั้นนี้เป็นการสร้างและนำเสนอสิ่งเร้าโดยมีการจัดกิจกรรม POE ซึ่งประกอบด้วย การทำนาย (P) การสังเกต (O) และการอธิบาย (E) เพื่อให้นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหา เพื่อที่จะนำไปสู่การศึกษาในขั้นต่อไป เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นมีความสนุกสนานในการร่วมกันทำกิจกรรม ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูจะให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นซึ่งครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนยกมือขึ้นตอบ

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้นักเรียนอ่านเนื้อหาในใบความรู้และช่วยกันทำกิจกรรมจากใบงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในส่วนของการเรียนการสอนที่ต้องทำกิจกรรมการทดลองครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่มและการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มซึ่งจะฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและการยอมรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนในกลุ่มโดยครูจะคอยอธิบายในส่วนที่นักเรียนสงสัยและไม่เข้าใจในบางประเด็น

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนมาเฉลยใบงานหน้าชั้นเรียนและถ้าเป็นการทดลองนักเรียนจะมาอภิปรายผลการทดลองหน้าชั้นเรียนและสรุปผลการทดลองเป็นกลุ่มนักเรียนคนอื่นๆ จดบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในแบบบันทึกการทดลองซึ่งครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถกเถียงข้อสงสัยได้อย่างเต็มที่และในตอนสุดท้ายครูจะสรุปแนวคิดหลักให้นักเรียนฟังอีกหนึ่งรอบ

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาสถานการณ์ที่เกี่ยวกับเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในหัวข้อต่างๆ และตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งในสถานการณ์จะฝึกให้นักเรียนได้คิดและตอบคำถามเกี่ยวกับการวัดการคิดเชิงวิพากษ์ทั้ง 6 ด้าน คือกำหนดปัญหาการตั้งสมมติฐานการจัดระบบข้อมูลการรวบรวมข้อมูล การสรุปอ้างอิงโดยใช้เหตุผลและการประเมินการสรุปอ้างอิง

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนของการสรุปเนื้อหาที่เรียนซึ่งครูจะตั้งคำถามและให้นักเรียนตอบคำถามหรือใช้ให้นักเรียนมาสรุปหน้าชั้นเรียน

3.4.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 4 เหตุผล จำนวน 22 ข้อ โดยแบ่งเป็นมีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับได้แก่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หลักการวัดและประเมินผล เทคนิคการสร้างข้อสอบ การสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

3.4.2.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3.4.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดความสำคัญของเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นกำหนดน้ำหนักของข้อสอบโดยคำนึงถึงจำนวนคาบและเวลาที่กำหนดดังแสดงใน (ตารางที่ 3.1)

3.4.2.4 นำมาทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 4 เหตุผล จำนวน 22 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ปรับปรุงจาก สมเจตน์ อุรศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2554)

3.4.2.5 นำแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 3.2 การกำหนดข้อสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

แผนที่	เนื้อเรื่อง	จำนวนข้อ
1	ความหมายและการเกิดโมเลกุลโคเวเลนต์	5
2	การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโมเลกุลโคเวเลนต์	3
3	รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	7
4	สภาพขั้วโมเลกุลโคเวเลนต์	7
รวมข้อสอบวัดผมสัมฤทธิ์ทั้งหมด		**22**

3.4.2.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะ-โคเวเลนต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ จำนวน 22 ข้อแล้วจึงนำไปใช้เก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา ต่อไป

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

ผู้ศึกษาดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา จำนวน 17 คน มีขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre - Test) ในกลุ่มตัวอย่างโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ จำนวน 22 ข้อใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

3.5.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ ตามแผนการเรียนรู้ที่สร้างไว้จำนวน 4 แผน รวม 11 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

3.5.3 ทดสอบหลังเรียน (Post – Test) ในกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ จำนวน 22 ข้อ ชุดเดิมสลับข้อสอบ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

3.5.4 เมื่อเวลาผ่านไป 21 วัน ทดสอบหลังเรียน (Post – Test) อีกครั้ง ในกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ จำนวน 22 ข้อใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ผู้วิจัยได้มีการแจกแจงและคำนวณหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามแบบต่างๆ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละกลุ่ม (สมเจตน์ อุรศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554) ดังนี้

3.6.1.1 มโนมติถูกต้อง (Good conception: GC) หมายถึง ตัวเลือกและเหตุผลถูกต้อง ถือว่าเข้าใจมโนมติถูกต้องได้ 2 คะแนน

3.6.1.2 มโนมติคลาดเคลื่อน (Alternative conception: AC) หมายถึง ตัวเลือกถูกต้อง เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือ ตัวเลือกไม่ถูกต้อง เหตุผลถูกต้อง (ตอบผิดส่วนใดส่วนหนึ่ง) ถือว่านักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนได้ 1 คะแนน

3.6.1.3 มโนมติผิด (Misconception: MC) หมายถึง ตัวเลือกและเหตุผลไม่ถูกต้อง ถือว่านักเรียนมีมโนมติที่ผิด ได้ 0 คะแนน

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.2.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเชิงกายภาพ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตร E1/E2

3.6.2.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเชิงกายภาพ โดยใช้สถิติทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (paired-sample t-test)

3.6.2.3 วิเคราะห์หาร้อยละของมโนมติของนักเรียนก่อนเรียน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเชิงกายภาพ โดยแยกเป็นมโนมติที่ถูกต้อง ที่คลาดเคลื่อน และที่ผิด

3.6.2.4 วิเคราะห์ภาพวาดเมนทอลโมเดล โดยนำภาพวาดเมนทอลโมเดลของนักเรียนมาวิเคราะห์และให้คะแนนตามรูบริกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังตารางที่ 3.3

เกณฑ์การประเมิน

1	คะแนน	ดีมาก	หมายถึง ผ่าน
0.5	คะแนน	ดี	หมายถึง ผ่าน
0	คะแนน	ควรปรับปรุง	หมายถึง ไม่ผ่าน

ตารางที่ 3.3 รูบริกการให้คะแนนภาพแมนทอลโมเดล เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน
1. รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	
- รูปร่างโมเลกุลถูกต้อง (มุมงอ เส้นตรง พีระมิดฐานสามเหลี่ยม เป็นต้น)	1
- รูปร่างโมเลกุลผิดบางส่วน แต่ถูกเป็นส่วนใหญ่	0.5
- รูปร่างโมเลกุลผิด (สลับรูปร่างกับความจริงไปมาก)	0
- ไม่มีรูปร่างโมเลกุล	0
2. รูปร่างและมุมระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (LP) และอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ (BP)	
- แสดงมุมขนาดมุมถูกต้อง (LP-LP > LB-BP > BP-BP)	1
- แสดงมุมสลับกับความเป็นจริงบางส่วน	0.5
- แสดงมุมสลับกับความเป็นจริงทุกมุม	0
- ไม่มีการแสดงมุมระหว่างพันธะ	0
3. ขนาดอะตอม	
- ขนาดอะตอมทุกชนิดถูกต้อง	1
- ขนาดอะตอมผิดบางส่วน แต่ถูกเป็นส่วนใหญ่	0.5
- ขนาดอะตอมผิดเป็นส่วนใหญ่	0
- ไม่มีการแสดงอะตอม	0
4. การแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	
- แสดงจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมถูกต้อง	1
- แสดงจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมผิดบางส่วน	0.5
- แสดงจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมผิดเป็นส่วนใหญ่	0
- ไม่มีการแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	0
5. พันธะ	
- แสดงพันธะขนาดและความยาวของพันธะได้อย่างถูกต้อง	1
- แสดงพันธะขนาดและความยาวของพันธะผิดบางส่วน	0.5

ตารางที่ 3.3 รูบริกการให้คะแนนภาพเมนทอลโมเดล เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (ต่อ)

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน
- แสดงพันธะขนาดและความยาวของพันธะผิดเป็นส่วนใหญ่	0
- ไม่แสดงขนาดและความยาวพันธะ	0
6. องค์ประกอบ	
- แสดงองค์ประกอบและอะตอมได้อย่างถูกต้อง	1
- แสดงองค์ประกอบและอะตอมผิดบางส่วน	0.5
- แสดงองค์ประกอบและอะตอมผิดเป็นส่วนใหญ่	0
- ไม่แสดงองค์ประกอบและอะตอม	0

บทที่ 4
ผลการวิจัย และอภิปรายผล

การวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพครั้งนี้สามารถแสดงผลการวิจัยและอภิปรายผล ได้ดังนี้

4.1 ผลการวิจัย

4.1.1 คะแนนมโนมติก่อนเรียนหลังเรียนและความคงทนทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

จากการวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์และวิเคราะห์คะแนนทางสถิติค่าที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนหลังเรียนและคะแนนความคงทนของความรู้ ด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent samples t-test) ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันของคะแนนมโนมติก่อนเรียนหลังเรียน และความคงทนของความรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (n=17 คะแนนเต็ม 22 คะแนน)

คะแนน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	%ก้าวหน้า	ค่าที
ก่อนเรียน	15.00	3.34	34.09	6.77*
หลังเรียน	27.76	7.57	63.09	
คงทน	26.65	7.42	60.56	1.11

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 15.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.34 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 27.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.57 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้า 25.61 หรือร้อยละ 42.68 ซึ่งคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อศึกษาความคงทนของความรู้เมื่อเวลาผ่านไป 21 วันพบว่านักเรียนมีคะแนนความคงทนเฉลี่ยเป็น 26.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.42 และพบว่านักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคะแนนมโนมติหลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนความคงทนของความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการจำแนกข้อสอบวัดมโนมติออกเป็นหัวข้อย่อยตามเนื้อหาการเรียนรู้ และประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์ในการให้คะแนนว่า ถ้าตอบข้อสอบแต่ละข้อถูกทั้งตัวเลือกและเหตุผล ถูกเฉพาะตัวเลือกหรือเหตุผล และผิดทั้งตัวเลือกเหตุผล จะได้คะแนนข้อสอบข้อนั้นเป็น 2, 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งจากคะแนนมโนมติ เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์พบว่านักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้าสูงสุดคือ 33.50 ในเรื่องการเกิดพันธะ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 3.53 และ 6.88 (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ตามลำดับในขณะเนื้อที่หาการเขียนสูตรและการเรียกชื่อพบว่านักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้าต่ำที่สุดคือ 25.50 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 2.41 และ 3.94 ตามลำดับ (คะแนนเต็ม 6 คะแนน) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

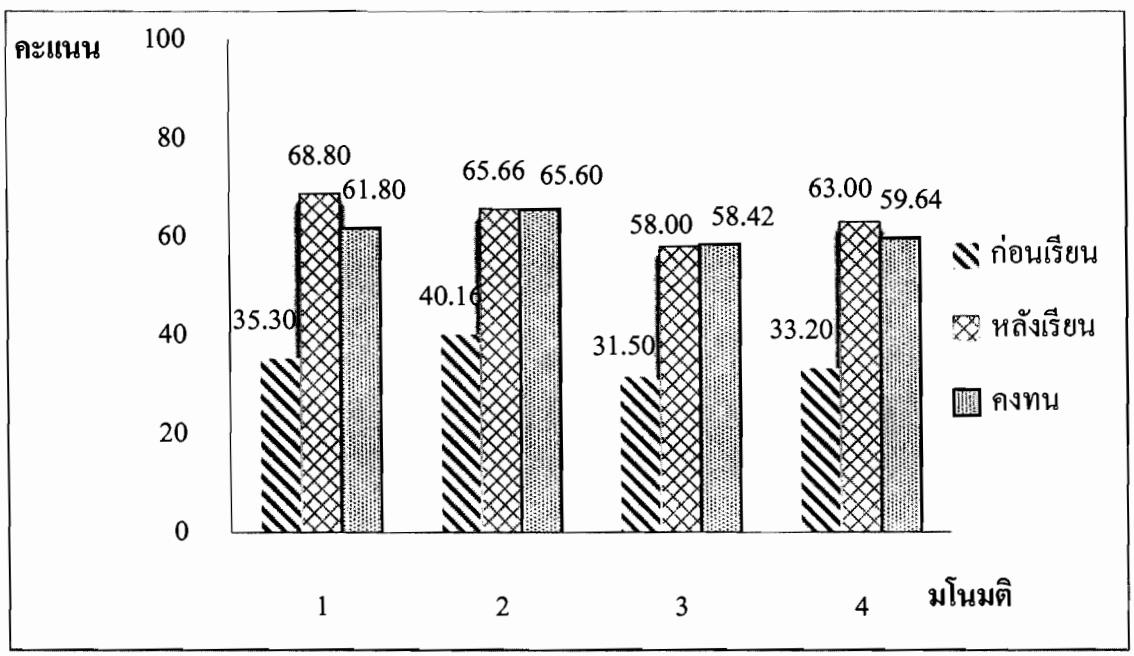
ตารางที่ 4.2 ผลคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์

เนื้อหา	เต็ม	ก่อนเรียน (Pr)			หลังเรียน (Po)			เปลี่ยนแปลง (%)	t-test
		Mean	SD	%	Mean	SD	%		
1. การเกิดพันธะ	10.00	3.53	1.50	35.30	6.88	1.69	68.80	33.50	7.99*
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อ	6.00	2.41	1.28	40.16	3.94	1.71	65.66	25.50	3.01*
3. รูปร่างโมเลกุล	14.00	4.41	2.40	31.50	8.12	2.50	58.00	26.50	5.54*
4. สภาพขั้วของโมเลกุล	14.00	4.65	1.58	33.20	8.82	3.07	63.00	29.78	4.39*
รวม	**44.00**	**15.00**	**3.34**	**34.09**	**27.76**	**7.57**	**63.09**	**29.00**	**6.77***

*แทนค่า t ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ค่า p 0.05

เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียนและความคงทนของความรู้เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยจำแนกตามเนื้อหา (ภาพที่ 4.1) พบว่านักเรียนมีร้อยละของคะแนน

มโนมติก่อนเรียน ในเนื้อหาเรื่อง รูปร่างโมเลกุลต่ำสุด (31.05) ทั้งนี้เนื่องจากเรื่องรูปร่างโมเลกุลเป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษาและทำความเข้าใจเป็นอย่างมากดังนั้นจึงทำให้นักเรียนมีคะแนนดังกล่าวต่ำที่สุด และคะแนนก่อนเรียนสูงสุดในเนื้อหา เรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อคือ 40.16 ทั้งนี้เนื่องจากเรื่องดังกล่าวเป็นพื้นฐานและสามารถที่จะทำความเข้าใจด้วยตัวนักเรียนเองจึงส่งผลให้คะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนสูงกว่ามโนมติในเรื่องอื่นๆ



1. การเกิดพันธะ 2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อ 3. รูปร่างโมเลกุล 4. สภาพขั้วของโมเลกุล

ภาพที่ 4.1 ร้อยละของมโนมติก่อนเรียนหลังเรียนและความคงทนของความรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์

หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ พบว่าในเนื้อหา เรื่อง รูปร่างโมเลกุล นักเรียนมีร้อยละของคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด (58.00) ทั้งนี้เนื่องจากในเรื่อง ผลของรูปร่างโมเลกุลนักเรียนจะต้องเข้าใจในรายละเอียดของโครงสร้างและรูปร่างที่ถูกต้องและชัดเจน เพื่อที่จะนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเข้าใจในเนื้อหา แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียนในหัวข้อดังกล่าวจะเห็นว่ามีร้อยละของความก้าวหน้าคือ 26.50 และพบว่านักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้าน้อยที่สุด คือ 25.50 ในเนื้อหาเรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อทั้งนี้เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ต้องใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโมเลกุลโคเวเลนต์ ดังนั้นอาจจะเป็นขีดจำกัดของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะสามารถเพิ่มการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้และความเข้าใจ จึงส่งผลทำให้ร้อยละความก้าวหน้าต่ำ

ที่สุดส่วนในเรื่องการเกิดพันธะนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด (68.80) และเรื่องการเกิดพันธะมีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าสูงที่สุด (33.50) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของเนื้อหาและไม่ซับซ้อนมากนักเมื่อนักเรียนสามารถเข้าใจการเกิดพันธะดังกล่าวนักเรียนก็สามารถเข้าใจมโนมติในเรื่องนั้นได้ดี อีกทั้งในขั้นขยายความรู้ได้ใช้กิจกรรมแบบจำลองเชิงกายภาพซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้มากที่สุด

เมื่อพิจารณาแยกตามเนื้อหาเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่าทุกหัวข้อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มจากการสร้างความสนใจ กระตุ้น ทำให้นักเรียนสนุก ท้าทายอยากสำรวจ รวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป และสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง อีกทั้งมีกิจกรรมการเปรียบเทียบที่สามารถสื่อความหมายและอธิบายเนื้อหาหรือโครงสร้างที่ซับซ้อน ยุ่งยากให้เข้าใจง่ายมากขึ้นเพราะสิ่งที่นำมาใช้ในอธิบายผลของการต่อโครงสร้างแบบจำลองเชิงกายภาพและยิ่งทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นเมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดหรือสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการอธิบายเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาใหม่ๆ

เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนหลังเรียนและคะแนนความคงทนของความรู้ (คะแนนหลังเรียนผ่านไปแล้ว 21 วัน) พบว่า นักเรียนมีร้อยละคะแนนรวมทั้งหมดลดลงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาเป็นรายเนื้อหา พบว่า เนื้อหาเรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อมีร้อยละคะแนนเท่าเดิม เรื่องรูปร่างโมเลกุลมีคะแนนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลมีคะแนนลดลงเล็กน้อย ส่วนเรื่องการเกิดพันธะมีคะแนนลดลงพอสมควร (ตารางที่ 4.3) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนและคะแนนวัดความคงทนของความรู้ด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่านักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนในทุกหัวข้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นเรื่องการเกิดพันธะที่มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคงทนของความรู้ในเรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อ รูปร่างโมเลกุล และเรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลยกเว้นหัวข้อการเกิดพันธะซึ่งนักเรียนไม่มีความคงทนของความรู้

ตารางที่ 4.3 ผลคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนและความคงทน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

เนื้อหา	เต็ม	หลังเรียน (Po)			ความคงทน (Re)			T-test	เปลี่ยนแปลง (%)
		Mean	SD	%	Mean	SD	%		
1. การเกิดพันธะ	10.00	6.88	1.69	68.8	6.18	1.70	61.80	2.22*	-7.00
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อ	6.00	3.94	1.71	65.66	3.94	2.08	65.60	0.00	0.00
3. รูปร่างโมเลกุล	14.00	8.12	2.50	58.00	8.18	2.50	58.42	0.16	4.28
4. สภาพขั้วของโมเลกุล	14.00	8.82	3.07	63.00	8.35	2.74	59.64	0.94	-3.36
รวม	**44.00**	**27.76**	**7.57**	**63.09**	**26.65**	**7.42**	**60.56**	**1.11**	**-2.52**

*แทนค่า T ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ค่า p 0.05

4.1.2 มโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิดเรื่อง พันธะโคเวเลนต์

จากการจำแนกข้อสอบวัดมโนมติออกเป็นหัวข้อย่อยตามเนื้อหาการเรียนรู้ และประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์ว่าถ้านักเรียนตอบข้อสอบแต่ละข้อถูกทั้งตัวเลือกและเหตุผล ถูกเฉพาะตัวเลือกหรือเหตุผล และผิดทั้งตัวเลือกเหตุผล หมายความว่า นักเรียนมีมโนมติในข้อสอบข้อนั้นเป็นมโนมติที่ถูกต้อง (Good conception: GC) มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception: AC) และมโนมติที่ผิด (Misconception: MC) ตามลำดับ สามารถหาร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิดเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (GC) คลาดเคลื่อน (AC) และผิด (MC) เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

มโนมติ	ก่อนเรียน (ร้อยละ)			หลังเรียน (ร้อยละ)			ความคงทน (ร้อยละ)		
	GC	AC	MC	GC	AC	MC	GC	AC	MC
1. การเกิดพันธะ	17.65	35.29	47.06	54.12	29.41	16.47	38.82	45.88	15.29
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อ	7.84	68.03	23.53	47.06	37.25	15.69	52.94	27.45	19.61
3. รูปร่างโมเลกุล	9.24	42.86	25.95	37.82	40.34	21.85	36.97	45.38	18.49
4. สภาพขั้วของโมเลกุล	9.24	46.22	44.54	43.70	36.97	18.49	44.54	31.93	23.53
รวม	**10.96**	**45.72**	**43.05**	**44.65**	**36.36**	**18.72**	**41.98**	**38.77**	**19.52**

เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนมโนมติก่อนหลังเรียนและความคงทนของความรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์โดยจำแนกตามเนื้อหาการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติที่ถูกต้องก่อนเรียนน้อยที่สุดในเนื้อหาเรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อต่ำสุด (7.84) ทั้งนี้ เนื่องการนักเรียนมีพื้นฐานการเรียนรู้เรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์น้อย จึงทำให้มีคะแนนมโนมติที่ต่ำ และร้อยละมโนมติที่ถูกต้องก่อนเรียนมากที่สุดในเนื้อหาเรื่อง เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ คือ 17.65 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาดังกล่าวระเอียดมากกว่าเนื่องจากไม่มีกิจกรรมอื่นของทางโรงเรียนที่ส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นผลการทดสอบคะแนนมโนมติก่อนเรียนจึงสูงกว่ามโนมติเรื่องอื่นๆ

เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนหลังเรียนและคะแนนความคงทนของความรู้ พบว่ามีร้อยละคะแนนเพิ่มขึ้นทุกเนื้อหาการการเรียนรู้ ยกเว้นในเนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง การเกิดพันธะและรูปร่างโมเลกุลที่มีร้อยละคะแนนหลังเรียนและคงทนลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนและคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent-samples T-test analysis) พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2 ผลการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

จากกระประเมินคะแนนใบกิจกรรมแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ด้วยเกณฑ์การประเมินต่างๆ ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยดังนี้

4.2.1 มโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิดเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ จากการประเมินใบกิจกรรม

จากกระประเมินคะแนนใบกิจกรรมแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ด้วยเกณฑ์การประเมินต่างๆ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินด้วยเกณฑ์ด้านชื่อสาร สูตรโมเลกุล องค์ประกอบ สูตรแบบจุด สูตรแบบเส้น และรูปร่างโมเลกุล เท่ากับ 15.29 (95.59%), 7.88 (98.53%), 7.71 (96.32%), 7.21 (90.07%), 12.97 (81.87%) และ 20.41 (78.51%) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คะแนนจากการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (n = 17 คน)

เกณฑ์	คะแนน				ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม		
	เต็ม	mean	SD	ร้อยละ	GC	AC	MC
ชื่อสาร	16	15.29	0.75	95.59	84.56	13.24	0.00
สูตรโมเลกุล	8	7.88	0.28	98.53	95.59	2.94	0.00
องค์ประกอบ	8	7.71	0.47	96.32	86.76	11.76	0.00
สูตรแบบจุด	8	7.21	1.16	90.07	70.59	19.12	0.00
สูตรแบบเส้น	16	12.97	1.45	81.07	66.91	16.18	0.74
รูปร่างโมเลกุล	26	20.41	3.93	78.51	31.67	53.39	2.71
รวม	**82**	**71.47**	**7.29**	**87.16**	64.28	25.97	1.00

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่ามีการจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียน ได้แก่

(1) GC (Good conception) แทนความเข้าใจมโนมติแบบถูกต้อง ได้ 1 คะแนน

(2) AC (Alternative conception) แทนความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อน ได้ 0.5 คะแนน

(3) MC (Mis-conception) แทนความเข้าใจมโนมติผิด ได้ 0 คะแนน

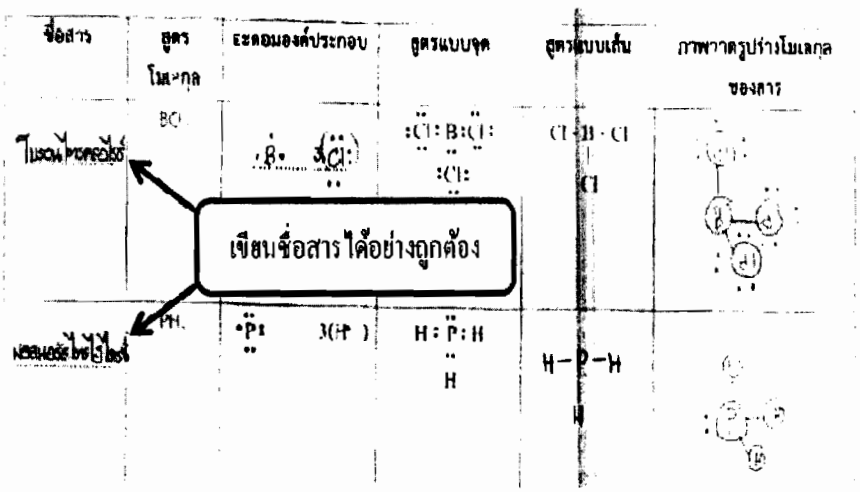
จากการวิเคราะห์ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติระดับต่างๆ ตามเกณฑ์ด้านชื่อสาร สูตรโมเลกุล องค์ประกอบ สูตรแบบจุด สูตรแบบเส้น และรูปร่างโมเลกุล พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติแบบถูกต้อง (GC) มีค่าเป็น 84.56, 95.59, 86.76, 70.59, 66.91 และ 31.67 ตามลำดับร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อน (AC) มีค่าเป็น 13.24, 2.94, 11.76, 19.12, 16.18, 53.39 และ 25.97 ตามลำดับ ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติผิด (MC) มีค่าเป็น 2.21, 1.47, 1.47, 10.29, 3.68 และ 12.22 ตามลำดับ

4.2.2 ผลจากการศึกษามโนมติในใบกิจกรรมของนักเรียนด้วยเกณฑ์ด้านต่างๆ

ผู้วิจัยนำเสนอผลงานของนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพมีเกณฑ์การจัดกิจกรรมทั้งหมด 6 เกณฑ์ ดังนี้

4.2.2.1 มโนมติ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ด้านเกณฑ์การเรียกชื่อสาร

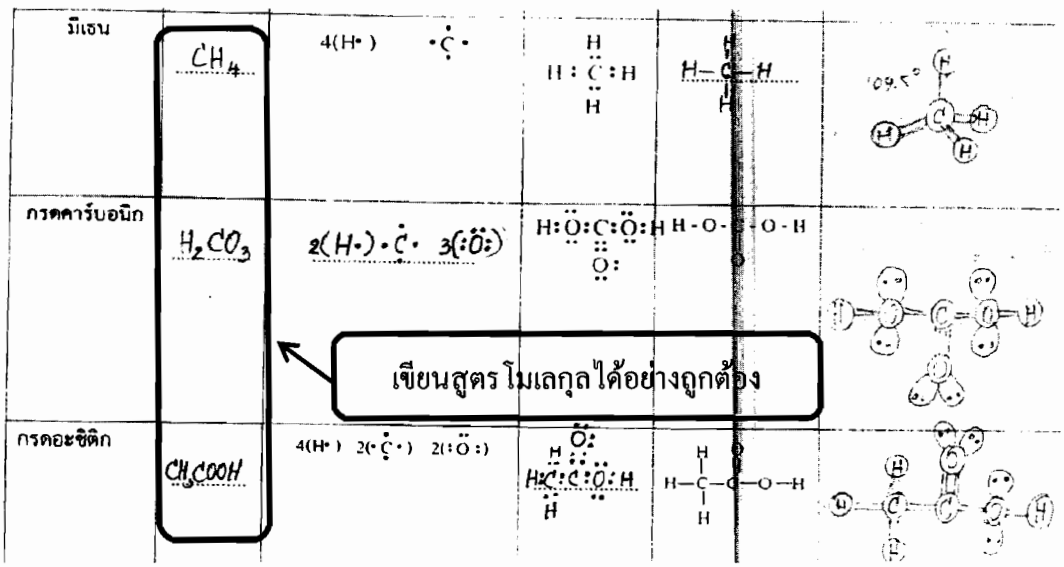
จากการศึกษาความเข้าใจในการทำใบกิจกรรมหลังจากที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ พบว่านักเรียนมีมโนมติหลังเรียน ที่ถูกต้อง (GC) คลาดเคลื่อน (AC) และผิด (MC) ร้อยละ 84.56, 13.24 และ 2.21 (ตารางที่ 4.5) นักเรียนสามารถที่จะตอบคำถามลงในใบกิจกรรม เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ในเกณฑ์ชื่อสาร เมื่อกำหนดชนิดของธาตุหรือองค์ประกอบของธาตุได้อย่างถูกต้องแต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังเข้าใจการเขียนชื่อสารผิด โดยในการเขียนชื่อสารจะอ่านตัวห้อยของสารผิดหรือไม่เปลี่ยนเสียงท้ายเป็นไ_ด์ (ดังภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์ชื่อสาร

4.2.2.2 มโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้านเกณฑ์สูตรโมเลกุล

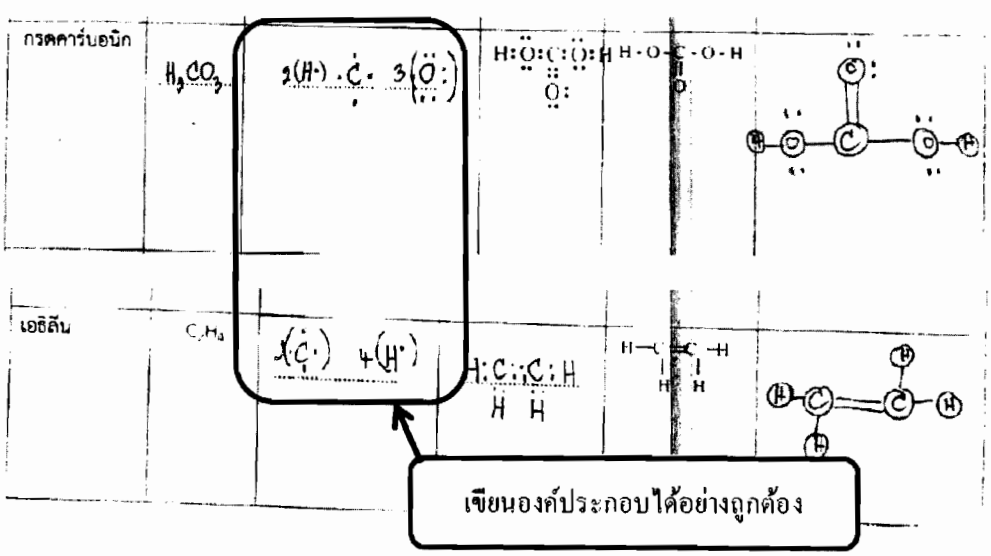
จากการทดสอบใบกิจกรรมหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในเกณฑ์สูตรโมเลกุล พบว่านักเรียนมีมโนมติหลังเรียน ที่ถูกต้อง (GC) คลาดเคลื่อน (AC) และผิด (MC) ร้อยละ 95.59, 2.94 และ 1.47 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) โดยนักเรียนสามารถที่จะเขียนสูตรโมเลกุลได้อย่างถูกต้อง และการเขียนสัญลักษณ์ธาตุนักเรียนสามารถที่จะกำหนดเลขอะตอมได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนมาก เช่นการเขียนสูตรโมเลกุลของน้ำ H_2O มีเทน CH_4 และกรดคาร์บอนิก H_2CO_3 นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องมากที่สุด (ดังภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.3 ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์สูตรโมเลกุล

4.2.2.3 มโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้านเกณฑ์องค์ประกอบ

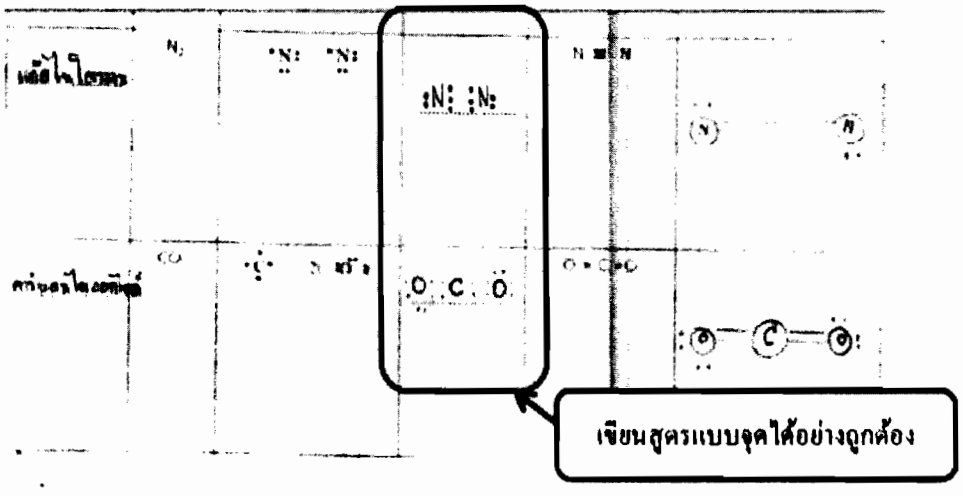
จากการทดสอบใบกิจกรรมหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในเกณฑ์องค์ประกอบพบว่านักเรียนมีมโนมติหลังเรียน ที่ที่ถูกต้อง (GC) คลาดเคลื่อน (AC) และผิด (MC) ร้อยละ 86.76, 11.76 และ 1.47 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) โดยนักเรียนสามารถที่จะแยกองค์ประกอบของโมเลกุลโคเวเลนต์ได้อย่างถูกต้อง (ดังภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์องค์ประกอบ

4.2.2.4 มโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้านเกณฑ์สูตรแบบจุด

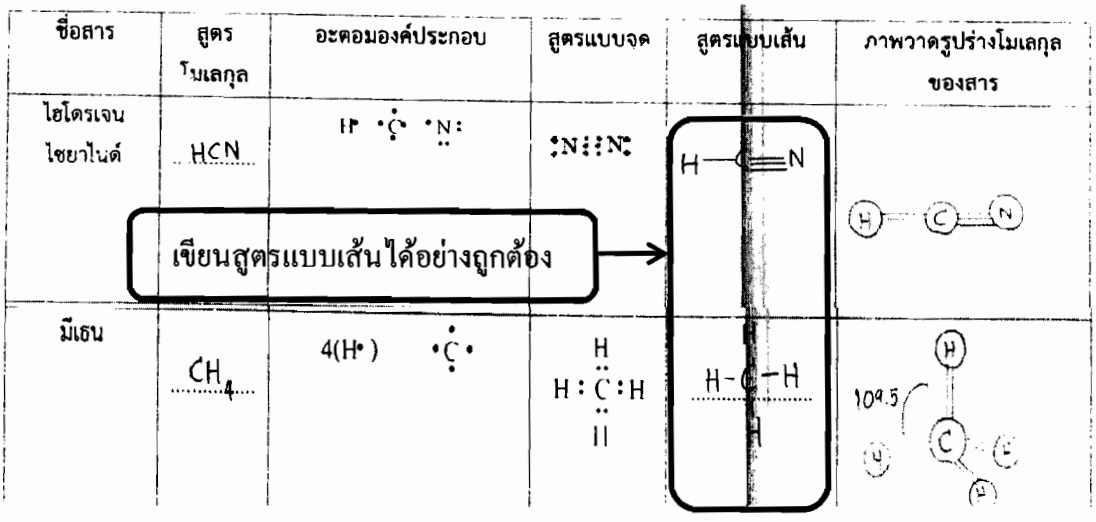
จากการทดสอบใบกิจกรรมหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในเกณฑ์สูตรแบบจุด นักเรียนมีมโนมติหลังเรียน ที่ถูกต้อง (GC) คลาดเคลื่อน (AC) และผิด (MC) ร้อยละ 70.59, 19.12 และ 10.29 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) โดยนักเรียนยังสามารถที่จะเขียนสูตรแบบจุดได้อย่างถูกต้อง และการเขียนสัญลักษณ์ธาตุนักเรียนสามารถที่จะกำหนดจำนวนอะตอมได้อย่างถูกต้อง (ดังภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์สูตรแบบจุด

4.2.2.5 มโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้านเกณฑ์สูตรแบบเส้น

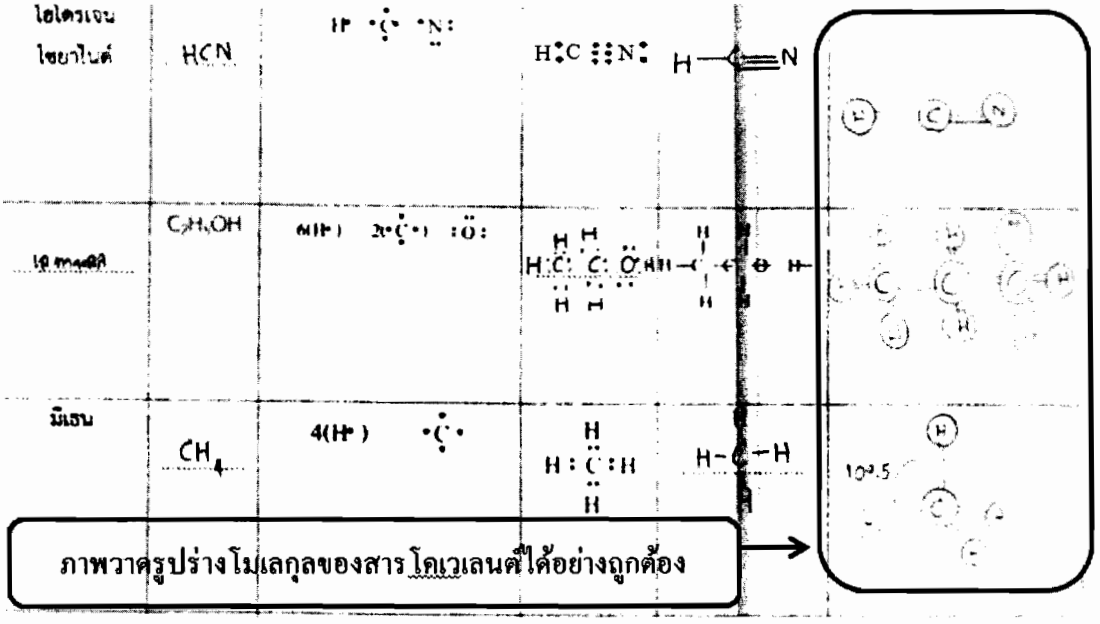
จากการทดสอบใบกิจกรรมหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในเกณฑ์สูตรแบบเส้น พบว่านักเรียนมีมโนมติหลังเรียน ที่ถูกต้อง (GC) คลาดเคลื่อน (AC) และผิด (MC) คิดเป็นร้อยละ 66.91, 16.18 และ 0.74 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) โดยนักเรียนสามารถที่จะเขียนสูตรแบบเส้นได้อย่างถูกต้อง และการเขียนสัญลักษณ์ธาตุนักเรียนสามารถที่จะกำหนดเลขอะตอมได้ (ดังภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.6 ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์สูตรแบบเส้น

4.2.2.6 มโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้านเกณฑ์ภาพวาดรูปร่างโมเลกุล

จากการทดสอบใบกิจกรรมหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในเกณฑ์ภาพวาดรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ พบว่านักเรียนมีมโนมติหลังเรียน ที่ที่ถูกต้อง (GC) คลาดเคลื่อน (AC) และผิด (MC) คิดเป็นร้อยละ 31.67, 53.39 และ 2.71 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) โดยนักเรียนสามารถที่จะเขียนภาพวาดสัญลักษณ์ธาตุ ขนาดอะตอม อะตอมกลาง จำนวนวาเลนต์อิเล็กตรอน พันธะ มุมของพันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดเดี่ยวได้อย่างถูกต้องเป็น (ดังภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.7 ผลจากการประเมินใบกิจกรรมพันธะโคเวเลนต์ด้านเกณฑ์รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

4.3 กรณีศึกษานักเรียนที่น่าสนใจ

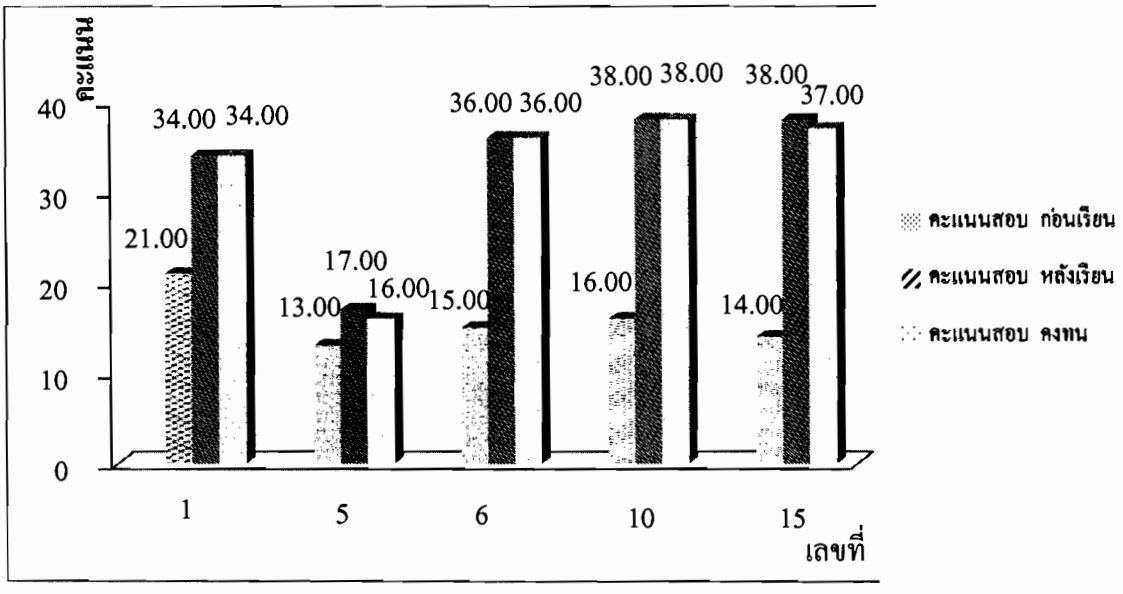
4.3.1 มโนมติก่อนเรียน หลังเรียนและความคงทน

จากการวิเคราะห์คะแนนมโนมติของนักเรียนเป็นรายกรณี พบว่ามีนักเรียนบางรายที่มีข้อมูลสามารถแยกพิจารณาผลการเรียนของนักเรียน (ดังตาราง 4.6) ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆ ของนักเรียนเหล่านี้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 คะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียนและคงทนของนักเรียนที่มีคะแนนสูงสุดและต่ำสุด

เลขที่	คะแนนสอบ			ร้อยละ ความก้าวหน้า	หมายเหตุ
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คงทน		
12	21	34	34	29.54	ก่อนเรียนสูงสุด
11	13	17	16	9.09	ก่อนเรียนต่ำสุด
6	15	36	36	47.72	หลังเรียนสูงสุด
10	16	38	38	50.00	คงทนสูงสุด
15	14	38	37	54.54	ก้าวหน้าสูงสุด

นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงสุดคือ เลขที่ 15 คือ 22 คะแนน และต่ำสุด คือ เลขที่ 5 คือ 13 คะแนนและ เลขที่ 15 คือ 14 คะแนน และเมื่อพิจารณาคะแนนหลังเรียน พบว่า เลขที่ 10 และเลขที่ 15 มีคะแนนหลังเรียนสูงสุดคือ 38 คะแนน ส่วนคะแนนในกลุ่มต่ำยังคงเป็น เลขที่ 5 คือ 17 คะแนนซึ่งยังคงมีคะแนนหลังเรียนต่ำสุดเช่นเดิม และเมื่อพิจารณาคะแนนความคงทนทางการเรียน พบว่า เลขที่ 10 มีคะแนนสูงสุด คือ 38 คะแนนส่วนคะแนนในกลุ่มต่ำยังคงเป็น เลขที่ 5 ซึ่งมีคะแนน 16 คะแนนเมื่อพิจารณาร้อยละความก้าวหน้าพบว่านักเรียนที่มีร้อยละความก้าวหน้าสูงสุดคือ เลขที่ 15 คือร้อยละ 54.54 และเลขที่ 10 คือร้อยละ 50.00 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางและกลุ่มเก่งตามลำดับคะแนนมโนมติของนักเรียนเป็นรายกรณี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ แสดงดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 คะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียนและคงทนของนักเรียนที่มีคะแนนสูงสุดและต่ำสุด

จากการวิเคราะห์คะแนนมโนมติของนักเรียนเป็นรายกรณี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงสุดคือ เลขที่ 1 ส่วนนักเรียนที่มีคะแนนมโนมติก่อนและหลังเรียนต่ำสุด คือ เลขที่ 15 ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนเลขที่ 15 พบว่าเป็นนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้เดิมและผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มดีนักเรียนจึงมีคะแนนก่อนเรียนสูงที่สุด เมื่อพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนเลขที่ 5 ในรายวิชาอื่นๆ พบว่ามีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำเช่นกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดความรับผิดชอบในการเรียน และขาดเรียนอยู่บ่อยครั้ง และนักเรียนมีพื้นฐานทางการเรียนวิทยาศาสตร์ค่อนข้างอ่อน มีการเรียนรู้ค่อนข้างช้า ดังนั้นในขณะจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพนักเรียนไม่ค่อยให้

ความรู้ร่วมมือในการทำกิจกรรมเท่าที่ควรจากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียนนักเรียนจะทำงานคนเดียวไม่ค่อยปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน หรือแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนเท่าที่ควรทำให้ผลการพัฒนาทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นไม่มากประกอบกับนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมในระหว่างเรียนไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้ไม่เข้าใจในเรื่องที่เรียนเท่าที่ควรแต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนพบว่ามีแนวโน้มในการพัฒนาที่ดีขึ้น แสดงว่ากระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพสามารถพัฒนามโนมติของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ เมื่อพิจารณาร้อยละความก้าวหน้าพบว่า นักเรียนที่มีร้อยละความก้าวหน้าสูงสุดคือ เลขที่ 15 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางโดยในระหว่างการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพซึ่งนักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี ซึ่งจากกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองโดยลงมือปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจมาอธิบายในสถานการณ์ใหม่ โดยใช้กิจกรรมแบบจำลองเชิงกายภาพช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนมตินั้นอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้นเข้าใจเนื้อหาได้ดีและคงทนมากขึ้น จึงส่งผลให้คะแนนมโนมติสูงขึ้นเช่นกันบางครั้งเมื่อเรียนรู้ด้วยตนเองแล้วไม่เข้าใจก็สอบถามครูผู้สอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และอีกประการหนึ่งการที่นักเรียนได้มีการทำงานเป็นทีมช่วยกันคิดช่วยกันออกแบบจำลองสารโคเวเลนต์ที่ได้เรียนรู้จากทฤษฎีและใบความรู้ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี สามารถอธิบายให้เพื่อนร่วมกลุ่มได้อย่างเข้าจะละมีมโนมติวิทยาศาสตร์ได้ สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มองสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจง่ายและมองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถคิดเปรียบเทียบคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ รู้จักการทำงานเป็นทีม มีเหตุมีผล และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกคนอื่นอีกทั้งนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ทำให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้น และครูยังสามารถเติมเต็มสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจให้เข้าใจเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่านักเรียนชอบเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมตลอดเวลา การค้นคว้าหาความรู้ในสิ่งที่ตนเองไม่รู้เป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถ ไม่ต้องฟังบรรยายเนื้อหาจากครูเพียงผู้เดียว และการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เมื่อได้เรียนจึงได้เข้าใจมากขึ้นและจดจำได้ดีและเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับเดียวกัน (ปานกลาง) พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทางด้านการเรียนที่ดีกว่าเนื่องจากนักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความกระตือรือร้นและเข้าร่วมกิจกรรมสม่ำเสมอทำให้มีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าสูง มีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มกับเพื่อนค่อนข้างดี

4.3.2 การเปรียบเทียบร้อยละมโนมติกรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียนและคงทนสูงสุดและต่ำสุด

จากการเปรียบเทียบร้อยละมโนมติของนักเรียนที่น่าสนใจเลขที่ 12, 11, 6, 10, 12 และ 15 ก่อนเรียน (ภาพที่ 4.10) พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่ผิด และคลาดเคลื่อนมาก เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ พบว่านักเรียนมีมโนมติที่ผิดมโนมติคลาดเคลื่อนลดลง และมีมโนมติถูกต้องมากขึ้น ซึ่งเลขที่ 10 และ 15 มีมโนมติถูกต้องมากที่สุด (นักเรียนกลุ่มปานกลาง) และเลขที่ 5 (นักเรียนกลุ่มอ่อน) มีมโนมติหลังเรียนถูกต้องน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนพบว่าเลขที่ 15 มีมโนมติก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นมากที่สุดร้อยละ 54.54 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ พบว่าสามารถช่วยลดมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนมีมโนมติในเรื่องพันธะโคเวเลนต์ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งเมื่อนักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องในเรื่องใดแล้วจะเกิดความเข้าใจที่คงทน ส่งผลให้คะแนนมโนมติของนักเรียนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่มีบางมโนมติที่นักเรียนยังมีความคลาดเคลื่อน ซึ่งการที่จะปรับเปลี่ยนมโนมติของนักเรียนให้ได้ในช่วงเวลาที่กำหนดนั้นเป็นไปได้ค่อนข้างลำบาก แต่มีแนวโน้มในการพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น

4.4 อภิปรายผล

ผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถแยกอภิปรายเป็น 2 ประเด็นคือคะแนนมโนมติก่อนเรียนหลังเรียน และความคงทนทางการเรียนและร้อยละของมโนมติที่ผิดคลาดเคลื่อนและถูกต้องเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ดังนี้

4.4.1 คะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

จากการวัดมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 15.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.34 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 27.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.57 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้า 25.61 หรือร้อยละ 42.68 และเมื่อศึกษาความคงทนทางการเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 21 วันพบว่านักเรียนมีคะแนนความคงทนเฉลี่ยเป็น 26.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.42 จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนหลังเรียนและคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ คะแนนมโนมติหลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความ

คงทนทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่รายงานว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาคะแนนมโนมติของนักเรียนให้สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนได้ (ศรีบุญตาม โจมศรี, 2553 ; วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2555) และกิจกรรมเปรียบเทียบช่วยให้นักเรียนสามารถจินตนาการเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมและมีความเข้าใจในมโนมติเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น (วัชรพงษ์ อภิญญานุรังสี, 2548 ; อรวรรณ หอมพรมมา, 2553) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้ทดลอง นำเสนอผลการทดลอง เล่นเกม ฉันคือใคร (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) เพื่อใช้เปรียบเทียบในขั้นประเมิน ส่งผลให้มีความเข้าใจสามารถลำดับเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้ชัดเจนเป็นลำดับขั้นตอนและเป็นระบบระเบียบดังนั้นเพื่อเป็นการตรวจสอบมโนมติที่เกิดขึ้นของนักเรียนว่าสอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์หรือไม่เพียงใดทั้งยังช่วยให้นักเรียนจดจำได้ง่าย มีความคงทนในการจำ (ศรีบุญตาม โจมศรี, 2553) อีกทั้งในการทำกิจกรรมช่วยสร้างแรงจูงใจสร้างความสนใจกระตุ้นทำให้นักเรียนสนุกท้าทายรวมถึงสามารถสื่อความหมายและอธิบายเนื้อหาหรือโครงสร้างที่ซับซ้อนยุ่งยากให้เข้าใจง่ายมากขึ้นเพราะสิ่งที่นำมาใช้เปรียบเทียบหรือเป็นตัวเปรียบเทียบใกล้เคียงกับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยและยิ่งทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นเมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดหรือสร้างตัวเปรียบเทียบด้วยตนเอง (อรวรรณ หอมพรมมา, 2553) และพบว่านักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้าน้อยที่สุด คือ 25.50 ในมโนมติของเนื้อหาการเขียนสูตรและการเรียกชื่อ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นหัวข้อที่ซับซ้อนและค่อนข้างเป็นนามธรรมต้องใช้จินตนาการ ดังนั้นอาจจะเป็นขีดจำกัดของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะสามารถเพิ่มการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้และความเข้าใจ จึงส่งผลทำให้ร้อยละความก้าวหน้าต่ำที่สุด

จากผลการทดสอบวัดมโนมติของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพประเด็นวิเคราะห์นักเรียนในกลุ่มต่างๆ ได้ดังนี้

(1) นักเรียนที่มีคะแนนการทดสอบวัดมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนสูงคือนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้เดิมในวิชาเคมีในระดับดีซึ่งจะมีผลต่อการเรียนรู้มโนมติใหม่ได้ดีเนื่องจาก พื้นฐานความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนซึ่งเมื่อผู้เรียนได้รับการส่งเสริมในการเรียน และปรับแก้มโนมติให้ถูกต้องจะทำให้นักเรียนมีการพัฒนาที่สูงขึ้นอย่างชัดเจนหรือมีมโนมติถูกต้องมากขึ้น (สุวัฒน์ นิยมค้า, 2531)

(2) นักเรียนที่มีพื้นฐานทางความรู้ในวิชาเคมีอยู่ในระดับต่ำคะแนนทดสอบวัดมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนยังอยู่ในระดับต่ำเช่นเดิมคือเป็นนักเรียนคนเดิมซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาจึงชอบที่จะให้ครูสอนมากกว่าที่ให้เรียนด้วยตนเองหากนักเรียนคนดังกล่าวมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมาก่อนแล้วจะเป็นความคิดที่ผิดพลาดจะคงอยู่ไปอีกนานซึ่งยากจะ

แก้ไขเปลี่ยนแปลง (Clement, 1993; Griffiths and et al., 1988) และในการที่จะพัฒนามโนมติหรือปรับแก้มโนมติเดิมของนักเรียนซึ่งคลาดเคลื่อนอยู่แล้วให้ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนน้อยลงต้องใช้เวลานานในการปรับแก้มโนมติเหล่านั้นซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาเพียง 11 ชั่วโมง ซึ่งอาจปรับแก้ได้ไม่มากเท่าที่ควรทำให้นักเรียนมีคะแนนทดสอบมโนมติหลังเรียนยังอยู่ในระดับต่ำแต่ถึงอย่างไรก็ตามเมื่อนักเรียนได้เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพพบว่านักเรียนมีการพัฒนาในทางที่ดีขึ้น

(3) นักเรียนที่มีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนสูงส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางด้านเคมีในระดับปานกลางเป็นนักเรียนที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดีใฝ่รู้ใฝ่เรียนมีการเตรียมตัวในเนื้อหาที่จะเรียนอย่างดีและกระตือรือร้นในการเรียนอยู่เสมอพร้อมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีจึงส่งผลให้คะแนนร้อยละความก้าวหน้าของนักเรียนสูงหรือเพิ่มขึ้นมาก

4.4.2 มโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และ ผิดเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ร้อยละของมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบเปรียบเทียบ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สามารถจำแนกเป็นมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด จะเห็นได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกมโนมติ สังเกตได้จากร้อยละของนักเรียนมีมโนมติผิดลดลง โดยมีร้อยละของคะแนนมโนมติที่ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 ในทุกหัวข้อของเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งแสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ สามารถช่วยลดมโนมติที่ผิดของนักเรียนให้ลดลงได้ โดยมโนมติ เรื่องการเกิดพันธะนักเรียนมีมโนมติถูกต้องมากที่สุด (68.80) และเมื่อพิจารณาในหัวข้อรูปร่างโมเลกุลและสภาพขั้วโมเลกุล พบว่าร้อยละมโนมติถูกต้องก่อนเรียนและ มโนมติผิดก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 31.50 และ 33.20 ตามลำดับ แต่หลังดำเนินการจัดการเรียนรู้พบว่าร้อยละมโนมติถูกต้องหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 58.00 และ 63.00 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นอย่างมากทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากกิจกรรมแบบจำลองเชิงกายภาพมีส่วนช่วยให้มโนมติของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น และยังมีมโนมติที่นักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่ค่อนข้างมาก คือ สภาพขั้วโมเลกุล (59.64) ซึ่งอาจเนื่องมาจากในหัวข้อสภาพขั้วโมเลกุลนักเรียน ยังไม่เข้าใจในเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพทำให้นักเรียนมีร้อยละมโนมติเฉลี่ยแล้วพบว่านักเรียนมีมโนมติหลังเรียนถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนมตินั้นอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น จึงส่งผลช่วยให้

นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติได้ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้น นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ดูแล สร้างแรงจูงใจ (กุลธิดา ทีน้อย, 2555) จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ สามารถปรับแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

4.4.2.1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มจากการสร้างความสนใจ กระตุ้น ทำให้นักเรียนสนุก ท้าทายอยากสำรวจ รวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป และสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง (ศรีบุญตาม โจมศรี, 2553) อีกทั้งมีกิจกรรมการเปรียบเทียบที่สามารถสื่อความหมายและอธิบายเนื้อหาหรือโครงสร้างที่ซับซ้อน ยุ่งยาก ให้เข้าใจง่ายมากขึ้น เพราะสิ่งที่นำมาใช้แทนแบบจำลองเชิงกายภาพใกล้เคียงกับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย และยิ่งทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นเมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดหรือสร้าง แบบจำลองเชิงกายภาพด้วยตนเอง (อรวรรณ หอมพรมมา, 2553) และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการอธิบายเชื่อมโยงไปยังสถานการณ์ใหม่ นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ดูแล สร้างแรงจูงใจ (กุลธิดา ทีน้อย, 2555)

4.4.2.2 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจมโนมติทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนทำให้ผู้วิจัยได้ทราบว่านักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดบ้างแล้วจึงปรับมโนมติในเรื่องนั้นทำให้แก้ปัญหานักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นได้ค่อนข้างชัดเจนและทำให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์ร้อยละของมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สามารถจำแนกเป็นมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด (ตารางที่ 3) ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกมโนมติ สังเกตได้จากร้อยละของนักเรียนมีมโนมติผิดลดลง โดยมีร้อยละของคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้นกว่าก่อนเรียนในทุกเนื้อหา และมีร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผิดน้อยลงในทุกเนื้อหาเช่นกัน แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพสามารถช่วยลดมโนมติที่ผิดของนักเรียนให้ลดลงได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนมตินั้นอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น จึงส่งผลช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งยังมีการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

นำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้น นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ดูแล และสร้างแรงจูงใจ (นงค์เยาว์ ธนาฤกษ์มงคล และคณะ, 2553 ; สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554 ; Teenoi & Suwannoi, 2012)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้ามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ ครั้งนี้สามารถสรุปผลและมีข้อเสนอแนะจากการวิจัยดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้เป็น 2 ประเด็นคือคะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนทางการเรียนและมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ จำแนกเป็นมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ดังนี้

5.1.1 คะแนนมโนมติก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

จากการวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 15.00 (SD 3.34) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 27.76 (SD 7.57) คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าร้อยละ 29.00 และเมื่อศึกษาความคงทนทางการเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคงทนเฉลี่ยเป็น 26.65 (SD 7.42) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนหลังเรียนและคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกเนื้อหา และนักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนของมโนมติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกเนื้อหา ยกเว้นเนื้อหาเรื่องการเกิดพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้ามากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้ การเกิดพันธะโคเวเลนต์ สภาพขั้วของโมเลกุล รูปร่างโมเลกุล และการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีความคงทนของมโนมติในทุกเนื้อหา ยกเว้นในเนื้อหาการเกิดพันธะโคเวเลนต์ แสดงว่า การจัดการเรียนรู้

ประกอบแบบจำลองเชิงกายภาพมีประสิทธิภาพในการเสริมความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างดี แต่การใช้แบบจำลองอาจจะไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคงทนของมโนมติที่เกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์เท่าใดนัก (ศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554 ; ศรีบุญตาม โจมศรี และ ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2553 ; Hompromma & Suwannoi, 2010)

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติก่อนเรียนถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 10.96, 45.72 และ 43.05 ตามลำดับ และมีคะแนนร้อยละมโนมติหลังเรียนถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 44.65, 36.36 และ 18.72 ตามลำดับและเมื่อศึกษาความคงทนทางการเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 41.98, 38.77 และ 19.52 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนหลังเรียนและคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (mean 27.76, SD 7.57) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 15.00, SD 3.34) แต่ไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนทางการเรียน (mean 26.65, SD 7.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.2 ร้อยละมโนมติที่ถูกต้องคลาดเคลื่อนและผิดเรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ผลการวิเคราะห์ร้อยละของมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สามารถจำแนกเป็นมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด (ตารางที่ 4.5) ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกมโนมติ สังเกตได้จากร้อยละของนักเรียนมีมโนมติผิดลดลง โดยมีร้อยละของคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้นกว่าก่อนเรียนในทุกเนื้อหา และมีร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผิดน้อยลงในทุกเนื้อหาเช่นกัน แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพสามารถช่วยลดมโนมติที่ผิดของนักเรียนให้ลดลงได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนมตินั้นอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น จึงส่งผลช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งยังมีการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้น นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ดูแล และสร้างแรงจูงใจ (นงค์เยาว์ ธนาฤกษ์มงคล และคณะ, 2553 ; สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554 ; Teenoi & Suwannoi, 2012)

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติก่อนเรียนถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 10.96, 45.72 และ 43.05 ตามลำดับ และมีคะแนนร้อยละมโนมติหลังเรียนถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 44.65, 36.36 และ 18.72 ตามลำดับและเมื่อศึกษาความคงทนทางการเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 41.98, 38.77 และ 19.52 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนหลังเรียนและคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนด้วยการทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (mean 27.76, SD 7.57) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 15.00, SD 3.34) แต่ไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนทางการเรียน (mean 26.65, SD 7.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

5.2.1.1 ครูผู้สอนควรสำรวจมโนมติเดิมของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อที่จะได้หากิจกรรมที่เหมาะสมและปรับแก้มโนมติของนักเรียนให้ถูกต้องและจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

5.2.1.2 ผู้วิจัยควรให้ความสำคัญกับผลของปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติอื่นๆ เช่น ปัจจัยด้านภาษา ความเชื่อในแรงจูงใจ และบริบททางสังคม และจัดการเรียนรู้โดยอาศัยผลการศึกษาผลของปัจจัยเหล่านี้

5.2.1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพเป็นกระบวนการสอนที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมากครูผู้สอนควรมีการยืดหยุ่นในการจัดกิจกรรมการเรียนในแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสมเนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถและการรับรู้แตกต่างกัน

5.2.1.4 แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทดสอบหลังเรียนแล้วใช้วัดความคงทนทางการเรียนควรเป็นข้อสอบชุดใหม่ที่มีความตรงเชิงเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อป้องกันการจดจำข้อสอบของนักเรียน

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรมีการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงบริบทของนักเรียน เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถตีความข้อมูลที่ได้ ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

5.2.2.2 ควรทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพกับกลุ่มประชากรอื่นเพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ แจ้งหมื่นไวย. การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

กุลธิดา ทีน้อย. การเปลี่ยนแปลงมโนมติ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.

กาญจนา ดังคะประดิษฐ์. การสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องพันธะเคมีตามแนวคอนสตรักติวิซึมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

จำลอง ศรีมงคุณ. การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า หน่วยการเรียนรู้พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2553.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. "แนวคิดทางเลือกในวิชาเคมี", วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 19(2) : 10-25, 2551.

ชาตรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสวรรค์ส่ง และวรรณทิพา รอดแรงค้า. "การสำรวจความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีของนิสิตครูวิทยาศาสตร์", วิทยาสารเกษตรศาสตร์สังคมศาสตร์. 27(1) : 27-38, 2549.

ฐิติสิทธ นิลโสม. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

นงค์เยาว์ ธนาฤกษ์มงคล และคณะ. "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโควาเลนต์ด้วยกลวิธีสร้างผล สัมฤทธิ์ของทีม", ใน การประชุม ม.อบ.วิจัยครั้งที่ 4. น. 37. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

นภาพร แถวโนนงิ้ว. การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว 102) เรื่อง โลกสีเขียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

ผดุงยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟเมเนจเมนท์, 2544.

ภพ เลาหไพบูลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : เชียงใหม่คอมเมอร์-เชียล, 2534.

มนตรี เชื้อพันธ์. การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2544.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. สารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.

ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

วัชรพงษ์ อภิญญานุรังสี. การสอนแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้าด้วยด้วยวิธีสอนแบบอุปมาอุปไมย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, .2548

วัฒนาพร ระงับทุกข์. เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ : สุวีริยสาส์น, 2545.

วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์", วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 24(1) : 30-48, 2556.

วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง. ผลการสอนเสริมเพื่อเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศักดิ์ศรี สุภาษร. "กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี", วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 22(2) : 332-342, 2554.

ศรีบุญตาม โจมศรี. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ศรีบุญตาม โจมศรี และปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544 (ก).

_____. คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน สารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544 (ข).

_____. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการเรียนการสอนกลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมี ตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ", วารสารวิจัย มข. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 1(1) :38-57, 2554.

สยาม ตัญจพัฒน์กุล. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.

สำนักงานทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). "รายงานการทดสอบโอเน็ต", รายงานการทดสอบโอเน็ต. http:// www.niets.or.th/. มีนาคม, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สุนทร พรจำเริญ. มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายและการคำนวณหาปริมาณสารจากสมการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2543.

สุภาพร อินบุญนะ. มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2542.

สุวัฒน์ นิยมค้า. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์, 2531.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี : ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี, 2540.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. การเรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์, 2544.

อรวรรณ หอมพรมมา. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบ (Analogy Approach). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

อัจฉรา ยังคง. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือในการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2547.

อุมาพร เอี่ยมละออ. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.

Basili, D.A. and Sanford, J.P. "Conceptual Change Strategies and Cooperative Work in Chemistry", Journal of Research in Science Teaching. 28(4): 293-304; April, 1991.

Birk, J.P. and Kurtz, M.J. "Effect of Experience on Retention and Elimination of Misconceptions about Molecular Structure and Bonding", Journal of chemical Education. 76(1): 124-128, 1999.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Clement, J. "Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Students' Preconceptions in Physics", Journal of Research in Science Teaching. 30(10): 1241-1257; December, 1993.

Coll, R.K. and Taylo, N. "Alternative Conceptions of Chemical Bonding Held by Upper Secondary and Tertiary Students", Research in Science and Technological Education. 19(2): 171-191, 2001.

Dykstra, D.I., Boyle, C.F. and Monarch, I.A. "Studying Conceptual Change in Learning Physic", Science Education. 76(6): 615-652; November, 1992.

Gabel, D.L., Samuel, K.V. and Hunn, D. "Understanding the Particulate Nature of Matter", Journal of Chemical Education. 64(8): 695-697; August, 1987.

Griffiths, A.K. Thomey, K., Cooke, B. and Normore, G. "Remediation of Student Specific Misconceptions Relating to Three Science Conception", Journal of Research in Science Teaching. 25(9): 709; November, 1988.

Hompromma & Suwannoi. P. "Grade 10 Thai students' analogy for explaining rate of reaction. InD.", Palmer, Proceedings of Australasian Science Education Research Association (ASREA). 41(1): 40-45, 2010.

Kiowkaew, S. Comparing College Freshmen's Concepts of Covalent Bonding and the College of Science and the College of Education of Prince of Songkhla University Thailand. A Doctoral Dissertation: The University of MissouriColumbia, 1988.

Lawson, A.E. and Thomson L.D. "Formal Research Ability and Misconceptions Concerning Genetic and Natural Selection", Journal of Research in Science Teaching. 25(9): 733-746; November, 1988.

Lawson, A.E. "Using the Learning Cycle to Teach Biology Concepts and Reasoning Patterns", Journal of Biology Education. 35(4): 165-168; September, 2001.

Ozmen, H. "Some Student Misconceptions in Chemistry: ALiterature Review of Chemical Bonding", Journal of science Education and Technology. 13(2): 147-158, 2004.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Renner, J.W. and et al. "Understanding and Misconception of Eight Graders of Four Physics Concepts Fond in Textbooks", Journal of Research Teaching. 27(1): 35-54; January, 1990.

Sanders, M. "Erroneous Idea about Respiration: The Teacher Factor", Journal of Research Teaching. 30(8): 919-934; October, 1993.

Simpsom, W.D. and Marek E.A. "Understanding and Misconceptions of Biology concepts Held by students Attending Small High Schools and Students Attending Large High School", Journal of Research in Science Teaching. 25(5): 361-374; August, 1988.

Salter, D., Richards, L. and Carey, T. "The T5 Design Model: An Instructional Model and Learning Environment to Support the Integration of Online and Campus-Based Courses", Educational Media International. 41(3): 207-218, 2004.

Teenoi, K. & Suwannoi, P. Changing grade 11 students' conceptions of solid, liquid and gas. Proceedings from the International Science Education Symposium (ISES) 2012. Khon Kaen: Faculty of Education, Khon Kaen University, 2012.

Wondersee, J. H. "Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Students' Misconception", Journal of Research in Science Teaching. 23(7): 581-597; October, 1986.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือในการเก็บรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

จำนวน 22 ข้อ เวลา 50 นาที

ปรับปรุงจาก สมเจตน์ อุระศิลป์ (2553)

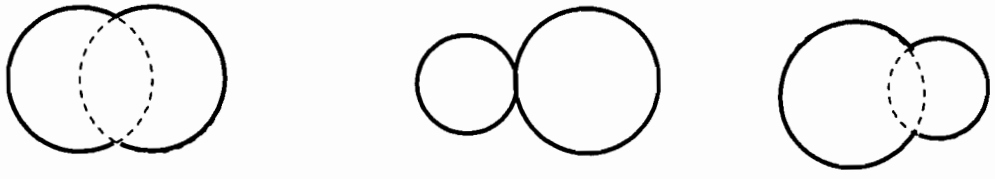
<u>คำชี้แจง</u> ข้อสอบมี 2 ส่วน ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษข้อสอบ

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

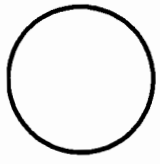
ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนเลือกตอบเหตุผลที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

.....

1. พิจารณาแผนภาพแสดงกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนของอะตอมที่สร้างพันธะกัน 3 ชนิด



1 2 3



แทนกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนของอะตอม

แทนกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกัน

สารข้อใดที่สร้างพันธะตามแบบ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ก. Cl_2 Na CO ข. Na_2O Ca NaCl

ค. Na O_2 HCl ง. O_2 NaCl CO

เหตุผล

1. รูป 1 และ 3 เป็นพันธะโคเวเลนต์ เพราะมีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันโดยรูป 1 เป็นอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน รูป 3 เป็นอะตอมของธาตุต่างชนิดกัน ส่วนรูป 2 เป็นพันธะโลหะ

2. รูป 1 และ 3 เป็นพันธะโคเวเลนต์ เพราะมีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันโดยรูป 1 และ 3 เป็นอะตอมของธาตุชนิดใดก็ได้ รูป 2 พันธะไอออนิก

3. รูป 1 และ 3 เป็นพันธะไอออนิก เพราะมีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันโดยอะตอมที่มีขนาดใหญ่เป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอนแก่อะตอมที่มีขนาดเล็กกว่า

4. รูป 1 เป็นพันธะโคเวเลนต์ รูป 2 เป็นพันธะโลหะของธาตุชนิดเดียวกัน และรูป 3 ควรเป็นพันธะไอออนิกมีการ.ให้และรับอิเล็กตรอน

ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 2

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A	C	D	F	G	H	I	K
B		E				J	

2. สารประกอบของธาตุคู่ใดต่อไปนี้จัดเป็นสารประกอบไอออนิก

ก. A กับ H ข. A กับ B

ค. A กับ D ง. H กับ K

เหตุผล

1. เป็นสารประกอบระหว่างโลหะ กับอโลหะ
2. เป็นสารประกอบระหว่างอโลหะ กับอโลหะ
3. เป็นสารประกอบระหว่างโลหะ กับกึ่งโลหะ
4. เป็นสารประกอบที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงเหมือนกัน

3. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์ได้ถูกต้อง

ก. พันธะโคเวเลนต์เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตตทุกสาร

ข. พันธะโคเวเลนต์เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้เวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 แต่อาจมากกว่า 8 หรือ น้อยกว่า 8 ก็ได้

ค. พันธะโคเวเลนต์เกิดจากธาตุที่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันต่ำ

ง. พันธะโคเวเลนต์เกิดจากการที่อะตอมของวัตถุที่ร่วมพันธะกันใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ แต่อิเล็กตรอนนั้นมาจากธาตุใดธาตุหนึ่งเพื่อให้อิเล็กตรอนวงนอกครบ 8

เหตุผล

1. เพื่อให้เวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 จึงจะเสถียร
2. เพื่อให้เกิดสมดุลกับแรงผลักระหว่างนิวเคลียสของอะตอมคู่เดียวกัน
3. เพื่อให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสของอะตอมคู่สร้างพันธะ
4. เพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตตและข้อยกเว้นของกฎออกเตต

4. ถ้า X และ Y แทนธาตุซึ่งมีเลขอะตอม 9 และ 20 สารประกอบระหว่างธาตุทั้งสองจะมีพันธะชนิดใดและมีสูตรเป็นอย่างไร

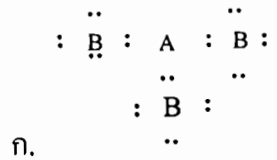
ข้อ	ชนิดของพันธะ	สูตร
ก	โคเวเลนต์	Y_2X
ข	ไอออนิก	X_2Y
ค	ไอออนิก	YX_2
ง	โคเวเลนต์	YX_2

เหตุผล

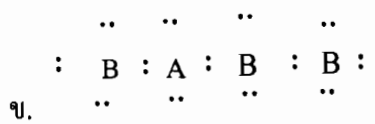
1. พันธะไอออนิก เกิดจากโลหะทำปฏิกิริยากับอโลหะ สูตร ประกอบด้วย Y^{2+} และ X^-
2. พันธะไอออนิก เกิดจากธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีต่ำ สูตรประกอบด้วย Y^{2-} และ X^+
3. พันธะโคเวเลนต์ เกิดจากโลหะทำปฏิกิริยากับอโลหะ สูตรประกอบด้วย Y^{2-} และ X^+
4. พันธะโคเวเลนต์ เกิดจากธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงและต่ำมาทำปฏิกิริยากัน สูตรประกอบด้วย Y^+ และ X^{2-}

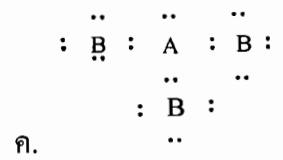
5. ธาตุ A และ B มีเลขอะตอม 15 และ 17 ตามลำดับ เมื่อทำปฏิกิริยากันเกิดสารประกอบ AB_3 สูตรแบบจุดที่ถูกต้องคือข้อใด

ก.

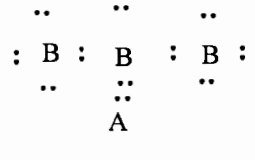


ข.





ค.



ง.

เหตุผล

1. การเขียนสูตรแบบจุดเขียนเฉพาะอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ
2. การเขียนสูตรแบบจุดจะเขียนแสดงเวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมด
3. การเขียนสูตรแบบจุดเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมกลางเท่ากับเลขที่หมู่นั้น
4. การเขียนสูตรแบบจุดอะตอมใดเป็นอะตอมกลางก็ได้ และจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอของอะตอมกลางครบ 8

6. พิจารณาสารต่อไปนี้ข้อสรุปเกี่ยวกับสารเหล่านี้ข้อใดถูกต้อง

H_2S	$CHCl_3$	BF_3	SF_6	CO_2
(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)

ก. สาร (I) ,(II) ,(IV) เท่านั้นเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

ข. สาร (II), (III), (IV) และ (V) เท่านั้นเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

ค. สาร (III) (IV) และ (V) เท่านั้นที่อะตอมต่างๆ มีเวเลนต์อิเล็กตรอนเป็นไปตามกฎออกเตต

ง. สาร (III) และ (IV) เท่านั้นที่อะตอมต่างๆ มีเวเลนต์อิเล็กตรอนไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

เหตุผล

1. มีเวเลนต์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8
2. มีเวเลนต์อิเล็กตรอนน้อยกว่าหรือมากกว่า 8
3. อะตอมที่ล้อมรอบอะตอมกลางเป็นธาตุชนิดเดียวกัน
4. สารประกอบโคเวเลนต์เกิดจากอโลหะทำปฏิกิริยากับธาตุอโลหะ

7. สารประกอบที่เกิดจากธาตุที่มีเลขอะตอม $_7N$ และ $_{17}Cl$ ควรมีสูตรและชื่อเรียกอย่างไร

ก. NCl โมโนไนโตรเจนคลอไรด์

ข. N_7Cl_5 ไนโตรเจนคลอไรด์

ค. NCl_3 ไนโตรเจนไตรคลอไรด์

ง. Cl_3N ไตรคลอรีนไนไตรด์

เหตุผล

1. เรียกอโลหะตัวหน้าก่อน ส่วนตัวหลังบอกจำนวนแล้วลงท้ายเป็น ไ_ด์
2. เรียกอโลหะตัวหน้าก่อนพร้อมระบุจำนวน ส่วนตัวหลังลงท้ายเป็น ไ_ด์
3. เรียกโลหะตัวหน้าก่อน แล้วเรียกอโลหะตัวหลังแล้วลงท้ายเป็น ไ_ด์
4. เรียกอโลหะตัวหน้าก่อนถ้าตัวหน้ามีตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไปให้ระบุจำนวนอะตอม แล้วเรียกอโลหะตัวหลังพร้อมระบุจำนวนอะตอมและลงท้ายเป็น ไ_ด์

8. จงพิจารณาว่าข้อใดถูกต้อง

ข้อ	สูตรโมเลกุล	จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ (คู่)	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลาง (คู่)	รูปร่างโมเลกุล
ก	PCl_5	5	1	ปิระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม
ข	PCl_3	3	1	ปิระมิดฐานสามเหลี่ยม
ค	NH_4^+	3	1	ทรงสี่หน้า
ง	H_2O	2	-	เส้นตรง

เหตุผล

1. มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ รูปร่างเป็นเส้นตรง
2. อะตอมกลางเกิดพันธะกับอะตอมอื่นอีก 4 อะตอม มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้า
3. มีอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง 6 คู่ รูปร่างเป็นปิระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม
4. มีอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง 3 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ รูปร่างเป็นปิระมิดฐานสามเหลี่ยม

9. สารประกอบต่อไปนี้ข้อใดเป็นไปตามกฎออกเตตและมีรูปร่างโมเลกุลเป็นอย่างไร

ก. $BeCl_2$ เส้นตรง

ข. CCl_4 ทรงสี่หน้า

ค. PCl_3 สามเหลี่ยมแบนราบ

ง. SF_6 ทรงแปดหน้า

เหตุผล

1. มีเวเลนซ์ อิเล็กตรอนน้อยกว่า 8 ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
2. มีเวเลนซ์ อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 และมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่
3. มีเวเลนซ์ อิเล็กตรอนมากกว่า 8 และมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 6 คู่
4. มีเวเลนซ์ อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 และอะตอมรวมทั้งหมด 4 อะตอม

10. โมเลกุลของสารประกอบใดที่มีรูปร่างเป็นมุมงอ

ก. NH_3, AsH_3 ข. H_2Se, HCl

ค. $BeCl_2$, CO_2 ง. H_2S, Cl_2O

เหตุผล

1. อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่
2. มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
3. มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่
4. อะตอมกลาง 1 อะตอม เกิดพันธะกับอะตอมอื่นอีก 2 อะตอม

11. ถ้าธาตุ A มีเลขอะตอมเท่ากับ 14 รวมกับธาตุ B ซึ่งมีเลขอะตอม 17 ควรมีสูตรโมเลกุลและรูปร่างโมเลกุลเป็นอย่างไร

ข้อ	สูตรโมเลกุล	รูปร่างโมเลกุล
ก	AB_2	มุมงอ
ข	AB_4	ทรงสี่หน้า
ค	AB_4	ปิระมิดฐานสามเหลี่ยม
ง	A_4B_7	ปิระมิดฐานสามเหลี่ยม

เหตุผล

1. สูตรประกอบด้วย A^{4+} และ B^- มีสูตรเป็น AB_4 อะตอมกลางสร้างพันธะ 4 พันธะ ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

2. สูตรประกอบด้วย A^{4+} และ B^- มีสูตรเป็น AB_4 อะตอมกลางสร้างพันธะ 3 พันธะ มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่

3. สูตรประกอบด้วย A^{4+} และ B^{7-} มีสูตรเป็น A_4B_7 อะตอมกลางอยู่หมู่ 4 จึงมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่

4. สูตรประกอบด้วย A^{2+} และ B^{-} มีสูตรเป็น AB_2 อะตอมกลางอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่

12. สารในข้อใดมีรูปร่างโมเลกุลเหมือนกันและเป็นโมเลกุลมีขั้วทั้งสองโมเลกุล

ก. CO_2, OF_2 ข. Cl_2O, $BeCl_2$

ค. CH_4, $CHCl_3$ ง. NH_3, NI_3

เหตุผล

1. มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รูปร่างโมเลกุลไม่สมมาตร จัดปีนโมเลกุลมีขั้ว รูปร่างโมเลกุลเหมือนกัน เพราะอะตอมกลางเป็นธาตุชนิดเดียวกัน อะตอมที่ล้อมรอบอะตอมกลางเท่ากัน

2. รูปร่างโมเลกุลสมมาตร ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จัดเป็นโมเลกุลมีขั้ว รูปร่างโมเลกุลเหมือนกันมีอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเท่ากัน

3. อะตอมล้อมรอบอะตอมกลางเป็นธาตุชนิดเดียวกัน มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ จัดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์มีขั้ว

4. รูปร่างโมเลกุลสมมาตร อำนาจขั้วไฟฟ้าหักล้างกันหมด จัดโมเลกุลมีขั้ว มีมุมระหว่างพันธะเท่ากันจึงมีรูปร่างเหมือนกัน

13. สารโคเวเลนต์ชนิดหนึ่งอะตอมกลางใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และมีอิเล็กตรอนคู่โดด 1 คู่ ควรมีรูปร่างโมเลกุลควรเป็นอย่างไร

ก. มุมงอ ข. สามเหลี่ยมแบนราบ

ค. ทรงสี่หน้า ง. ปิระมิดฐานสามเหลี่ยม

เหตุผล

1. อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ จึงมีรูปร่างเป็นมุมงอ

2. อะตอมกลางสร้างพันธะกับอะตอมอื่นอีก 3 อะตอม มีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ

3. อะตอมกลาง 1 อะตอม มีอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง 4 คู่ รูปร่างเป็นทรงสี่หน้า

4. อะตอมกลาง 1 อะตอม มีอะตอมล้อมรอบอะตอมกลาง 3 อะตอมและมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่มีรูปร่างเป็นปิระมิดฐานสามเหลี่ยม

14. จงเรียงลำดับมุมพันธะของโมเลกุลของสารประกอบต่อไปนี้ HF NH_3 H_2S จากมากไปหาน้อย

ก. $HF > NH_3 > H_2S$ ข. $H_2S > NH_3 > HF$

ค. $HF > H_2S > NH_3$ ง. $NH_3 > HF > H_2S$

เหตุผล

1. อะตอมกลางมีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีมากมุมระหว่างพันธะมาก
2. อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะรอบอะตอมกลางมากมุมระหว่างพันธะน้อย
3. อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมากแรงผลักมากมุมระหว่างพันธะน้อย
4. อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมากแรงผลักมากมุมระหว่างพันธะมาก

15. สารใดบ้างที่จัดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้วและมีมุมระหว่างพันธะมากที่สุด

ก. SF_6 $CHCl_3$ สารที่มีมุมระหว่างพันธะมากที่สุด คือ $CHCl_3$

ข. H_2S NH_3 สารที่มีมุมระหว่างพันธะมากที่สุด คือ H_2S

ค. BF_3 CO_2 สารที่มีมุมระหว่างพันธะมาก ที่สุด คือ CO_2

ง. HCN $CHCl_3$ สารที่มีมุมระหว่างพันธะมากที่สุด คือ HCN

เหตุผล

1. อะตอมกลางที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จัดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว สารที่มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้ามีมุมระหว่างพันธะมากที่สุด

2. รูปร่างโมเลกุลไม่สมมาตร ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจัดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว สารที่มีรูปร่างเส้นตรงมีมุมระหว่างพันธะมากที่สุด

3. รูปร่างโมเลกุลสมมาตรอำนาจขั้วไฟฟ้าหักล้างกันหมด สารที่มีรูปร่างเป็นเส้นตรงมีมุมระหว่างพันธะมากที่สุด

4. ไม่มีความแตกต่างของค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี อะตอมกลางที่มีอิเล็กตรอนล้อมรอบอะตอมมาก มุมระหว่างพันธะมาก

16. สารโคเวเลนต์ต่อไปนี้ข้อใดที่ประกอบด้วยพันธะโคเวเลนต์มีขั้ว แต่เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

ก. $CHCl_3$, HCN ข. AsH_3, H_2S

ค. PCl_5, SiF_4 ง. N_2, CCl_4

เหตุผล

1. รูปร่างโมเลกุลสมมาตรอำนาจขั้วไฟฟ้าหักล้างกันหมด
2. ค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี้เท่ากัน รูปร่างโมเลกุลสมมาตร

3. รูปร่างโมเลกุลสมมาตรสมมาตร มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

4. รูปร่างโมเลกุลไม่สมมาตร ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

17. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับ CCl_4 และ $CHCl_3$ ได้ถูกต้อง

ก. CCl_4 และ $CHCl_3$ เป็นโมเลกุลมีขั้ว

ข. CCl_4 และ $CHCl_3$ เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

ค. CCl_4 เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว และ $CHCl_3$ เป็นโมเลกุลมีขั้ว

ง. CCl_4 เป็นโมเลกุลมีขั้ว และ $CHCl_3$ เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

เหตุผล

1. มีผลต่างของค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีมากจึงเป็นโมเลกุลมีขั้ว

2. อะตอมกลางเป็นธาตุชนิดเดียวกัน และมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่เท่ากัน จึงเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

3. รูปร่างโมเลกุลสมมาตรจัดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว รูปร่างโมเลกุลไม่สมมาตรจัดเป็นโมเลกุลมีขั้ว

4. รูปร่างโมเลกุลสมมาตรจัดเป็นโมเลกุลมีขั้ว รูปร่างโมเลกุลไม่สมมาตรจัดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

18. จากค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีของอะตอมของธาตุต่อไปนี้ N-H, H-Cl, H-I, Si-H สารใดมีความแรงของขั้วมากที่สุด

อะตอม	อิเล็กโทรเนกาติวิตี
Si	1.90
H	2.20
I	2.96
N	3.04
Cl	3.16

ก. H-Cl

ข. Si-H

ค. H-I

ง. N-H

เหตุผล

1. ขนาดของอะตอมแตกต่างกันมาก
2. ความแตกต่างของค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีมากที่สุด
3. ความแตกต่างของค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีน้อยที่สุด
4. อำนาจขั้วไฟฟ้าหักล้างกันไม่หมด เนื่องจากรูปร่างไม่สมมาตร

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 19

สาร	จุดหลอมเหลว (^{o}C)	การละลายในน้ำ	การนำไฟฟ้าของสารละลาย
A	45	ไม่ละลาย	ไม่นำไฟฟ้า
B	23	ไม่ละลาย	ไม่นำไฟฟ้า
C	723	ละลาย	นำไฟฟ้า
D	-5	ละลาย	นำไฟฟ้า
E	1,500	ไม่ละลาย	นำไฟฟ้า
F	3,000	ไม่ละลาย	ไม่นำไฟฟ้า

19. สารในข้อใดจัดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

ก. A, E ข. A, B

ค. C, F ง. C, D

เหตุผล

1. สารมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำ ไม่นำไฟฟ้า
2. สารมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำ นำไฟฟ้า
3. สารมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง นำไฟฟ้า
4. สารนั้นไม่ละลายน้ำและไม่นำไฟฟ้า

20. พันธะระหว่างโมเลกุลของสารใดที่ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน

ก. HCl ข. CH_4

ค. $CHCl_3$ ง. H_2O

เหตุผล

1. พันธะไฮโดรเจนเกิดจากธาตุหมู่อโลหะ
2. พันธะไฮโดรเจนเกิดจากธาตุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ
3. พันธะไฮโดรเจนเกิดจากธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูง
4. พันธะไฮโดรเจนเกิดจากธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีต่ำ

21. HF มีจุดเดือดสูงกว่า HBr เพราะหตุใด

ก. HF มีแรงยึดเหนี่ยวมากกว่า HBr

ข. มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่า Br

ค. HF มีแรงแวลเดอร์วาลส์มากกว่า HBr

ง. HF เกิดพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุล

เหตุผล

1. HF มีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่า HBr
2. HF มีแรงดึงดูดระหว่างขั้วมากกว่า HBr
3. HF มีขนาดโมเลกุลเล็กกว่า และ F มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีต่ำกว่า จึงมีแรงดึงดูดระหว่าง H กับ F มาก
4. HF มีขนาดโมเลกุลเล็กกว่า และ F มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่า จึงมีแรงดึงดูดระหว่าง H กับ F มาก

22. ลำดับจุดเดือดของสารสามชนิด คือ CO_2, Ar, NH_3 จากมากไปน้อยตรงกับข้อใด

ก. $CO_2 > Ar > NH_3$ ข. $CO_2 > NH_3 > Ar$

ค. $NH_3 > CO_2 > Ar$ ง. $NH_3 > Ar > CO_2$

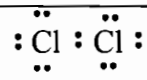
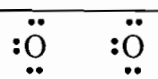
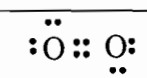
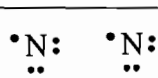
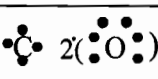
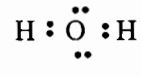
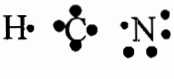
เหตุผล

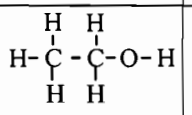
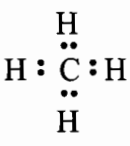
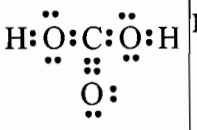
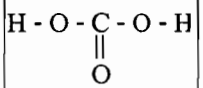
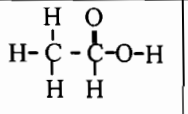
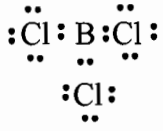
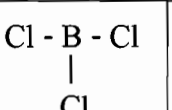
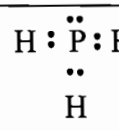
1. สารที่มีมวลโมเลกุลมากจุดเดือดมาก
2. สารที่เป็นโมเลกุลมีขั้วจุดเดือดจะสูงกว่าโมเลกุลไม่มีขั้ว
3. สารที่มีมวลโมเลกุลน้อย ขนาดอะตอมเล็ก จุดเดือดจะสูง

4. โมเลกุลที่เกิดพันธะไฮโดรเจนจะมีจุดเดือดมากกว่าสารโคเวเลนต์ไม่มีขั้วและมากกว่าก๊าซเฉื่อย

ใบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมข้อความหรือวาดภาพลงในตารางที่กำหนดให้ อย่างถูกต้องสมบูรณ์

ชื่อสาร	สูตรโมเลกุล	อะตอมองค์ประกอบ	สูตรแบบจุด	สูตรแบบเส้น	ภาพวาดรูปร่างโมเลกุล
.....	Cl_2	.....		Cl - Cl	
Oxygen	.....			.....	
.....	N_2		.....	N ≡ N	
.....	CO_2		.....	O = C =O	
Water	.....			.....	
Hydrogen cyanine	.....			.....	

ชื่อสาร	สูตรโมเลกุล	อะตอมองค์ประกอบ	สูตรแบบจุด	สูตรแบบเส้น	ภาพวาดรูปร่างโมเลกุล
.....	C_2H_5OH	6 (H•)2(•C•) :O:	.....		
Methane	.....	4(H•) •C•		.....	
Carbonic acid	.....	.....			
Acetic acid	.....	4 (H•)2(•C•) 2(:O:)	.....		
.....	BCl_3	.....			
.....	PH_3	•P: 3(H•)		.....	

ภาคผนวก ข
กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ช่วงชั้นที่ 4 ชั้น ม. 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธะเคมี เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เวลา 3 ชั่วโมง
อาจารย์ผู้สอน นายเปรมศักดิ์ สิมมาเคน

---

1. สาระการเรียนรู้

พันธะโคเวเลนต์ คือ พันธะที่เกิดจากอะตอมของธาตุใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้ เวเลนต์อิเล็กตรอนของแต่ละตอมครบ 8 (ยกเว้นไฮโดรเจนครบ 2 และฮีเลียมครบ 4) โดยอิเล็กตรอนคู่ที่ใช้ร่วมกันเรียกว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะสารประกอบที่อะตอมแต่ละคู่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ เรียกว่า สารโคเวเลนต์

โมเลกุลของสารที่อะตอมแต่ละคู่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ เรียกว่า โมเลกุลโคเวเลนต์

สารประกอบโคเวเลนต์ มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำเนื่องจากยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ บางชนิดยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน จึงทำให้จุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงกว่าปกติเป็นได้ทั้ง 3 สถานะ ไม่นำไฟฟ้าทุกสถานะ ยกเว้นแกรไฟต์

2. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1

เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. มาตรฐานช่วงชั้นที่ 4 (ว 3.1)

สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะ กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์ อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ การเกิดพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม พร้อมทั้งบอกสมบัติและประโยชน์ของสารประกอบโคเวเลนต์

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์ และสารโคเวเลนต์ได้

2. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามได้

3. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างโมเลกุลที่เป็นไปตามกฎออกเตตและไม่เป็นไปตามกฎออกเตตได้

4. นักเรียนสามารถบอกสมบัติ และยกตัวอย่างสารประกอบโคเวเลนต์ ประโยชน์ของสารประกอบโคเวเลนต์ที่พบในชีวิตประจำวันได้

5. เนื้อหาสาระ

- การเกิดพันธะโคเวเลนต์
- ชนิดของพันธะโคเวเลนต์
- สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์
- สารประกอบโคเวเลนต์ในชีวิตประจำวันและการใช้ประโยชน์

6. กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E ดังนี้

E1 = ขั้นสร้างความสนใจ

E2 = ขั้นสำรวจและค้นหา

E3 = ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

E4 = ขั้นขยายความรู้

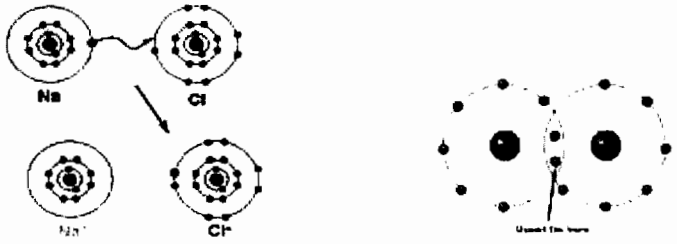
E5 = ขั้นประเมินผล

ชั่วโมงที่ 1-2

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูนำภาพแสดงการเกิดพันธะไอออนิกและพันธะโคเวเลนต์ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการเกิดพันธะเคมีของสารประกอบดังกล่าวเปรียบเทียบกัน โดยครูใช้คำถามดังนี้

(1) (2)



1.1 จากภาพที่ (1) และ (2) มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (นักเรียน ระดมความคิด)

1.2 เหตุใดภาพที่ (1) อะตอมของธาตุจึงมีทั้งไอออนบวกและไอออนลบ ส่วนภาพที่ (2) มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน

1.3 นักเรียนคิดว่าธาตุกลุ่มใดบ้างที่มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน เพราะเหตุใด

1.4 ถ้าอะตอมที่มาทำปฏิกิริยากันไม่ได้เป็นโลหะกับอโลหะ แต่เป็นอโลหะกับอโลหะ พันธะที่เกิดขึ้นจะมีลักษะ และสมบัติแตกต่างจากเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนตรวจงานของเพื่อน พร้อมให้คำแนะนำ (20 นาที) โดย การให้คำแนะนำควรแนะนำในเชิงสร้างสรรค์เพื่อแสดงถึงความพยายามในการทำงานโดยนักเรียนแต่ละคนจะได้ตรวจงานเพื่อน 2 คน การตรวจงานจะเป็นระบบสุ่มและใช้ระบบโค๊ด นักเรียนแต่ละคนส่งงานที่ให้คำแนะนำเพื่อนกลับคืนให้ครูผู้สอน

2.2 นักเรียนแต่ละคนรับงานเดิมของตนเองเพื่อดูคำแนะนำของเพื่อนและปรับแก้ให้ถูกต้อง พร้อมให้คะแนนความพยายามในการให้ข้อเสนอแนะของเพื่อน

2.3 ครูนำสารละลายตัวอย่าง น้ำตาลทราย น้ำเกลือ น้ำบริสุทธิ์ น้ำส้มสายชู น้ำมันพืช และแอลกอฮอร์ ให้นักเรียนศึกษาเพื่อทำการทดลอง (50 นาที) พร้อมใช้คำถามดังนี้

2.4 จากสารละลายที่กำหนดสารใดควรเป็นสารประกอบไอออนิก และสารประกอบโคเวเลนต์ ทราบได้อย่างไร และนักเรียนมีวิธีการตรวจสอบสมบัติของสารประกอบเหล่านี้อย่างไร

แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อปฏิบัติการทดลองที่ 2 เรื่อง สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการทดลองและ (การนำไฟฟ้า จุดเดือดจุดหลอมเหลว) ออกแบบตารางแสดงผลการทดลอง

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผล วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

3. การอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนแต่ละคนนำงานของตนเองที่ปรับแก้แล้วมารวมกลุ่มกัน เพื่อ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและปรับแก้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น โดยสร้างชิ้นงานกลุ่มใหม่ 1 ชิ้นโดยมีครูให้คำแนะนำและชี้แนะ (30 นาที)

3.3 นักเรียนส่งงานกลุ่ม 1 ชิ้น และงานเดี่ยวของแต่ละคนพร้อมให้คะแนนการมีส่วนร่วมในการทำงานของสมาชิกภายในกลุ่มที่ร่วมกันออกแบบและวางแผนการทดลอง

ชั่วโมงที่ 3

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูรวบรวมงานกลุ่มของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคำตอบงานที่ 1 และงานที่ 2 พร้อมเสนอแนะวิธีแก้ไขงานเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

4.2 จากผลการศึกษาสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์สารใดบ้างที่สามารถนำไฟฟ้าและจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง และสารใดบ้างที่ไม่นำไฟฟ้าและจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำ

4.3 เพราะเหตุใดสารประกอบเหล่านี้จึงมีจุดเดือด จุดหลอมเหลว และการนำไฟฟ้าแตกต่างกัน (ให้นักเรียนช่วยกันแลกเปลี่ยนความคิด)

4.4 สารที่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง และนำไฟฟ้าได้เมื่อละลายน้ำ ควรยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะชนิดใด (พันธะไอออนิก) ส่วนสารที่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำ และไม่นำไฟฟ้าควรยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะชนิดใด (พันธะโคเวเลนต์)

4.5 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจลักษณะการเกิดพันธะโคเวเลนต์ (... เช่น)

4.6 ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารประกอบโคเวเลนต์ที่พบในชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสารประกอบเหล่านี้ เช่น (CO_2 CH_4 N_2 H_2O เพชร แกรไฟต์)

4.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดภาพแสดงการเกิดพันธะหรือโครงสร้างของสารประกอบดังกล่าว (การเขียนโครงสร้างแบบลิวอิส และแบบเส้น ซึ่งควรได้พันธะเดี่ยว) (—) พันธะคู่ (=) พันธะสาม (≡)

4.8 นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของสารประกอบดังกล่าว

4.9 ครูใช้คำถาม นอกจากสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีสมบัติใดอีกบ้าง (สภาพขั้วของพันธะ โดยมี 2 ลักษณะ คือ พันธะโคเวเลนต์แบบมีขั้วและพันธะโคเวเลนต์แบบไม่มีขั้ว)

4.10 นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลและศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสภาพขั้วของพันธะ

4.11 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปและอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการการเกิด สมบัติ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ และประโยชน์ของสารประกอบโคเวเลนต์ในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นประเมินผล

5.1 ครูสุ่มถามนักเรียนโดยตั้งคำถามเกี่ยวกับการเกิดและประโยชน์ของสารประกอบโคเวเลนต์

5.2 ครูชื่นชมนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม และให้คำชี้แนะแก่นักเรียนที่ยังปฏิบัติไม่ถูกต้อง

6. สื่อการเรียนการสอน/แหล่งเรียนรู้

6.1 สื่อการเรียนการสอน

6.1.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6.1.2 ตารางแสดงสมบัติของสาร

6.1.3 ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการเกิดพันธะโคเวเลนต์

6.1.4 ใบงานที่ 1 เรื่อง การเกิด พันธะโคเวเลนต์

6.1.5 อุปกรณ์และสารเคมีการทดลองที่ 3 เรื่อง สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์

6.2 แหล่งเรียนรู้

6.2.1 สารประกอบโคเวเลนต์ (http://www.krusub.net/unit2/unit203/unit203.html)

6.2.2 พันธะโคเวเลนต์

(http://www.lks.ac.th/student/kroo_su/chem5/Covalentbond.html)

6.2.3 การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ (http://school.obec.go.th)

6.2.4 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลน
(http://www.kr.ac.th/tech/detchm48/b04.html)

6.2.5 คาร์บอนรูปแบบใหม่กับ C-60
(http://www.ipst.ac.th/chemistry/articles11/C-60.htm)

8. การวัดประเมินผลและเกณฑ์การผ่านการประเมิน

สิ่งที่วัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
1. ความรู้ - ใบงานที่ 3 เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์ - การเกิดพันธะโคเวเลนต์	- การตรวจใบงาน - การตอบคำถาม	- ใบงาน - คำถาม	- ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป - ตอบคำถามถูกต้อง
2. ทักษะ - การปฏิบัติการทดลอง	- สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลอง	- แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลอง	- ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. คุณธรรมจริยธรรม - มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา ตั้งใจเรียน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	- สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- ต้องได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบงานที่ 1

การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์และพันธะไอออนิกเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ให้นักเรียนวาดรูปแสดงการเกิดพันธะดังกล่าวพร้อมยกตัวอย่างสารประกอบหรือธาตุที่เกิดพันธะชนิดนั้นด้วย

   ตอบ .....

   เหตุผล .....

2. ชั่วโมงเรียนวิชาเคมีนักเรียนทดสอบการนำไฟฟ้าและหาจุดหลอมเหลวของสารตัวอย่าง ได้การทดลองดังนี้

สารตัวอย่าง	จุดหลอมเหลว (^{o}C)	การละลายในน้ำ	การนำไฟฟ้าของสารละลาย
A	801	ละลายน้ำ	ไม่นำไฟฟ้า
B	114	ไม่ละลายน้ำ	ไม่นำไฟฟ้า
C	-78	ละลาย	ไม่นำไฟฟ้า
D	2700	ไม่ละลาย	ไม่นำไฟฟ้า
E	838	ไม่ละลาย	นำไฟฟ้าได้

   สารตัวอย่างชนิดใดที่จัดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์เพราะเหตุใด

   ตอบ .....

   เหตุผล .....

3. ธาตุ A B และ C เป็นธาตุในหมู่ I, IV และ VI ตามลำดับ และอยู่ในคาบเดียวกัน ธาตุ A รวมกับธาตุ C ได้สาร X ซึ่งเป็นของแข็งและธาตุ B รวมกับธาตุ C ได้สาร Y ซึ่งเป็นของแข็ง ถ้านำ X และ Y ไปทดสอบหาจุดเดือดและการนำไฟฟ้า ควรได้ผลการทดสอบเป็นอย่างไร และสารใดควรเป็นสารประกอบ โคเวเลนต์ และมีสูตรโมเลกุลอย่างไร

   ตอบ .....

   เหตุผล .....

4. สารประกอบโคเวเลนต์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ H_2O Cl_2 NH_3 PCl_3 CO_2 $BeCl_2$ สารใดบ้างที่เป็นไปตามกฎออกเตต และไม่เป็นไปตามกฎออกเตต (เขียนสูตรแบบจุด และบอกอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ความมีขั้ว และการละลายน้ำ เป็นต้น)

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

5. เหตุใดสารประกอบโคเวเลนต์จึงมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำ

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   .....

ใบงานที่ 2

<u>การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์</u>

1. จากการทดลองเรื่องสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ สารประกอบใดบ้างจัดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์และพันธะต่างชนิดกันมีผลต่อการนำไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   .....

2. จากการทดลองเมื่อเรียงลำดับจุดเดือด จุดหลอมเหลวจากสูงไปต่ำ ควรเรียงได้อย่างไร และสารประกอบใดบ้างที่สามารถละลายน้ำได้ เพราะเหตุใด

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   .....

3. สารตัวอย่าง 3 ชนิด ซึ่งทำฉลากหลุดหาย เมื่อนำมาทดสอบปรากฏว่าแต่ละชนิดมีสมบัติดังนี้ชนิดที่ 1 เป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า จุดหลอมเหลว 890^{o}C เมื่อหลอมเหลวนำไฟฟ้าได้ จุดเดือด 910^{o}C ชนิดที่ 2 เป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า จุดหลอมเหลว 89^{o}C เมื่อหลอมเหลวไม่นำไฟฟ้าได้ จุดเดือด 220^{o}C ชนิดที่ 3 เป็นของแข็งนำไฟฟ้า จุดหลอมเหลว 1310^{o}C จุดเดือด 2850^{o}C สารชนิดที่ 1 2 และ 3 ควรเป็นสารประเภทใด เพราะเหตุใด

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   .....

4. นักเรียนมีสารละลาย ดังนี้ ผงฟู แอมโมเนีย เฮกเซน ถุงพลาสติกและน้ำปูนใส สารตัวอย่างที่กำหนดให้ สารเหล่านี้คือสารประกอบประเภทใด และมีวิธีทดสอบอย่างไร

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

5. เหตุใดเมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมแล้ว ถ้าเกิดไฟฟ้าแรงสูงไหลลงสู่น้ำ จึงสามารถทำอันตรายต่อคนหรือสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่น้ำสัมผัสได้

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   .....

การทดลองที่ 2
เรื่อง สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์

คำชี้แจง

1 . ให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองที่ 2 เรื่อง สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ จากใบงานที่กำหนดให้

2. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลอง ทำการทดลอง และออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองตามแบบฟอร์มรายงานผลการทดลอง

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองพร้อมตอบคำถามท้ายการทดลอง

4. ให้นักเรียนจัดทำรายงานการทดลองนำส่งครูตามกำหนดเวลา

จุดประสงค์

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ได้

2. อธิบายสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ได้

สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี (ต่อ 1 กลุ่ม)

1. น้ำตาลทราย	2 กรัม
2. สารละลายโซเดียมคลอไรด์	5 cm^3
3. สารละลายกรดแอซิติก	5 cm^3
4. สารละลายเอทานอล	5 cm^3
5. น้ำบริสุทธิ์	5 cm^3
6. น้ำมันพืช	5 cm^3

อุปกรณ์ (ต่อ 1 กลุ่ม)

1. เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า	1 เครื่อง
2. บีกเกอร์ขนาด 50 ml	6 อัน
3. กระบอกตวงขนาด 10 ml	6 อัน (ใช้ร่วมกัน)
4. หลอดหยด	6 อัน

วิธีทดลอง

1. นำสารละลายตัวอย่าง น้ำตาลทราย โซเดียมคลอไรด์ กรดแอซิติก เอทานอล น้ำบริสุทธิ์ และน้ำมันพืช ปริมาตร 5 cm^3 ใส่บีกเกอร์ขนาด 50 ml
2. นำสารละลายตัวอย่างทดสอบการนำไฟฟ้าของสารโดยใช้แอมมิเตอร์
3. สังเกตการเบนเข็มและบันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ การทดสอบจุดเดือด จุดหลอมเหลวใช้โปรแกรม Crocodile เนื่องจากสามารถสังเกตผลการทดลองได้ชัดเจน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ช่วงชั้นที่ 4 ชั้น ม. 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธะเคมี เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ภาค
เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เวลา 3 ชั่วโมง
อาจารย์ผู้สอน นายเปรมศักดิ์ สิมมาเคน

---

1. สาระการเรียนรู้

การเขียนสูตรของสารประกอบโคเวเลนต์ให้เขียนสัญลักษณ์ของธาตุองค์ประกอบเรียงตามลำดับ ดังนี้ B Si C P N H Se I Br Cl O F ถ้าธาตุใดมีจำนวนอะตอมมากกว่า 1 ให้ระบุจำนวนอะตอมของธาตุนั้นไว้มุมล่างขวาของสัญลักษณ์

การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ให้เรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อนแล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยเปลี่ยนเสียงท้ายเป็น (ไ_ด์ – ide) พร้อมระบุจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุด้วยภาษากรีก

2. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1

เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. มาตรฐานช่วงชั้นที่ 4 (ว 3.1-3)

สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะ กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนสามารถเขียนสูตรของสารประกอบโคเวเลนต์ได้
2. นักเรียนสามารถเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้

5. เนื้อหาสาระ

- การเขียนสูตรของสารประกอบโคเวเลนต์
- การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

6. กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E ดังนี้

E1 = ขั้นสร้างความสนใจ

E2 = ขั้นสำรวจและค้นหา

E3 = ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

E4 = ขั้นขยายความรู้

E5 = ขั้นประเมินผล

ชั่วโมงที่ 1-2

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูนำบัตรคำธาตุแต่ละชนิดให้นักเรียนจับคู่เพื่อศึกษาว่าสารใดเป็น

1.1 สารประกอบโคเวเลนต์ โดยครูใช้คำถามต่อไปนี้ (5 นาที)

1.2 จากบัตรคำที่กำหนดให้นักเรียนสามารถจับคู่ธาตุที่สามารถเกิดสารประกอบ

1.3 ไอออนิกและโคเวเลนต์ได้หรือไม่ (สารประกอบโคเวนต์เกิดจากธาตุอโลหะและธาตุอโลหะรวมตัวกัน ส่วนสารประกอบไอออนิกเกิดจากธาตุโลหะและธาตุโลหะรวมตัวกัน)

1.4 นักเรียนคิดว่าสารประกอบไอออนิกและสารประกอบโคเวเลนต์มีการเรียกชื่อเหมือนกันหรือไม่อย่างไร (นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระดมความคิด)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

2.2 แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยคละความสามารถ กลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

2.3 ครูนำเสนอใบกิจกรรมที่ 2.1 รวมคู่ได้ชื่อ โดยชี้แนะในการทำกิจกรรม เวลาที่ใช้ และการวัดประเมินผลการทำกิจกรรม

2.4 ตัวแทนกลุ่มจับสลากเพื่อรับใบกิจกรรมโดยแต่ละกลุ่มได้ไม่ซ้ำกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามขั้นตอนการทำกิจกรรม (10 นาที)

2.5 ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม 2.1 ที่ได้รับ พร้อมอธิบายการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์หน้าชั้นเรียน (15 นาที)

3. การอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย ซักถามและสรุปการทำใบกิจกรรม 2.1 รวมคู่ได้ชื่อเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

3.2 นักเรียนแต่ละคนนำงานของตนเองที่ปรับแก้แล้วมารวมกลุ่มกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและปรับแก้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น โดยสร้างชิ้นงานกลุ่มใหม่ 1 ชิ้น โดยมีครูให้คำแนะนำและชี้แนะ

3.3 นักเรียนส่งงานกลุ่ม 1 ชิ้น และงานเดี่ยวของแต่ละคนพร้อมให้คะแนนการมีส่วนร่วมในการทำงานของสมาชิกภายในกลุ่ม

ชั่วโมงที่ 3

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูรวบรวมงานกลุ่มของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคำตอบพร้อมเสนอแนะวิธีแก้ไขงานเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

4.2 ครูใช้คำถามเกี่ยวกับการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ดังนี้

4.2.1 ให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

4.2.2 แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยคละความสามารถ กลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

4.2.3 ครูนำเสนอใบกิจกรรมที่ 2.1 รวมคู่ได้ชื่อ โดยชี้แนะในการทำกิจกรรม เวลาที่ใช้ และการวัดประเมินผลการทำกิจกรรม

4.2.4 ตัวแทนกลุ่มจับสลากเพื่อรับใบกิจกรรมโดยแต่ละกลุ่มได้ไม่ซ้ำกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามขั้นตอนการทำกิจกรรม (10 นาที)

4.2.5 ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม 2.1 ที่ได้รับ พร้อมอธิบายการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์หน้าชั้นเรียน (15 นาที)

BF_3 อ่านว่า โบรอนไตรฟลูออไรด์

SiH_4 อ่านว่า ซิลิคอนเตตระไฮไดรด์

ส่วนการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกให้เขียนไอออนบวกแล้วตามด้วยไอออนลบ เช่น Mg^{2+} กับ Cl^- เกิดเป็น $MgCl_2$

- ครูให้ชื่อสารประกอบโคเวเลนต์โดยให้นักเรียนเขียนสูตรของสารประกอบนั้น (ไนโตรเจนมอนอกไซด์ NO, ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ SF_6, ไดฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ P_2O_5)

4.3 ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารโคเวเลนต์บางชนิดที่ไม่เป็นไปตามหลักการอ่านชื่อ เช่น H_2S อ่านว่า ไฮโดรเจนซัลไฟด์

HCl อ่านว่า ไฮโดรเจนคลอไรด์

4.4 ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารโคเวเลนต์บางชนิดที่นิยมเรียกชื่อสามัญ เช่น

H_2O อ่านว่า น้ำ

NH_3 อ่านว่า แอมโมเนีย

CH_4 อ่านว่า มีเทน

4.5 นักเรียนแต่ละกลุ่ม (กลุ่มเดิม) รับใบกิจกรรม 2.2 ฉันคือใคร โดยชี้แนะในการทำกิจกรรม เวลาที่ใช้ และการวัดประเมินผลการทำกิจกรรม

4.6 แต่ละกลุ่มเริ่มดำเนินการแข่งขันโดยกลุ่มใดต่อสูตรของสารประกอบโคเวเลนต์และเรียกชื่อสารดังกล่าวได้ถูกต้องจะเป็นฝ่ายชนะการแข่งขัน

4.7 ครูให้คำแนะนำนักเรียนในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจและเพิ่มเติมในองค์ความรู้ที่ได้รับจากการสืบค้น การอภิปรายและการสรุปเกี่ยวกับการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนมติที่ถูกต้อง

5. ขั้นประเมินผล

5.1 ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากเรื่องการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบคเวเลนต์ในรูปแผนผังความคิด

5.2 ครูชื่นชมนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม และให้คำชี้แนะแก่นักเรียนที่ยังปฏิบัติไม่ถูกต้อง

5.3 ครูแนะนำให้นักเรียนไปสืบค้นเพิ่มเติมและทบทวนให้มากยิ่งขึ้นจากเว็บไซด์ที่แนะนำเพิ่มเติม

6. สื่อการเรียนการสอน/แหล่งเรียนรู้

6.1 สื่อการเรียนการสอน

6.1.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6.1.2 คู่มือการเตรียมสอบ เคมี ม. 4 เล่ม 2 Hi-ED

6.1.3 ใบความรู้ที่ 2 เรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

6.1.4 ใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

6.2 แหล่งเรียนรู้

6.2.1 การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ (Naming Compounds) (http://www.chalkbored.com/lessons/chemistry-11/naming-ionic-covalent-handout.pdf)

6.2.2 การเขียนสูตรและการเรียกชื่อพันธะโคเวเลนต์ (http://school.obec.go.th/banluang/Vit/SodCovo/Sodcovo.html)

6.2.3 All about ovalent compounds (http://misterguch.brinkster.net/covalentcompounds.html)

6.2.4 พันธะโคเวเลนต์ (http://www.lks.ac.th/student/kroo_su/chem5/Covalentbond.html)

7. การวัดประเมินผลและเกณฑ์การผ่านการประเมิน

สิ่งที่วัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
1. ความรู้ - ใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์	- การตรวจใบงาน	- ใบงาน	- ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ทักษะ - การเขียนแผนผังความคิด	- การตรวจแผนผังความคิด	- แบบแผนผังความคิด	- ต้องได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. คุณธรรมจริยธรรม - มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา ตั้งใจเรียน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	- สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- ต้องได้คะแนน ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบงานที่ 2

<u>การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์</u>

1. จงเขียนสูตรพร้อมเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวระหว่างธาตุต่อไปนี้ (บอกสมบัติทางกายภาพ เช่น การละลายน้ำ และความมีขั้ว เป็นต้น)

   1.1) เจอร์เมเนียมกับไฮโดรเจน

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   1.2) โบรอนกับฟลูออรีน

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   1.3) ไนโตรเจนกับโบรมีน

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

2. สารตัวอย่าง 5 ชนิด ประกอบด้วย ธาตุ A, B, C, D และ E มีเลขอะตอมเป็น 11, 14, 16, 17 และ 37

   2.1) สารประกอบใดเมื่อรวมกับคลอรีนได้สารประกอบโคเวเลนต์และสารประกอบไอออนิก

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   2.2) สารประกอบโคเวเลนต์ที่ได้มีสูตรและชื่อเรียกอย่างไร

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   2.3) เมื่อนำสารตัวอย่างมาเปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลว สารใดมีจุดเดือดสูงสุดและต่ำสุดทราบได้อย่างไร

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

   2.4) เมื่อนำสารมาทดสอบความเป็นกรด-เบส สารเหล่านี้ควรมีสมบัติเป็นอย่างไร

   ตอบ .....

   เหตุผล.....

3. ไอออน 2 ตัว X^-, Y^{4+} มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 18 และ 10 ตามลำดับ

3.1) ธาตุ X และ Y ควรอยู่ในหมู่และคาบใดตามลำดับ

ตอบ .....

เหตุผล.....

.....

3.2) ธาตุ X และ Y เมื่อนำมาทำปฏิกิริยากันควรได้สารประกอบชนิดใด และมีชื่อเรียกว่าอย่างไร

ตอบ .....

เหตุผล.....

.....

3.3) สารประกอบที่ได้เมื่อนำมาละลายน้ำควรมีสมบัติเป็นอย่างไร

ตอบ .....

เหตุผล.....

.....

4. ธาตุ A, B และ C เป็นธาตุในหมู่ IV, V และ VI ในคาบที่ 2 ตามลำดับสารประกอบคลอไรด์ ของธาตุ A, B และ C มีสูตรโมเลกุล และการเรียกชื่ออย่างไร

ตอบ .....

เหตุผล.....

.....

5. ธาตุ A, B, C และ D ซึ่งมีเลขอะตอมเท่ากับ 6, 19, 8 และ 20 ตามลำดับ

5.1 ธาตุใดบ้างเมื่อรวมกับซัลไฟด์จัดเป็นสารประกอบไอออนิก และสารประกอบโคเวเลนต์

ตอบ .....

เหตุผล.....

.....

5.2 ธาตุ A, B, C และ D ควรอยู่ในหมู่และคาบใด

ตอบ .....

เหตุผล.....

.....

5.3 สารประกอบโคเวเลนต์ที่ได้เกิดจากธาตุชนิดใดมาทำปฏิกิริยากัน และสารนั้นมีประโยชน์อย่างไร

ตอบ .....

เหตุผล.....

6. ในชั่วโมงเรียนวิชาเคมีนักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยนำธาตุ X และ Y ซึ่งมีเลขอะตอม 7 และ 16 เมื่อรวมกับออกไซด์มีสมบัติเป็นกรด

6.1 สูตรโมเลกุลของสารประกอบ X และ Y ควรเป็นอย่างไรและมีชื่อเรียกอย่างไร

ตอบ .....

เหตุผล.....

6.2 สารประกอบที่ได้เมื่อทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน ได้สารประกอบใดและมีประโยชน์อย่างไร

ตอบ .....

เหตุผล.....

.....

ใบงานที่ 2.1
รวมคู่ได้ชื่อ

จุดประสงค์

เพื่ออธิบายการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

อุปกรณ์

1. กระดาษชาร์ตสี	1	แผ่น/กลุ่ม
2. สีเมจิก	1	กล่อง/กลุ่ม
3. กาว 2 หน้าแบบบาง	1	ม้วน/กลุ่ม

คำชี้แจง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ 3 คน
2. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนจับฉลากเพื่อรับโจทย์โดยแต่ละกลุ่มได้ไม่ซ้ำกัน ชุด (A-H)
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการทำงาน เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์
4. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานกลุ่ม เพื่ออธิบายการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์หน้าชั้นเรียน

การวัดผล

1. ความถูกต้องในการเขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์
2. ความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม ร่วมกันวางแผนการทำงานเป็น

ใบกิจกรรมที่ 2.1
รวมคู่ได้ชื่อ

ชุด A

1. คาร์บอนกับคลอรีน
2. ซัลเฟอร์กับออกซิเจน
3. โบรอนกับไอโอไดด์
4. Silicon dioxide
5. P_2O_5

ชุด B

1. คาร์บอนกับซัลเฟอร์
2. ฟอสฟอรัสกับคลอรีน
3. ไฮโดรเจนกับซัลเฟอร์
4. Silicon Tetrahydride
5. N_2O_4

ชุด C

1. โบรอนกับฟลูออรีน
2. เจอร์เมเนียมกับไฮโดรเจน
3. ไฮโดรเจนกับฟลูออรีน
4. Carbon monoxide
5. N_2O

ชุด D

1. ฟลูออรีนกับออกซิเจน
2. เจอร์เมเนียมกับไฮโดรเจน
3. ไนโตรเจนกับคลอรีน
4. Carbon dioxide
5. NO

ชุด E

1. คาร์บอนกับออกซิเจน
2. แกลเลียมกับคลอรีน
3. เบอริลเลียมกับคลอรีน
4. Suphur dioxide
5. HCl

ชุด F

1. เจอร์เมเนียมกับไฮโดรเจน
2. ซัลเฟอร์กับออกซิเจน
3. ไฮโดรเจนกับฟลูออรีน
4. Methane
5. HCN

ชุด G

6. คาร์บอนกับออกซิเจน
7. แกลเลียมกับคลอรีน
8. ซิลิคอนกับออกซิเจน
9. Suphur dichloride
5. NH_3

ชุด H

1. โบรอนกับไอโอไดด์
2. เบอริลเลียมกับคลอรีน
3. ฟอสฟอรัสกับคลอรีน
4. Phosphorous pentaoxide
5. CCl_4

ใบงานที่ 2.2
ฉันคือใคร

จุดประสงค์

เพื่อฝึกการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

อุปกรณ์

1. บัตรคำสูตรโมเลกุล	15	แผ่น/กลุ่ม
2. บัตรคำชื่อสารประกอบโคเวเลนต์	15	แผ่น/กลุ่ม

คู่กับ

วิธีการเล่นเกม

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ 4 คน
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับบัตรคำสูตรโมเลกุลและบัตรชื่อสารประกอบโคเวเลนต์
3. ครูเริ่มจับเวลาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำบัตรคำมาต่อให้สัมพันธ์กัน
4. กลุ่มใดต่อเสร็จก่อนคือกลุ่มที่ชนะการแข่งขัน

หมายเหตุ

การต่อบัตรคำต้องต่อในแนวเดียวกันหากไม่วางในแนวเดียวกันแม้ต่อถูกถือว่าไม่ได้คะแนน

CCl_4	**คาร์บอนเตตระคลอไรด์**

การวัดผล

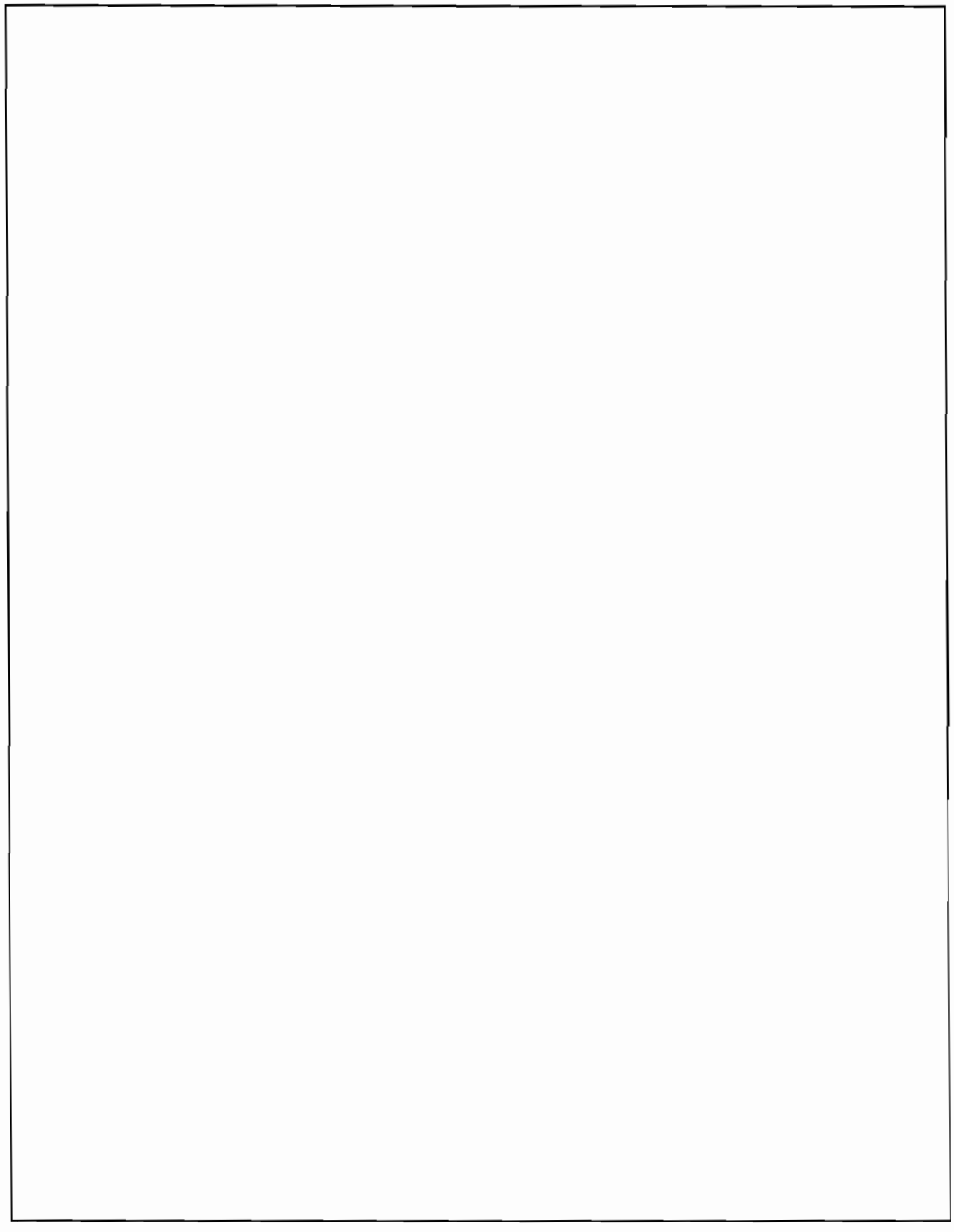
1. ความถูกต้องในการจับคู่บัตรคำ
2. ความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม กระตือรือร้น

ใบกิจกรรม 2.2
ฉันคือใคร

NO	ไนโตรเจนมอนอกไซด์
N_2O_3	ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์
SiH_4	ซิลิคอนเตตระไฮไดร์
Cl_2O	ไดคลอรีนมอนอกไซด์
H_2O	น้ำ
F_2O	ไดฟลูออรีนมอนอกไซด์
H_2O_2	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

แผนผังความคิด (Concept Mapping)

ผังความคิดเรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์



เจ้าของผลงาน ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบความรู้ที่ 2
เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

ครู : นักเรียนทราบไหมค่ะว่าธาตุคาร์บอน (C) ต้องรับอิเล็กตรอนจำนวนเท่าใด ธาตุ C จึงจะเสถียร เพราะเหตุใด

นักเรียน : รับอิเล็กตรอน 4 อิเล็กตรอน เพื่อให้ C มีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 จะเสถียรตามกฎออกเตต

ครู : แล้วคลอรีน (Cl) จะต้องรับอิเล็กตรอนจำนวนเท่าใด จึงจะเสถียร เพราะเหตุใด

นักเรียน : รับอิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน เพื่อให้ Cl มีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 จะเสถียรตามกฎออกเตต

ครู : ถ้านำ C มาทำปฏิกิริยากับ Cl จะต้องใช้ Cl จำนวนกี่อะตอม สารประกอบที่ได้จึงเสถียร และอะตอมมีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันอย่างไร

นักเรียน : ต้องใช้ Cl จำนวน 4 อะตอม และมีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 4 คู่

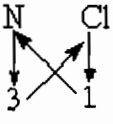
ครู : เมื่อนำ C มาทำปฏิกิริยากับ Cl สารประกอบที่ได้นักเรียนคิดว่าควรมีสูตรโมเลกุลอย่างไร และสารนั้นควรมีชื่อเรียกอย่างไร

นักเรียน : ..... (ถ้านักเรียนยังไม่ทราบเรามาศึกษาวิธีการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโควเลนต์กันว่าจะเหมือนหรือต่างจากสารประกอบไอออนิก)

เอกสารประกอบการเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

การเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์

1. ให้เรียงลำดับธาตุให้ถูกต้องตามหลักสากล ดังนี้คือ Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, O, F ตามลำดับ หรือเขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีต่ำไว้หน้าสัญลักษณ์ของธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูง
2. ในสารประกอบโคเวเลนต์ ถ้าอะตอมของธาตุมีจำนวนอะตอมมากกว่าหนึ่งให้เขียนจำนวนอะตอมด้วยตัวเลขแสดงไว้มุมล่างขวาในกรณีที่ธาตุในสารประกอบนั้นมีเพียงอะตอมเดียวไม่ต้องเขียนตัวเลขแสดงจำนวนอะตอม
3. หลักการเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์ที่มีอะตอมของธาตุจัดเวเลนต์อิเล็กตรอนเป็นไปตามกฎออกเตต ใช้จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะของแต่ละอะตอมของธาตุคูณไขว้ เช่น ไนโตรเจน กับ คลอรีน

สูตรของสารนี้เป็น  $= N_1Cl_3$ หรือ NCl_3

การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

1. ให้เรียกชื่อธาตุที่อยู่ข้างหน้าก่อนแล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่หลังโดยเปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น ไอด์ (_ide) พร้อมระบุจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุด้วยภาษากรีก
2. ในกรณีธาตุแรกมีอะตอมเดียวไม่ต้องระบุจำนวนอะตอมของธาตุแต่ถ้าธาตุข้างหลังในสารประกอบใด ถึงแม้มีเพียงหนึ่งอะตอมก็ต้องระบุจำนวนอะตอมด้วยคำว่า “มอนอ” เสมอ

ตาราง จำนวนอะตอมในภาษากรีกที่ใช้เรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ดังนี้

ภาษากรีก	จำนวนอะตอม
มอนอ (mono)	1
ได (di)	2
ไตร (tri)	3
เตตระ (tetra)	4
เพนตะ (penta)	5
ภาษากรีก	จำนวนอะตอม
เฮกซะ (hexa)	6
เฮปตะ (hept)	7
ออกตะ (octa)	8
โนนะ (nona)	9
เดคะ (deca)	10

ตัวอย่างการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสาประกอบโคเวเลนต์

สาร	ชื่อ
CO	คาร์บอนมอนอกไซด์
CO_2	คาร์บอนไดออกไซด์
N_2O	ไดไนโตรเจนมอนอกไซด์
N_2O_5	ไดไนโตรเจนเพนตะออกไซด์
PH_3	ฟอสฟอรัสไตรไฮไดรด์

การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์บางชนิดที่ไม่เป็นไปตามหลัก

สาร	ชื่อ
H_2S	ไฮโดรเจนซัลไฟด์
HCl	ไฮโดรเจนคลอไรด์
H_2O	น้ำ
NH_3	แอมโมเนีย
CH_4	มีเทน

P_2O_5 มีชื่อเรียกว่าอย่างไรนะ

.....

การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

ให้เรียกชื่อธาตุที่อยู่ข้างหน้าก่อนแล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่หลังโดยเปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น -ไอด์ (- ide) พร้อมระบุจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุด้วยภาษากรีก เช่น CO_2 คาร์บอนไดออกไซด์

*** ส่วนการอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก ให้อ่านชื่อโลหะก่อนแล้วเปลี่ยนเสียงท้ายเป็น -ไอด์ (- ide) เช่น $CaCl_2$ แคลเซียมคลอไรด์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ช่วงชั้นที่ 4 ชั้น ม. 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธะเคมี เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เวลา 3 ชั่วโมง
อาจารย์ผู้สอน นายเปรมศักดิ์ สิมมาเคน

---

1. สาระการเรียนรู้

1. สารโคเวเลนต์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างที่แตกต่างกันจะมีสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาโครงสร้างโมเลกุลของสารเพื่อนำมาอธิบายสมบัติของสารได้อย่างมีเหตุมีผล
2. ในการทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์นิยมใช้แบบจำลองการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (VSEPR) โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง เฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด เพราะรูปร่างที่เป็นไปได้ของโมเลกุลนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางในโมเลกุล
3. รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ควรทราบ ได้แก่ รูปเส้นตรง รูปสามเหลี่ยมแบนราบ รูปทรงสี่หน้า รูปพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม รูปทรงแปดหน้า รูปมุมงอ รูปพีระมิดฐานสามเหลี่ยม รูปทรงสี่หน้า-บิดเบี้ยว รูปตัวที รูปพีระมิดฐานสี่เหลี่ยม และรูปสี่เหลี่ยมแบนราบ

2. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1

เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. มาตรฐานช่วงชั้นที่ 4 (ว 3.1-3)

สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะ กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ การเขียนสูตร และการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก และสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1. มีความรู้ความเข้าใจและสามารถทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ได้
2. สำรวจตรวจสอบการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลได้
3. อธิบายเปรียบเทียบการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลรูปทรงต่างๆ ได้
4. ทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้แบบจำลองการผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ได้

5. สาระการเรียนรู้

1. รูปร่างโมเลกุล
2. การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์
3. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
4. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

6. กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E ดังนี้

E1 = ขั้นสร้างความสนใจ

E2 = ขั้นสำรวจและค้นหา

E3 = ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

E4 = ขั้นขยายความรู้

E5 = ขั้นประเมินผล

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวน เรื่อง ความยาวพันธะและซักถามเกี่ยวกับการยึดเหนี่ยวกันด้วยหลายๆ พันธะในโมเลกุลเดียวกัน จะทำให้เกิดรูปร่างหรือรูปทรงทางเรขาคณิตเป็นอย่างไร โดยการตั้งคำถามแล้วใช้โปรแกรมสุ่มเลขที่ ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นสุ่มเลขที่ของนักเรียน เพื่อตอบคำถามซักประมาณ 5 - 10 คำถาม

1.2 ครูใช้โปรแกรมสุ่มเลขที่เพื่อจักแบ่งกลุ่มนักเรียนในห้องเพื่อทำการทดลองเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มทำการทดลอง ตามใบงานที่ 3.1 เรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

2.2 เป่าลูกโป่ง 6 ลูก ให้มีขนาดเท่าๆ กัน ผูกขั้วไว้ให้แน่น

2.3 ผูกลูกโป่งที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน 2 ลูก สังเกตรูปร่างและทิศทางของลูกโป่ง บันทึกผลการทดลอง

2.4 ผูกลูกโป่งเพิ่มขึ้นเป็น 3, 4, 5 และ 6 ลูก โดยเพิ่มที่ละลูกตามลำดับสังเกตรูปร่างและทิศทาง บันทึกผล

2.5 นักเรียนร่วมกันศึกษาใบความรู้ที่ 3.1 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง และอภิปรายประเด็นต่อไปนี้

- ถ้าขั้วลูกโป่งที่ผูกติดกันเป็นอะตอมกลาง และลูกโป่งแทนกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ตำแหน่งของอะตอมที่สร้างพันธะกับอะตอมกลางควรอยู่ส่วนใดของลูกโป่ง
- ถ้าลากเส้นจากปลายลูกโป่งเชื่อมต่อกัน เมื่อผูกลูกโป่ง 2, 3, 4, 5 และ 6 ลูก ตามลำดับ จะได้รูปร่างอย่างไรบ้าง
- ถ้าลากเส้นแสดงพันธะ จากขั้วลูกโป่งซึ่งแทนอะตอมกลางไปยังปลายลูกโป่งซึ่งแทนอะตอมที่สร้างพันธะกับอะตอมกลาง มุมระหว่างพันธะที่เกิดจากลูกโป่งผูกติดกัน 2, 3, 4, 5 และ 6 ลูก ตามลำดับจะเป็นเท่าไร

3.2 ครูนำเสนอรูปร่างโมเลกุลแบบต่างๆ จากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง รูปร่างโมเลกุล ประกอบการอธิบายเปรียบเทียบระหว่างการผูกลูกโป่ง กับรูปทรง เรขาคณิต

จากผลการทดลองนักเรียนควรสรุปได้ว่า

- เมื่อผูกลูกโป่งเข้าด้วยกัน ถ้าให้ขั้วลูกโป่งที่พันติดกันแทนตำแหน่งอะตอมกลาง ลูกโป่งแทนกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ตำแหน่งอะตอมอื่นที่สร้างพันธะต่อกับอะตอมกลางจะอยู่ปลายของลูกโป่งแต่ละลูก
- เมื่อลากเส้นระหว่างอะตอมกลางกับอะตอมที่สร้างพันธะต่อกัน จะมองเห็นทิศทางและมุมระหว่างพันธะเป็นรูปทรงเรขาคณิต
- เมื่อผูกลูกโป่ง 2 ลูกเข้าด้วยกันจะเกิดรูปเรขาคณิตเป็นเส้นตรง มุมระหว่าง

พันธะรอบอะตอมกลางเป็น 180°

- เมื่อผูกลูกโป่ง 3 ลูกเข้าด้วยกันจะเกิดรูปเรขาคณิตเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ มุมระหว่างพันธะรอบอะตอมกลางเป็น 120°
- เมื่อผูกลูกโป่ง 4 ลูกเข้าด้วยกันจะเกิดรูปเรขาคณิตเป็นทรงสี่หน้า มุมระหว่างพันธะรอบอะตอมกลางเป็น 109.5°
- เมื่อผูกลูกโป่ง 5 ลูกเข้าด้วยกันจะเกิดรูปเรขาคณิตเป็นพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม มุมระหว่างพันธะรอบอะตอมกลางเป็น 120° และ 90°
- เมื่อผูกลูกโป่ง 6 ลูกเข้าด้วยกันจะเกิดรูปเรขาคณิตเป็นทรงแปดหน้ามุม ระหว่างพันธะรอบอะตอมกลางเป็น 90°

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูให้ความรู้การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้แบบจำลองการผลักกันระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion Model VSEPR) นำเสนอโดยการใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมนำเสนอ Power Point เรื่อง รูปร่างโมเลกุล : สื่อ CAI เรื่อง รูปร่างโมเลกุล ประกอบการอธิบาย

4.2 นักเรียนฝึกการทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้แบบจำลองการผลักกันระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion Model VSEPR) จากใบความรู้ที่ และสื่อ 3.1 CAI แบบฝึกหัด

4.3 นักเรียนศึกษาการทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้แบบจำลองการผลักกันระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์จากสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ผลิตโดย นายณรงค์ แช่มประสิทธิ์ โรงเรียน ดัดดรุณี ในแหล่งเรียนรู้ห้องสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตของโรงเรียนเพิ่มเติม (นอกเวลาเรียน)

4.4 ให้นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้จากการทดลองลงในใบงาน และไปสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ แล้วส่งผลงานมาประเมินให้คะแนน โดยให้นักเรียนทำงานกลุ่มตามที่สมาชิกกลุ่มถนัดและมีศักยภาพเพียงพอในการทำผลงานการสรุปนั้นๆ เช่น สร้างแบบจำลองรูปร่างโมเลกุล สรุปแล้วใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นำเสนอโดยไม่จำกัดวิธี เช่น ใช้ Microsoft Word, Microsoft PowerPoint, Web Page, FrontPage ฯลฯ แล้วมานำเสนอในสัปดาห์ต่อไป

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนร่วมกันทำนายรูปร่างโมเลกุลเมื่อกำหนดโมเลกุลของสารตัวอย่างมาให้

5.2 สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

5.3 สุ่มตัวอย่างนักเรียนนำเสนอการทำนายรูปร่างโมเลกุลชนิดต่างๆ

5.4 ตรวจการนำเสนอผลงานการสรุปผลการเรียนรู้ของกลุ่ม (ชิ้นงาน, โปรแกรมการนำเสนอต่างๆ ที่นักเรียนทำมาส่ง)

6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

6.1 ใบความรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

6.2 สื่อ อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง พันธะเคมี ตอน รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

6.3 โปรแกรมนำเสนอ Power Point เรื่อง รูปร่างโมเลกุล

6.4 สื่อสืบค้นทาง Internet www.il.mahidol.ac.th/course/chem เรื่อง รูปร่างโมเลกุล

6.5 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวัดและประเมินผล

1. วิธีการวัดผลและประเมินผล

1.1 สังเกตการทำกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย ซึ่งประเมินกระบวนการทำกิจกรรม การนำเสนอการทำกิจกรรม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น การสรุปความรู้

1.2 ประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม

1.3 ให้นักเรียนประเมินตนเองและให้เพื่อนกลุ่มต่างๆ ร่วมประเมินนักเรียนด้วย

1.4 ประเมินเจตคติ คุณธรรม ค่านิยม ที่นักเรียนแสดงออกให้เห็นตลอดกระบวนการเรียนรู้

2. เครื่องมือวัดและประเมินผล
   2.1 แบบฝึกหัด
   2.2 แบบประเมินผลการทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์
   2.3 แบบสังเกตการเรียนรู้อย่างมีความสุข
   2.4 แบบทดสอบอิเล็กทรอนิกส์ในบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (CAI)
3. เกณฑ์การวัดและประเมินผล
   3.1 ทำแบบฝึกหัดถูกต้อง ร้อยละ 80
   3.2 ผลการทำงานกลุ่ม เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ อยู่ในระดับ ดี
   3.3 ผ่านการประเมินผู้เรียนอยู่ในสังคมอย่างมีความสุขในเกณฑ์ดี

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3.1

เรื่อง การจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุล

จุดประสงค์

1. สำรวจตรวจสอบการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลได้
2. อธิบายเปรียบเทียบการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลรูปทรงต่างๆ ได้

การปฏิบัติงาน

1. เป่าลูกโป่ง 6 ลูกให้มีขนาดเท่าๆ กัน ผูกขั้วไว้ให้แน่น
2. ผูกลูกโป่งที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน 2 ลูก สังเกตรูปร่างและทิศทางของลูกโป่ง บันทึกผล
3. ผูกลูกโป่งเพิ่มขึ้นเป็น 3, 4, 5 และ 6 ลูก โดยเพิ่มที่ละลูกตามลำดับ สังเกตรูปร่างและทิศทางบันทึกผล

ภาพแสดงการทดลอง

จำนวนลูกโป่ง	**ภาพลูกโป่ง**
2	
3	
4	
5	
6	

ผลการทดลอง

จำนวนลูกโป่ง	ภาพลูกโป่ง	มุมระหว่างเส้นแกนของลูกโป่ง (องศา)	รูปร่างโมเลกุล
2			
3			
4			
5			
6			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3.1

เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

คำสั่ง จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จงทำนายรูปร่างโมเลกุลของสารที่เกิดจากการรวมตัวระหว่างธาตุต่อไปนี้

   ก. อาร์เซนิกกับไฮโดรเจน

   ข. ออกซิเจนกับฟลูออรีน

   ค. เจอร์มาเนียมกับไฮโดรเจน

.....

.....

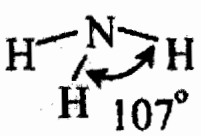
2. จงเขียนชื่อสาร สูตรโมเลกุล รูปร่างโมเลกุลและโครงสร้างลิวอิสของสารหรือไอออนในตารางต่อไปนี้

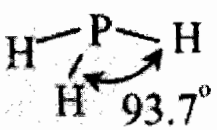
ชื่อสาร	**สูตรโมเลกุล**	**รูปร่างโมเลกุล**	**โครงสร้างลิวอิส**
ไฮโดรเจนไซยาไนด์			
	SiF_4		
เบริลเลียมคลอไรด์		**เส้นตรง**	
	CO_3^{2-}		
	$COCl_2$		

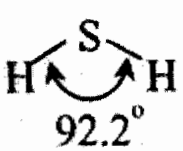
.....

.....

3. กำหนดมุมระหว่างพันธะในสารต่อไปนี้







เพราะเหตุใดสารทั้ง 3 ชนิด จึงมีมุมระหว่างพันธะไม่เท่ากัน

.....

4. CO_2 CS_2 และ H_2S มีรูปร่างโมเลกุลและมุมระหว่างพันธะเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ช่วงชั้นที่ 4 ชั้น ม. 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธะเคมี เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เวลา 3 ชั่วโมง
อาจารย์ผู้สอน นายเปรมศักดิ์ สิมมาเคน

---

1. สาระการเรียนรู้

สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ขึ้นอยู่กับสภาพขั้วของพันธะโคเวเลนต์ และรูปร่างโมเลกุล โดย

1. โมเลกุลที่เกิดจากอะตอมชนิดเดียวกันมาสร้างพันธะเกิดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ พันธะชนิดนี้จะไม่มีขั้ว และโมเลกุลไม่มีขั้ว

2. โมเลกุลโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมต่างกัน 2 อะตอม และอะตอมทั้ง 2 มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีต่างกันมาสร้างพันธะโคเวเลนต์กัน พันธะมีขั้ว โมเลกุลมีขั้ว

3. โมเลกุลโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วย 3 อะตอมหรือมากกว่า อะตอมกลางใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนสร้างพันธะหมด โดยอะตอมที่ล้อมรอบเป็นธาตุชนิดเดียวกัน รูปร่างสมมาตร จัดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว แต่ถ้าอะตอมที่ล้อมรอบต่างชนิดกัน และรูปร่างไม่สมมาตร จัดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์มีขั้ว

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แรงแวลเดอร์วาลส์ และพันธะไฮโดรเจน โดยโมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้วจะยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงลอนดอน ซึ่งถ้ามวลโมเลกุลมากแรงยึดเหนี่ยวมาก จุดเดือดสูง ส่วนโมเลกุลโคเวเลนต์มีขั้วจะยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างขั้ว ซึ่งพันธะไฮโดรเจน เกิดจากธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงและอะตอมขนาดเล็ก เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่แข็งแรง ทำให้จุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารโคเวเลนต์อื่นๆ

2. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1

เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. มาตรฐานช่วงชั้นที่ 4 (ว 3.1)

สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารใน เรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะ กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพขั้วและทิศทางของโมเลกุลโคเวเลนต์

2. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลกับจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารโคเวเลนต์ได้

จุดประสงค์นำทาง

1. อธิบายสภาพขั้วและทิศทางของขั้วโมเลกุลโคเวเลนต์ได้

2. เปรียบเทียบสมบัติของสารโคเวเลนต์ประเภทโมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว

3. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลกับจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารโคเวเลนต์ได้

5. เนื้อหาสาระ

- สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์
- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

6. กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E ดังนี้

E1 = ขั้นสร้างความสนใจ

E2 = ขั้นสำรวจและค้นหา

E3 = ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

E4 = ขั้นขยายความรู้

E5 = ขั้นประเมินผล

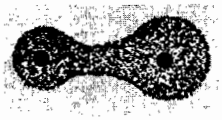
ชั่วโมงที่ 1-2

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูทบทวนเรื่อง การเกิดพันธะในโมเลกุลโคเวเลนต์ต่างๆ ที่มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้นักเรียนคิดต่อไปว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะนี้ควรอยู่ตรงส่วนใดระหว่างอะตอมคู่สร้างพันธะ

1.2 ครูนำภาพเกี่ยวกับการดึงดูดอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมต่างๆ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย พร้อมใช้คำถามนำดังนี้

(1)



(2)

1.2.1 ภาพที่ (1) และ (2) มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร และบอกให้ทราบถึงอะไร (ต่างกัน คือ ภาพที่ 1 อิเล็กตรอนถูกดึงดูดเท่าๆ กัน ส่วนภาพที่ 2 อิเล็กตรอนถูกดึงดูดไม่เท่ากัน ซึ่งค่อนไปทางด้านหนึ่งมากกว่าอีกด้านหนึ่ง)

1.2.2 ค่าใดที่บอกให้ทราบถึงความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนของธาตุที่สร้างพันธะกันเป็นสารประกอบ คือ (อิเล็กโทรเนกาติวิตี หรือค่า EN)

1.2.3 นักเรียนคิดว่าค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีมากหรือน้อยมีผลต่อประจุของธาตุอย่างไร เพื่อนำไปสู่เรื่องสภาพขั้วของพันธะและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนตรวจงานของเพื่อน พร้อมให้คำแนะนำ (20 นาที) โดย การให้คำแนะนำควรแนะนำในเชิงสร้างสรรค์เพื่อแสดงถึงความพยายามในการทำงาน

2.2 นักเรียนแต่ละคนส่งงานที่ให้คำแนะนำเพื่อนกลับคืนให้ครูผู้สอน

2.3 ขั้นการปรับแก้งานตามข้อเสนอแนะของเพื่อน

2.4 นักเรียนแต่ละคนรับงานเดิมของตนเองเพื่อดูคำแนะนำของเพื่อนและปรับแก้ให้ถูกต้อง พร้อมให้คะแนนความพยายามในการให้ข้อเสนอแนะของเพื่อน

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยคละความสามารถ กลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

3.2 นักเรียนแต่ละคนนำงานของตนเองที่ปรับแก้แล้วมารวมกลุ่มกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและปรับแก้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น และร่วมกันทำงานกลุ่มโดยมีครูให้คำแนะนำและชี้แนะ

3.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม (กลุ่มเดิม) ร่วมกันศึกษาตาราง 4.1 จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแก๊สมีตระกูลและสารโคเวเลนต์บางชนิด

3.4 ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับแนวโน้ม และจุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารโคเวเลนต์ (โมเลกุลมีขั้ว และไม่มีขั้ว) เพื่อเชื่อมโยงไปสู่เรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ชั่วโมงที่ 3

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูรวบรวมงานกลุ่มของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคำตอบพร้อมเสนอแนะวิธีแก้ไขงานเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี ปัจจัย ที่มีผลต่อค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี รวมทั้งสัญลักษณ์แสดงขั้วของพันธะ

4.3 ครูยกตัวอย่างสาร F_2, HCl, H_2O, CH_4, CH_3Cl พร้อมใช้คำถาม

- จากตัวอย่างที่กำหนดให้มีสารใดบ้างที่เป็นพันธะโคเวเลนต์มีขั้วและไม่มีขั้ว ทราบได้อย่างไร (พันธะมีขั้วได้แก่ HCl, H_2O, CH_4, CH_3Cl และพันธะไม่มีขั้วได้แก่ F_2 ทราบได้จากค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี ถ้าค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีของอะตอมคู่ร่วมเท่ากัน จัดเป็นพันธะโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว ถ้าค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีของอะตอมคู่ร่วมไม่เท่ากัน จัดเป็นพันธะโคเวเลนต์มีขั้ว)

- นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าสารที่กำหนดให้มีทิศทางของขั้วเป็นอย่างไร

- ครูยกตัวอย่างสารโคเวเลนต์เพิ่มเติม HF, HBr นักเรียนคิดว่าสาร 2 ชนิดนี้สารใดมีความแรงของสภาพขั้วมากกว่ากัน เพราะเหตุใด (HF ดูจากผลต่างของค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีของอะตอมคู่สร้างพันธะมีมากกว่าความแรงของสภาพขั้วจะมีมากกว่า)

4.4 ครูทบทวนจาก ตาราง 4.1 จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแก๊สมีตระกูลและสารโคเวเลนต์บางชนิด และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับ

- โมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้วแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุล ถ้ามวลโมเลกุลมากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมาก จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง ซึ่งยึดเหนี่ยวกันด้วยอ่อนๆ ที่เรียกว่า แรงลอนดอน CCl_4 He

- โมเลกุลโคเวเลนต์มีขั้ว ยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างขั้ว จะมีแรงกระทำระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ ซึ่งจะมีแรงยึดเหนี่ยวสูงกว่าแรงลอนดอน เนื่องจากมีทั้งแรงลอนดอนและแรงดึงดูดระหว่างขั้ว เช่น PH_3

4.5 จากตาราง CH_4, NH_3 ซึ่งมีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกันเพราะเหตุใด NH_3 จึงมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงกว่ามาก นักเรียนคิดว่าสาร 2 ชนิดนี้ ควรยึดเหนี่ยวด้วยพันธะชนิดเดียวกันหรือไม่

(ไม่ โดย CH_4 เป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้วยึดเหนี่ยวด้วยแรงลอนดอน ส่วน NH_3 เป็นโมเลกุลมีขั้วยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไฮโดรเจนซึ่งเป็นแรง ยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่แข็งแรง)

4.6 พันธะไฮโดรเจนเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีผลอย่างไรต่อจุดเดือด จุดหลอมเหลว (เกิดจากอะตอมของไฮโดรเจนกับอะตอมของธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูง และอะตอมมีขนาดเล็ก ได้แก่ F O N ซึ่งทำให้จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูงขึ้น)

4.7 นักเรียนยกตัวอย่างสารโคเวเลนต์ที่มีพันธะไฮโดรเจน 2-3 ตัวอย่าง

4.8 ครูให้คำแนะนำนักเรียนในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจและเพิ่มเติมในองค์ความรู้ที่ได้รับ จากการสืบค้น การอภิปรายและการสรุปเกี่ยวกับ สภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนมติที่ถูกต้อง

5. ขั้นประเมินผล

5.1 ให้นักเรียนเปรียบเทียบสมบัติของสารที่เป็นโมเลกุลมีขั้วและโมเลกุลไม่มีขั้ว (สมบัติด้านการละลาย แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล จุดหลอมเหลวและจุดเดือด)

5.2 ครูชื่นชมนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม และให้คำชี้แนะแก่นักเรียนที่ยังปฏิบัติไม่ถูกต้อง

5.3 ครูแนะนำให้นักเรียนไปสืบค้นเพิ่มเติมและทบทวนให้มากยิ่งขึ้นจากเว็บไซต์ที่แนะนำเพิ่มเติม

6. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

1) สื่อการเรียนการสอน

1.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 คู่มือการเตรียมสอบ เคมี ม.4 เล่ม 2 Hi-ED

1.3 ใบความรู้ที่ 4.1 เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุล

1.4 ใบความรู้ที่ 4.2 เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

1.5 ใบงานที่ 4 เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

2) แหล่งเรียนรู้

2.1 สภาพขั้วของโมเลกุล

(http://www.kr.ac.th/tech/detchm48/b03.html)

(https://www.myfirstbrain.com)

2.2 พันธะเคมี

(intranet.coe.phuket.psu.ac.th)

2.3 พันธะโคเวเลนต์
(http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry1/chemical_bonding/covalent.htm)

2.4 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
(http://www.trueplookpanya.com)

7. การวัดประเมินผลและเกณฑ์การผ่านการประเมิน

สิ่งที่วัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
1. ความรู้ - ใบงานที่ 4 เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	- การตรวจใบงาน	- ใบงาน	- ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ทักษะ - การเขียนแผนผังความคิด	- การตรวจแผนผังความคิด	- แบบแผนผังความคิด	- ต้องได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. คุณธรรมจริยธรรม - มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา ตั้งใจเรียน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	- สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- ต้องได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบงานที่ 1

สภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

1. จงตอบคำถามต่อไปนี้

   a. จงบอกสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ การละลายน้ำ และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ต่อไปนี้

สาร	สภาพขั้วของโมเลกุล	การละลายน้ำ	แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล
F_2			
HF			
PH_3			
H_2O			

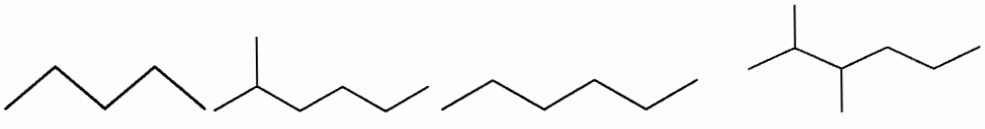
เหตุผล .....

   b. เมื่อเรียงลำดับจุดเดือดของสารโคเวเลนต์จากข้อ 1.1 จุดเดือดต่ำไปหาสูงควรเป็นอย่างไร

ตอบ .....

เหตุผล.....

2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่อไปนี้เมื่อเรียงลำดับจุดเดือดจากสูงไปต่ำควรเป็นอย่างไร



A B C D

ตอบ .....

เหตุผล.....

3. สารที่กำหนดให้ต่อไปนี้สารใดมีความแรงของขั้วจากค่ามากไปหาน้อย H-Cl, Si-S, Si-H, H-Br กำหนดค่า
อิเล็กโทรเนกาติวิตี (EN) ดังนี้

อะตอม	EN	อะตอม	EN
Si	1.90	N	3.04
H	2.20	Cl	3.10
S	2.58	O	3.44

ตอบ .....

เหตุผล.....

4. CH_4, CH_3Cl, H_2S, CCl_4 CO_2 สารข้อใดมีพันธะมีขั้ว โมเลกุลไม่มีขั้ว

ตอบ .....

เหตุผล.....

5. สารตัวอย่าง 5 ชนิดเมื่อนำมาทดสอบปรากฏผลดังนี้

สารตัวอย่าง	จุดหลอมเหลว (^oC)	การนำไฟฟ้า	การละลายน้ำ
1	-182	ไม่นำไฟฟ้า	ไม่ละลายน้ำ
2	801	ไม่นำไฟฟ้า เมื่อหลอมเหลวนำไฟฟ้าได้	ละลายน้ำ
3	3730	นำไฟฟ้าได้บางทิศทาง	ไม่ละลาย
4	0	นำไฟฟ้าได้น้อยมาก	ละลายน้ำ
5	2700	ไม่นำไฟฟ้า	ไม่ละลาย

5.1 สารชนิดใดจัดเป็นสารโมเลกุลโคเวเลนต์มีขั้วและไม่มีขั้วและสารดังกล่าวควรมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นแบบใด

ตอบ .....

เหตุผล.....

5.2 สารโคเวเลนต์ในข้อใดที่มีโครงผลึกร่างตาข่าย

ตอบ

.....

เหตุผล.....

5.3 สารชนิดใดควรเป็นสารประกอบไอออนิก

ตอบ .....

เหตุผล.....

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์เครื่องมือ

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนก (r) แบบทดสอบวัดโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์จำนวน 22 ข้อ (ปรับจาก สมเจตน์ อุรศิลป์ และศักดิ์ศร สุภาษร, 2554)

ข้อที่	ตัวเลือก	p			r
		กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	
1	ขั้นที่ 1	0.75	0.88	0.82	-0.13
	ขั้นที่ 2	0.63	0.75	0.76	-0.13
2	ขั้นที่ 1	0.88	0.63	0.82	0.25
	ขั้นที่ 2	0.88	1.00	0.94	-0.13
3	ขั้นที่ 1	0.63	0.50	0.59	0.13
	ขั้นที่ 2	0.63	0.38	0.53	0.25
4	ขั้นที่ 1	0.38	0.38	0.41	0.00
	ขั้นที่ 2	0.88	0.63	0.76	0.25
5	ขั้นที่ 1	0.13	0.13	0.18	0.00
	ขั้นที่ 2	0.75	0.75	0.76	0.00
6	ขั้นที่ 1	0.00	0.38	0.24	-038
	ขั้นที่ 2	0.00	0.25	0.18	-0.25
7	ขั้นที่ 1	0.00	0.25	0.18	-0.25
	ขั้นที่ 2	0.75	0.50	0.59	0.25
8	ขั้นที่ 1	0.13	0.50	0.29	-0.38
	ขั้นที่ 2	0.00	0.25	0.12	-0.25
9	ขั้นที่ 1	0.00	0.13	0.06	-0.13
	ขั้นที่ 2	0.00	0.00	0.00	0.00
10	ขั้นที่ 1	0.63	0.50	0.65	0.13
	ขั้นที่ 2	0.50	0.63	0.59	-0.13
11	ขั้นที่ 1	0.50	0.63	0.59	0.13
	ขั้นที่ 2	0.88	0.63	0.82	0.25
12	ขั้นที่ 1	0.63	0.38	0.53	0.25
	ขั้นที่ 2	0.63	0.38	0.59	0.25

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนก (r) แบบทดสอบวัดโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์จำนวน 22ข้อ (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p			r
		กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	
13	ขั้นที่ 1	0.63	0.25	0.47	0.38
	ขั้นที่ 2	0.38	0.25	0.35	0.13
14	ขั้นที่ 1	0.63	0.38	0.53	0.25
	ขั้นที่ 2	0.88	0.50	0.76	0.38
15	ขั้นที่ 1	0.38	0.13	0.35	0.25
	ขั้นที่ 2	0.63	0.38	0.59	0.25
16	ขั้นที่ 1	0.75	0.38	0.59	0.38
	ขั้นที่ 2	0.50	0.38	0.47	0.13
17	ขั้นที่ 1	0.75	0.50	0.71	0.25
	ขั้นที่ 2	0.75	0.38	0.59	0.38
18	ขั้นที่ 1	0.88	0.50	0.76	0.38
	ขั้นที่ 2	0.75	0.63	0.71	0.13
19	ขั้นที่ 1	0.88	0.38	0.65	0.50
	ขั้นที่ 2	0.63	0.25	0.47	0.38
20	ขั้นที่ 1	0.75	0.25	0.53	0.50
	ขั้นที่ 2	0.63	0.38	0.59	0.25
21	ขั้นที่ 1	0.75	0.50	0.65	0.25
	ขั้นที่ 2	0.75	0.50	0.65	0.25
22	ขั้นที่ 1	0.88	0.50	0.76	0.38
	ขั้นที่ 2	0.63	0.88	0.82	-0.25

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability of KR_{20}) เท่ากับ 0.68

ตารางที่ ค.2 ตารางจำแนกร้อยละความก้าวหน้าในการทำแบบทดสอบวัดมโนมติ

เลขที่	คะแนน		ความก้าวหน้า		คะแนนความคงทน
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนน	ร้อยละ	
1	21.00	34.00	13.00	29.54	34.00
2	12.00	25.00	13.00	29.54	24.00
3	11.00	21.00	10.00	22.72	21.00
4	14.00	18.00	4.00	9.10	18.00
5	13.00	17.00	4.00	9.10	17.00
6	15.00	36.00	21.00	47.72	36.00
7	14.00	22.00	8.00	18.18	22.00
8	9.00	34.00	25.00	56.81	34.00
9	12.00	33.00	21.00	47.72	33.00
10	16.00	38.00	22.00	50.00	38.00
11	11.00	20.00	9.00	20.45	20.00
12	22.00	37.00	15.00	34.09	37.00
13	13.00	23.00	10.00	22.72	23.00
14	14.00	21.00	7.00	15.09	21.00
15	14.00	38.00	24.00	54.54	38.00
16	16.00	29.00	13.00	29.54	29.00
17	12.00	27.00	15.00	34.09	27.00
ค่าเฉลี่ย	**15.00**	**27.76**	**13.76**	**31.23**	**26.65**
SD	**3.34**	**7.57**	**6.75**	**15.34**	**7.42**
สูงสุด	**22.00**	**38.00**	**25.00**	**56.81**	**38.00**
ต่ำสุด	**11.00**	**17.00**	**4.00**	**9.10**	**17.00**

ภาคผนวก ง

บทความ

การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

Developing of Scientific Conceptual Understanding of Covalent Bond by Using Inquiry Learning Activities Incorporated with Physical Models

เปรมศักดิ์ สิมมาเคน[1], ผศ.ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพของโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา จำนวน 17 คน จากการวิเคราะห์มโนมติเป็นร้อยละของมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติก่อนเรียนเป็น 10.96, 45.72 และ 43.05 ตามลำดับ และร้อยละมโนมติหลังเรียนเป็น 44.65, 36.36 และ 18.72 ตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 30 วันพบว่านักเรียนมีร้อยละมโนมติเป็น 70.63, 21.16 และ 8.21 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียน (mean 27.76, SD 7.57, 63.10%) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 15.00, SD 3.34, 34.09%) แต่ไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนทางการเรียน (mean 26.65, SD 7.42, 60.57%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ พันธะโคเวเลนต์ สืบเสาะ โมเดลเชิงกายภาพ

ABSTRACT

The main purpose of this study was to enhance scientific concepts of covalent bonds by implementing inquiry learning approach incorporated with physical models of covalent molecules. Seventeen Grade 11 students at Huikhayung Wittaya School were the target group. The percentages of students' conceptions were categorized as good-, alternative-, and mis-conception. Before the implementation, the percentages were 10.96, 45.72and43.05, respectively. Right after the implementation, the percentages were 44.65, 36.36and18.72, respectively. Thirty days after the implementation, the percentages were 70.63, 21.16, and 8.21, respectively. The dependent samples t-test analysis indicated that the post-test conception score (mean 27.76, SD 7.57, 63.10%) was statistically significantly higher than the pre-test score (mean 15.00, SD 3.34, 34.09%), but not statistically significantly different from the retention score (mean mean 26.65, SD 7.42, 60.57%) at *p-value* .05.

KEYWORDS: Scientific conceptual understanding, covalent bond, inquiry, physical models

---

[1] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษรคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี* อีเมลผู้เขียนหลัก saksri.supasorn@gmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิชาเคมี เป็นวิชาหนึ่งซึ่งมีความสำคัญเช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรามากที่เดียวเช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และอื่นๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเกิดจากความรู้หลักการวิชาเคมี และขณะนี้ความรู้หลักการของวิชาเคมีก็ได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภททำให้ประเทศไทยเรามีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมมากขึ้นและก้าวไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศด้วย

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนโรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเรียนแบบบรรยายตามทฤษฎีกับกิจกรรมการทดลองในปีที่ผ่านมา พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในกิจกรรมการทดลองมากกว่า เพราะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สังเกตได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การเกิดฟองก๊าซ และตะกอน และนักเรียนจะถามเสมอว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการใช้สื่อสามารถตอบคำถามและพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ในขั้นบูรณาการของผู้เรียนได้ เหมาะสมกับการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งสามารถสังเกตโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบโคเวเลนต์ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และยังสามารถพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูง ซึ่งจะส่งผลให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่อไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ *(scientific inquiry)* สามารถพัฒนาทักษะความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนที่มีมาก่อน ตลอดจนพัฒนาให้มีทักษะความรู้ในขั้นที่สูงขึ้น (Bloom's Taxonomy) ที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วยลักษณะสำคัญ 5 ประการ โดยครูและนักเรียนมีบทบาทมากน้อยที่แตกต่างกันในการพัฒนาทักษะความรู้ในขั้นต่างๆ ของผู้เรียน โดยผู้เรียนต้อง 1) เกิดแรงจูงใจและสนใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์ 2) เก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐานที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม3) สร้างคำอธิบายจากหลักฐานเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ 4) เชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ และ 5) สามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามถามที่เกี่ยวข้อง (National Research Council, 2000; อ้างถึงในศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554)

ผู้วิจัยได้ทบทวนบทความวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับพันธะเคมี เริ่มจากการศึกษาของ ศรีบุญตาม โจมศรี และปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง (2553) ซึ่งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังมโนมติ พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80.95 และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 19.04 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากใช้แผนผังมโนมติในขั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งเป็นการใช้ความสามารถในการสรุปเนื้อหาจากเรื่องที่เรียน สรุปความเข้าใจของตนเอง โดยนำเอาเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาเชื่อมโยงให้สัมพันธ์กัน ดังนั้นเพื่อเป็นการตรวจสอบมโนมติที่เกิดขึ้นของนักเรียนว่าครอบคลุมเนื้อหาหรือมีความสอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์หรือไม่เพียงใดและเพื่อจะทำให้นักเรียนจดจำได้ง่าย มีความคงทนในการจำ มติในรูปแผนผังมโนมติที่นักเรียนได้สร้างขึ้นนั้น สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมต่อไป

ในขณะเดียวกันนงค์เยาว์ ธนาฤกษ์มงคลกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา และพรพรรณ พึ่งโพธิ์ (2553) ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยวิธีสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีมโดยตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 70/70 และศึกษาพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน โรงเรียนประทุมเทพวิทยาคาร จังวัดหนองคาย ที่เรียนด้วยวิธีการสอนนี้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 แบบแผนการวิจัยที่ใช้คือการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบสังเกตพฤติกรรมกลุ่มเป็นเครื่องมือในการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ

ค่าดัชนีประสิทธิผล และทดสอบแบบที ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 72/70 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี

นอกจากนี้สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2554) ก็ได้ศึกษาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล T5 แบบกระดาษ เรื่องพันธะเคมี พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล T5 แบบกระดาษ เรื่องพันธะเคมี สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนธารทองพิทยาคมสูงขึ้น และช่วยลดมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ลดลงได้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล T5 นั้น เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเน้นการมอบหมายงาน (Task-based approach) แก่ผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับความรู้ จากการคิด จากการลงมือปฏิบัติ การให้ข้อเสนอแนะจากเพื่อนและครูผู้สอนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการทำงาน สามารถนำงานของตนเองไปปรับปรุงแก้ไข สามารถพัฒนาความเข้าใจ และความรู้ของนักเรียนทำให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้นในเรื่องพันธะเคมี ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วยขึ้น

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ค่อนข้างน้อย จึงจำเป็นต้องพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาดังกล่าว เพราะเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาเคมีในเนื้อหาต่อไป โดยผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพเพื่อพัฒนามโนมติเรื่องพันธะโคเวเลนต์ เพราะเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาเคมีของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์
2. เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและหลังเรียนผ่านไปแล้วสามสัปดาห์นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและหลังเรียนผ่านไปแล้วสามสัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย รวม 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง ชั่วโมงละ 50 นาที รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง รวมการทดสอบก่อนเรียน ปฐมนิเทศก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียนด้วย โดยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2557 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในวิชาเคมีพื้นฐาน ว 31102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์สอดคล้องกับสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานที่ ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และสถานที่ทำการวิจัย ได้แก่ โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา ตำบลห้วยขะยุง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวมีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (*one-group pretest-posttest time series design)* ได้แก่ $O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2 \rightarrow O_3$ โดย X แทนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ ส่วน O_1, O_2และ O_3แทนการวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน และความคงทนของความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนผ่านไปแล้ว 21 วัน ตามลำดับ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม. 4/1 และ 4/2) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29 จำนวน 31 คน สำหรับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 17 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบการสอน ซึ่งมีเพียงห้องเดียว

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือทดลองในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (รายละเอียดในตารางที่ 1) และแบบจำลองเชิงกายภาพโมเลกุลโคเวเลนต์ ดังแสดงในภาพที่ 1

ตารางที่ 1 เนื้อหาและกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

พันธะโคเวเลนต์	กิจกรรมหลักในการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การเกิดพันธะ	เกมจับคู่ : ชนิดของพันธะจากเลขอะตอมและสัญลักษณ์ของธาตุ	2
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อ	เกมการเขียนสูตรจากชื่อสารประกอบที่ กำหนดให้ กิจกรรมฉันเป็นใคร : จับคู่สูตรเคมีและชื่อจากบัตร คำที่กำหนดให้	3
3. รูปร่างโมเลกุล	การสร้างรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์จากเม็ดโฟมจากโจทย์กำหนดให้	3
4. สภาพขั้วของโมเลกุล	ปัจจัยที่มีผลต่อจุดเดือดของสารประกอบโคเวเลนต์	3
รวม		**11**

ภาพที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้สื่อการสอนแบบจำลองเชิงกายภาพ

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ โดยเป็นแบบทดสอบชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้นแบบสี่ตัวเลือกและสี่เหตุผล (two-tier four-choice items) จำนวน 22 ข้อ โดยผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เนื้อหาในแบบทดสอบประกอบด้วย การเกิดพันธะ

โคเวเลนต์ ประกอบด้วย การเขียนสูตรและการเรียกชื่อ รูปร่างโมเลกุล และสภาพขั้วของโมเลกุลจำนวน 5, 3, 7 และ 7 ข้อ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.25– 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่น (KR_{20}) เท่ากับ 0.68 ตัวอย่างแบบทดสอบแสดงในภาพที่ 2

คำถามที่ 1 พิจารณาสารต่อไปนี้

H_2S (I) $CHCl_3$ (II) BF_3 (III) SF_4 (III) CO_2 (IV) (V)

ข้อสรุปเกี่ยวกับสารเหล่านี้ข้อใดถูกต้อง

ก. สาร (I) ,(II) ,(IV) เท่านั้นเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

ข. สาร (II), (III), (IV) และ (V) เท่านั้นเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

ค. สาร (III) (IV) และ (V) เท่านั้นที่อะตอมต่างๆ มีเวเลนต์อิเล็กตรอนเป็นไปตามกฎออกเตต

ง. สาร (III) และ (IV) เท่านั้นที่อะตอมต่างๆ มีเวเลนต์อิเล็กตรอนไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

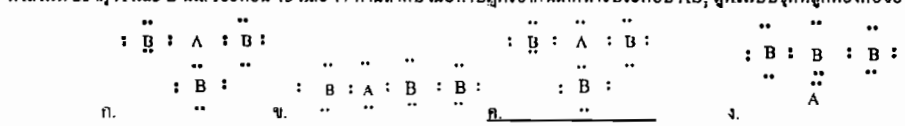
เหตุผล 1. มีเวเลนต์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8

2. มีเวเลนต์อิเล็กตรอนน้อยกว่าหรือมากกว่า 8

3. อะตอมที่ล้อมรอบอะตอมกลางเป็นธาตุชนิดเดียวกัน

4. สารประกอบโคเวเลนต์เกิดจากอโลหะทำปฏิกิริยากับธาตุอโลหะ

คำถามที่ 2 ธาตุ A และ B มีเลขอะตอม 15 และ 17 ตามลำดับ เมื่อทำปฏิกิริยากันเกิดสารประกอบ AB, สูตรแบบจุดที่ถูกต้องคือข้อใด



เหตุผล 1. ต้องเขียนเฉพาะอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ

2. ต้องเขียนแสดงเวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมด

3. เวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมกลางต้องเท่ากับเลขที่หมู่นั้น

4. อะตอมใดเป็นอะตอมกลางก็ได้ และจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนต้องครบ 8

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้นแบบสี่ตัวเลือกและสี่เหตุผล เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้เริ่มต้นโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบทดสอบวัดมโนมติก่อนเรียน (ใช้เวลา 30 นาที) จากนั้นจัดกิจกรรม 4 เรื่อง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง และในตอนสุดท้าย นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติหลังเรียน (ใช้เวลา 30 นาที) หลังจากนั้นอีกสี่สัปดาห์นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคงทนของมโนมติอีกครั้งหลังจากเรียนผ่านไปแล้ว 21 วันหรือ 3 สัปดาห์ (ใช้เวลา 30 นาที)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม และมีเกณฑ์การให้คะแนน ได้แก่ *มโนมติถูกต้อง (good conception)* หมายถึง ตัวเลือกและเหตุผลถูกต้อง ได้ 2 คะแนน*มโนมติคลาดเคลื่อน (alternative conceptions)* หมายถึง ถูกต้องแค่ตัวเลือกและเหตุผล ได้ 1 คะแนน และ *มโนมติผิด (misconception)*หมายถึง ตัวเลือกและเหตุผลไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนนจากนั้นสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเชิงกายภาพ โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน *(dependent sample t-test)* ดังผลที่แสดงในตารางที่ 2 และวิเคราะห์หา

ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติเป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ที่คลาดเคลื่อน และที่ผิด ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ดังผลที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนของนักเรียนแยกตามเนื้อหา เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

เนื้อหาพันธะโคเวเลนต์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		% ก้าวหน้า	ความคงทน		T-test	
		Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Pr-Po	Po-Re
1. การเกิดพันธะ	10.00	3.53	1.50	6.88	1.69	33.50	6.18	1.70	7.99*	2.22*
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อ	6.00	2.41	1.28	3.94	1.71	25.50	3.94	2.08	3.01*	0.00
3. รูปร่างโมเลกุล	14.00	4.41	2.40	8.12	2.50	26.50	8.18	2.50	5.54*	0.164
4. สภาพขั้วของโมเลกุล	14.00	4.65	1.58	8.82	3.07	29.78	8.35	2.74	4.39*	0.94
รวม	**44.00**	**15.00**	**3.34**	27.76	7.57	**29.00**	**26.65**	7.42	**6.77***	**1.11**

Pre-Po และ Po-Re เป็นการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนกับหลังเรียนอย่าง และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับความคงทนตามลำดับโดย *แทนความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ค่า p 0.05

ตารางที่ 3 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ (จำนวนข้อสอบ)	มโนมติก่อนเรียน (ร้อยละ)			มโนมติหลังเรียน (ร้อยละ)			มโนมติคงทน (ร้อยละ)		
	ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน	ผิด	ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน	ผิด	ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน	ผิด
1. การเกิดพันธะ	17.65	35.29	47.06	54.12	29.41	16.47	38.82	45.88	15.29
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อ	7.84	68.03	23.53	47.06	37.25	15.69	52.94	27.45	19.61
3. รูปร่างโมเลกุล	9.24	42.86	25.95	37.82	40.34	21.85	36.97	45.38	18.49
4. สภาพขั้วของโมเลกุล	9.24	46.22	44.54	43.70	36.97	18.49	44.54	31.93	23.53
รวม	**10.96**	**45.72**	**43.05**	**44.65**	**36.36**	**18.72**	**41.98**	**38.77**	**19.52**

สรุปผลการวิจัย

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติก่อนเรียนถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 10.96, 45.72 และ 43.05 ตามลำดับ และมีคะแนนร้อยละมโนมติหลังเรียนถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 44.65, 36.36 และ 18.72 ตามลำดับและเมื่อศึกษาความคงทนทางการเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เท่ากับ 41.98 38.77 และ 19.52 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนหลังเรียนและคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนด้วยการทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (mean 27.76, SD 7.57) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 15.00, SD 3.34) แต่ไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนทางการเรียน (mean 26.65, SD 7.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

จากการวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 15.00 (SD 3.34) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 27.76 (SD 7.57) คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าร้อยละ 29.00 และเมื่อศึกษาความคงทนทางการเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคงทนเฉลี่ยเป็น 26.65 (SD 7.42) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนหลังเรียนและคะแนนวัดความคงทนทางการเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกเนื้อหา และนักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนของมโนมติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกเนื้อหา ยกเว้นเนื้อหาเรื่องการเกิดพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้ามากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้ การเกิดพันธะโคเวเลนต์ สภาพขั้วของโมเลกุล รูปร่างโมเลกุล และการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีความคงทนของมโนมติในทุกเนื้อหา ยกเว้นในเนื้อหาการเกิดพันธะโคเวเลนต์ แสดงว่า การจัดการเรียนรู้ประกอบแบบจำลองเชิงกายภาพมีประสิทธิภาพในการเสริมความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างดี แต่การใช้แบบจำลองอาจจะไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคงทนของมโนมติที่เกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์เท่าใดนัก (ศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554; ศรีบุญตาม โจมศรี และปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2553; Hompromma & Suwannoi, 2010)

ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิดเรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ผลการวิเคราะห์ร้อยละของมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สามารถจำแนกเป็นมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด (ตารางที่ 3) ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกมโนมติ สังเกตได้จากร้อยละของนักเรียนมีมโนมติผิดลดลง โดยมีร้อยละของคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้นกว่าก่อนเรียนในทุกเนื้อหา และมีร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผิดน้อยลงในทุกเนื้อหาเช่นกัน แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพสามารถช่วยลดมโนมติที่ผิดของนักเรียนให้ลดลงได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนมตินั้นอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น จึงส่งผลช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งยังมีการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้น นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ดูแล และสร้างแรงจูงใจ (นงค์เยาว์ ธนาฤกษ์มงคล และคณะ, 2553; สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร,2554; Teenoi & Suwannoi, 2012)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรสำรวจมโนมติเดิมของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อที่จะได้หากิจกรรมที่เหมาะสมและปรับแก้มโนมติของนักเรียนให้ถูกต้องและจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

1.2 ผู้วิจัยควรให้ความสำคัญกับผลของปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติอื่นๆ เช่น ปัจจัยด้านภาษา ความเชื่อในแรงจูงใจ และบริบททางสังคม และจัดการเรียนรู้โดยอาศัยผลการศึกษาผลของปัจจัยเหล่านี้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เป็นกระบวนการสอนที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมากครูผู้สอนควรมีการยืดหยุ่นในการจัดกิจกรรมการเรียนในแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสม เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถและการรับรู้แตกต่างกัน

1.4 แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทดสอบหลังเรียนและใช้วัดความคงทนทางการเรียนควรเป็นข้อสอบชุดใหม่ที่มีความตรงเชิงเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อป้องกันการจดจำข้อสอบของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงบริบทของนักเรียน เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถตีความข้อมูลที่ได้ ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

2.2 ควรทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ กับกลุ่มประชากรอื่นเพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ข้อเสนอแนะในการประดิษฐ์และใช้งานแบบจำลองเชิงกายภาพในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้อำนวยการ คณะครูบุคลากรโรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา และขอขอบคุณนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

นงค์เยาว์ ธนาฤกษ์มงคล, กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา และพรพรรณ พึ่งโพธิ์. (2553). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธะโคเวเลนต์ด้วยกลวิธีสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม. *เอกสารสืบเนื่องจากการประชุม ม.อบ.วิจัยครั้งที่ 4*, 9-10 สิงหาคม 2553 โรงแรมลายทอง จังหวัดอุบลราชธานี.อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ศรีบุญตาม โจมศรี และปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2553). การศึกษามโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา, 4(พิเศษ)*, 95-101.

ศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554). กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 22(3)*, 331-343.

สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554). การเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมี ตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ. *วารสารวิจัย มข. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 1(1)*, 38-57.

Hompromma, O. &Suwannoi, P.(2010).Grade 10 Thai students' analogy for explaining rate of reaction.In D. Palmer,*Proceedings of Australasian Science Education Research Association (ASREA) 2010, 41(1)*, 40-45.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

Teenoi, K. &Suwannoi, P. (2012).Changing grade 11 students' conceptions of solid, liquid and gas.*Proceedings from the International Science Education Symposium (ISES) 2012* (pp. 453-462). KhonKaen: Faculty of Education, KhonKaen University.

การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

ปรมะกิตติ์ วิมลมาลย์ และ ศักดิ์ศรี สุภาษร*
*นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี *E-mail: sakesupasom@gmail.com

บทนำ

เนื้อหาวิชาเคมีส่วนใหญ่เป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ เช่น พันธะโคเวเลนต์ ส่งผลให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์ จึงจำเป็นต้องพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาดังกล่าว เพราะเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาเคมีในเนื้อหาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์
2. เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนมติหลังเรียนและหลังเรียนผ่านไปแล้วสามสัปดาห์นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้น ม.4/1 ภาคเรียนที่ 1/2557 โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา จ.อุบลราชธานี จำนวน 17 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (ตารางที่ 1) และแบบจำลองเชิงกายภาพ (ภาพที่ 1)

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชนิดตัวเลือกสองลำดับขั้นสี่ตัวเลือกและสี่เหตุผล (two-tier four-choice items) จำนวน 22 ข้อ ซึ่งมีค่า P ตั้งแต่ 0.25– 0.80 ค่า r ตั้งแต่ 0.27 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่น (KR20) เท่ากับ 0.68

ตารางที่ 1 เนื้อหาและกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

โครงสร้าง	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
[illegible]	เกมจับคู่ : ชนิดของพันธะจากเลขอะตอมและสัญลักษณ์ธาตุ	2
[illegible]	[illegible]	3
[illegible]	กิจกรรมกลุ่มย่อย : สืบสู่ธรรมชาติและสิ่งรอบตัวเรา	
[illegible]	การสร้างรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์จากเม็ดโฟม	3
[illegible]	[illegible]	3

ภาพที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้สื่อการสอนแบบจำลองเชิงกายภาพ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

เกณฑ์การให้คะแนนวัดมโนมติวิทยาศาสตร์

ตอบถูกทั้งตัวเลือกและเหตุผล	ตอบถูกต้องส่วนใดส่วนหนึ่ง	ตอบผิดทั้งสองส่วน
ได้ 2 คะแนน (Good conceptions)	ได้ 1 คะแนน (Alternative conceptions)	ได้ 0 คะแนน (Misconceptions)

(Dependent samples t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ข้อมูล

จำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม และมีเกณฑ์การให้คะแนน ได้แก่

1. มโนมติถูกต้อง - ตัวเลือกและเหตุผลถูกต้อง ได้ 2 คะแนน
2. มโนมติคลาดเคลื่อน - ถูกต้องแค่ตัวเลือกหรือเหตุผล ได้ 1 คะแนน และ
3. มโนมติผิด - ตัวเลือกและเหตุผลไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

จากนั้นสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเชิงกายภาพ โดยใช้สถิติ dependent sample t-test ดังผลในตารางที่ 2 และวิเคราะห์หาร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติเป็นมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ดังผลในตารางที่ 3

ผลการวิจัย

ตารางที่ 2 มโนมติก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

เนื้อหาพันธะโคเวเลนต์	เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		%	ความคงทน		T-test	
		Mean	SD	Mean	SD	ก้าวหน้า	Mean	SD	Pr-Po	Po-Re
[illegible]	10.00	3.53	1.50	6.88	1.89	33.50	6.18	1.70	7.99	2.22
[illegible]	6.00	2.41	1.28	3.94	1.71	25.50	3.94	2.08	3.01	0.00
[illegible]	4.00	4.41	2.40	6.12	2.80	26.50	6.18	2.60	5.64	0.164
	14.00	4.65	1.58	8.82	3.07	29.78	8.35	2.74	4.39	0.94
	34.00	15.00	3.54	27.76	7.57	29.00	26.65	7.42	8.77	1.11

ตารางที่ 3 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

มโนมติ	มโนมติก่อนเรียน (%)			มโนมติหลังเรียน (%)			มโนมติคงทน (%)		
	ถูก	คลาดเคลื่อน	ผิด	ถูก	คลาดเคลื่อน	ผิด	ถูก	คลาดเคลื่อน	ผิด
[illegible]	17.65	35.29	47.06	54.12	29.41	16.47	36.62	45.80	15.29
	7.84	68.03	23.53	47.06	37.25	15.69	52.94	27.45	19.61
[illegible]	9.24	42.86	25.96	97.82	40.34	21.85	36.97	45.38	18.48
	9.24	46.22	44.54	43.70	36.97	18.49	44.54	31.93	23.53
	10.08	45.72	43.05	44.36	36.36	18.72	41.96	39.77	18.52

อภิปราย

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติก่อนเรียนเป็น 10.96, 45.72 และ 43.05 ตามลำดับ และร้อยละมโนมติหลังเรียนเป็น 44.65, 36.36 และ 18.72 ตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 21 วันพบว่านักเรียนมีร้อยละมโนมติเป็น 70.63, 21.16 และ 8.21 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียน (mean 27.76, SD 7.57, 63.10%) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 15.00, SD 3.34, 34.09%) แต่ไม่แตกต่างกับคะแนนวัดความคงทนทางการเรียน (mean 26.65, SD 7.42, 60.57%) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เอกสารอ้างอิง

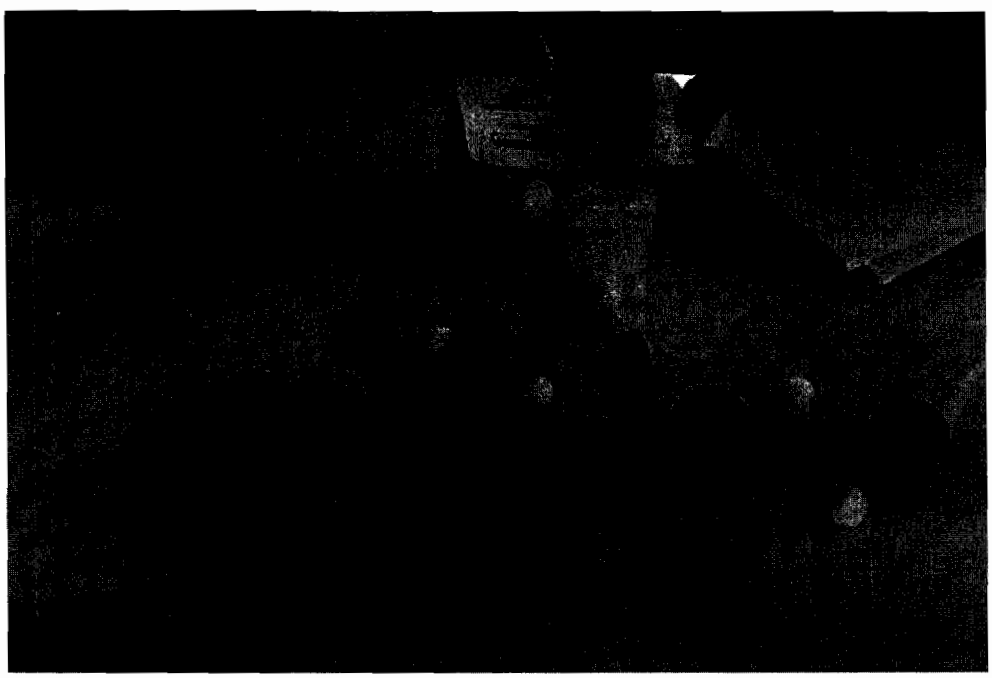
1. ปัญญาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2551). วารสารศึกษาศาสตร์ (ฉบับพิเศษ) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 31(3), 27-35.
2. ศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554). วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 22(2), 332-342.
3. สมเจตน์ ธุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554). วารสารวิจัย มข. 1(1), 58-67.
4. Teenoi, K. &Suwannoi, P. (2012). Proceedings from the International Science Education Symposium (ISES) 2012 (pp. 453-462).

Copy right of the Mater of Science Program in Science Education Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
(www.scied.scubu.ac.th)

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ

ภาพที่ จ.1 กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ



ภาพที่ จ.1 กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ (ต่อ)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายเปรมศักดิ์ สิมมาเคน

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2551
ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2553

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2551 นักวิชาการศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์
เพื่อการศึกษาอุบลราชธานี
พ.ศ. 2552-ปัจจุบัน
โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา
อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน ครู
โรงเรียนห้วยขะยุงวิทยา
อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
โทรศัพท์ 085-7789359
Email; simmaken_farm@yahoo.com