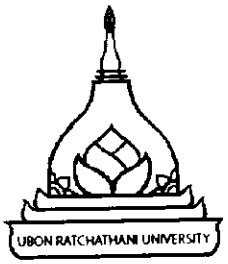
การสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

วรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



SURVEYING GRADE 10 STUDENTS' SCIENTIFIC CONCEPTS ABOUT MOLECULAR SHAPES AND PROPERTIES OF COVALENT COMPOUNDS BY USING INQUIRY LEARNING

WARUNAN CHOYKITTIPUN

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 2015

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ผู้วิจัย นางสาววรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา	กรรมการ
ดร.กุลธิดา นุกูลธรรม	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร ดร.กุลธิดา นุกูลธรรม ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ รวมถึงคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและความรู้แก่ข้าพเจ้า

ขอกราบขอบพระคุณคณะครูและนักเรียนในโรงเรียนบ้านนาสารทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้เงินทุนสนับสนุนในการศึกษาระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตในครั้งนี้ และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาที่ดี จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปด้วยดี

วรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ผู้วิจัย : วรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา

คำสำคัญ : มโนมติวิทยาศาสตร์, รูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ การเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบและสำรวจคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแบบทั้งชั้นเรียนและรายเนื้อหาเรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ แบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 37 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และแบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลจำนวน 20 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย มโนมติวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มโนมติที่สมบูรณ์ มโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ มโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน มโนมติที่คลาดเคลื่อน และไม่มีมโนมติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียนและรายเนื้อหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถเพิ่มมโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ในการสอบก่อนเรียนจากร้อยละ 9.46 เป็น 80.94 ในการสอบหลังเรียน ในขณะที่มโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน มโนมติที่คลาดเคลื่อน และไม่มีมโนมติ ลดลงจากร้อยละ 90.54 ในการสอบก่อนเรียนเป็น 19.06 ในการสอบหลังเรียน โดยเนื้อหาเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์สูงที่สุด จากร้อยละ 18.92 เป็น 84.05

ABSTRACT

TITLE : SURVEYING GRADE 10 STUDENTS' SCIENTIFIC CONCEPTS ABOUT MOLECULAR SHAPES AND PROPERTIES OF COVALENT COMPOUNDS BY USING INQUIRY LEARNING

AUTHOR : WARUNAN CHOYKITTIPUN

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. KARNTARAT WUTTISELA, Ph.D.

KEYWORDS : SCIENTIFIC CONCEPTS, MOLECULAR SHAPES AND PROPERTIES OF COVALENT COMPOUNDS, INQUIRY LEARNING

The aims of this research were to compare and survey students' scientific concepts for whole class and for each conception related to molecular shapes and properties of covalent compounds by the use of inquiry learning. A one-group pre-test/post-test design was used as a research design. Samples were 37 grade-10 in the second semester of academic year 2014. Research instruments were inquiry learning lesson plans and two-tier diagnostic test containing 20 questions. Data was analyzed by percentage and mean. Scientific concept were categorized as 5 levels of understanding: complete understanding (CU) , partial understanding (PU), and partial understanding with specific alternative conceptions, alternative conceptions (AC) and no understanding (NU). The results showed that the post-test scientific concepts score for whole class and for each concept was statistically significantly higher than the pre-test score at the significant level of .05. Inquiry-based learning enhanced CU and PU for whole class from 9.46% in the pre-test to 80.94% in the posttest whereas the AC decreased from 90.54% in the pre-test to 19.06% in the posttest. The students had the highest scientific concepts score for molecular shapes from 18.92% in the pre-test to 84.05% in the post-test.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 มโนมติ (Concept)	6
2.2 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	7
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	17
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	17
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	18
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	19
3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	21
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 24

4.2 มโนมติเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 43

5.2 ข้อเสนอแนะ 44

เอกสารอ้างอิง **46**

ภาคผนวก

ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 51

ข แบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ 68

ค รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ 75

ง คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 79

จ มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 82

ฉ ภาพการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะ 94

ประวัติผู้วิจัย **101**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	กระบวนการจัดการเรียนรู้ พฤติกรรมของนักเรียน และบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น	10
3.1	มโนมติวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่ม	23
4.1	คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์รายชั้นเรียน (n = 37 คะแนนเต็ม 60 คะแนน)	24
4.2	คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์	25
4.3	ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนของข้อสอบแต่ละข้อ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์	29
4.4	ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์และมโนมติคลาดเคลื่อนเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์แต่ละเนื้อหา	30
4.5	มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียนในข้อคำถามที่ 6	32
4.6	มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียนในข้อคำถามที่ 3	34
4.7	มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียนในข้อคำถามที่ 4	35
4.8	มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียนในข้อคำถามที่ 9	36
4.9	มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียนในข้อคำถามที่ 10	38
4.10	มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียนในข้อคำถามที่ 14	40
4.11	มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียนในข้อคำถามที่ 19	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.1	ค่าความเที่ยงโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมี 3 ท่าน ใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	77
ค.2	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	78
ง.1	คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์	80

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้	9
2.2	แบบจำลองโมเลกุล AB_2	16
3.1	อัตราส่วนการผูกขั้วลูกโป่งลูกเล็ก: ลูกโป่งลูกใหญ่ (a) อัตราส่วน 2:1 (b) อัตราส่วน 3:1 (c) อัตราส่วน 2:2	18
3.2	แบบจำลองโมเลกุล (a) โฟม (b) โฟมและแผ่นใส (c) โฟม แผ่นใสและเทปดำ	18
4.1	ร้อยละของคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	27
4.2	ร้อยละของมโนมติวิทยาศาสตร์และมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์	30
4.3	รูปร่างโมเลกุลของ H_3O^+ (a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b-e) มโนมติที่คลาดเคลื่อน	32
4.4	สารโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างแบบพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม (a) มโนมติที่สมบูรณ (b-c) มโนมติที่คลาดเคลื่อน	34
4.5	สารโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ (a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b) มโนมติที่คลาดเคลื่อน	35
4.6	การเรียงลำดับมุมระหว่างพันธะของ Cl_2 BF_3 และ SF_6 (a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b) มโนมติที่คลาดเคลื่อน	36
4.7	การเรียงลำดับมุมระหว่างพันธะของแก๊สมีเทน แก๊สแอมโมเนียและน้ำ (a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b) มโนมติที่คลาดเคลื่อน	38
5.1	แบบจำลองโมเลกุลจากโฟมและไม้จิ้มฟัน กระดาษลังใช้แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	45
จ.1	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะในโมเลกุลของ PCl_5 และเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 ไม่ถูกต้อง	83
จ.2	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 ได้ถูกต้อง แต่บอกรูปร่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง	83
จ.3	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 ถูกต้อง แต่บอกรูปร่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
จ.4	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ BCl_3 ถูกต้องแต่บอกรูปร่างไม่ถูกต้อง และเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 ไม่ถูกต้อง โดยไม่คำนึงถึงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของธาตุไนโตรเจนรวมถึงบอกรูปร่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง	84
จ.5	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้าง PCl_5 โมเลกุลไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะแต่บอกรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง และเขียนสูตรโครงสร้าง NH_3 และ BCl_3 ไม่ถูกต้อง	85
จ.6	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้าง NH_3 ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง และเขียนสูตรโครงสร้างของ PCl_3 และ BCl_3 ไม่ถูกต้องโดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง ตามลำดับ	85
จ.7	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้าง NH_3 ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง	86
จ.8	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้องโดยไม่คำนึงถึงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง	86
จ.9	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้องโดยไม่คำนึงถึงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	87
จ.10	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้องโดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับประจุบวก	87
จ.11	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้องโดยไม่คำนึงถึงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางและประจุบวก	88
จ.12	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้อโดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับประจุบวก	88
จ.13	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง	89
จ.14	นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง	89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
จ.15	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ธาตุ ส่งผลให้การทำนายรูปร่างโมเลกุลและการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะคลาดเคลื่อนไป	90
จ.16	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รอบอะตอมกลางในโมเลกุลของ H_2O และ NH_3 ส่งผลให้การทำนายส่งผลให้การทำนายรูปร่างโมเลกุลและการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะคลาดเคลื่อนไป	90
จ.17	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสภาพขั้วของ C_6H_{14} 83	91
จ.18	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสภาพขั้วของ CH_3OH 83	91
จ.19	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 และ H_2O และสมบัติเกี่ยวกับการละลายของสารโคเวเลนต์	92
จ.20	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมบัติการละลายของสารโคเวเลนต์	92
จ.21	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบจุดเดือดของ NH_3 และ H_2O โดยไม่คำนึงถึงความแรงของสภาพขั้ว	93
จ.22	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของ CH_4	93
ฉ.1	การทดลองเรื่องการจัดเรียงตัวของลูกโป่งและโมเดลโฟมกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	95
ฉ.2	การทดลองเรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งและโมเดลโฟมกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	95
ฉ.3	การทดลองเรื่องการจัดเรียงตัวของลูกโป่งและโมเดลโฟมกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	96
ฉ.4	การทดลองเรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งและโมเดลโฟมกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	96
ฉ.5	ชมวีดีทัศน์ เรื่อง paper-marbling เรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	97
ฉ.6	ทำการทดลอง เรื่อง การละลายของสารโคเวเลนต์ที่โมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว	97
ฉ.7	ผลการทดลอง เรื่อง การละลายของสารโคเวเลนต์ที่โมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว	98
ฉ.8	ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาจุดเดือดของสารโคเวเลนต์	98
ฉ.9	ชมวีดีทัศน์ เรื่อง การทดลองหาจุดเดือดของสาร	99

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ฉ.10	ทำการทดลองหาจุดเดือดของสารโคเวเลนต์	99
ฉ.11	นักเรียนบันทึกผลการทดลองหาจุดเดือดของสารโคเวเลนต์	100

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เคมีเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมโนมติที่เกี่ยวกับวิชาเคมีจำนวนมากมักจะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ เช่น เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับนามธรรมทำให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์และรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ (สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554: 39-57; อ้างอิงจาก มนตรี เชื้อพันธ์, 2544; เยาวเรศ ใจเย็น, เพ็ญศรี บุญสวรรค์ส่ง และนฤมล ยุตาคม, 2550; Peterson and Treagust, 1989) สำหรับการทำนายเรื่องรูปร่างโมเลกุลนั้น นักเรียนส่วนใหญ่จะเข้าใจหลักของทฤษฎีแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion; VSEPR) แต่ไม่สามารถนำมาประยุกต์เพื่อทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง นักเรียนบางคนพิจารณาเพียงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ หรือบางคนพิจารณาเพียงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและนักเรียนบางกลุ่มเข้าใจว่าขั้วของพันธะสามารถทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551: 10-19(ก); อ้างอิงจาก เพ็ญศรี บุญสวรรค์ส่ง และวรรณทิพา รอดแรงค้า, 2549; Nicoll, 2001; Ozmen, 2004: 147-158) ซึ่งหากนักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องรูปร่างโมเลกุลก็จะส่งผลต่อการพิจารณาสภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นขยายความรู้ (elaboration) และขั้นประเมินผล (evaluation) ตามลำดับ พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติการ วางแผน และออกแบบวิธีการในการแสวงหาความรู้เพื่อค้นพบความรู้ต่างๆ โดยเริ่มจากขั้นสร้างความสนใจ มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความอยากรู้ อยากเห็นโดยการใช้คำถามหรือการสาธิตเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในการกำหนดประเด็นปัญหาที่จะเชื่อมโยงไปสู่ขั้นสำรวจและค้นหาซึ่งนักเรียนจะได้ช่วยกันระดมสมองในการวางแผนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ลงมือปฏิบัติกิจกรรมและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุปโดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลซึ่งกันและกัน ในขั้นขยายความรู้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษามา

ประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ และในขั้นประเมินผลนักเรียนสามารถนำเอาองค์ความรู้ที่ได้สร้างขึ้นมาด้วยตนเองมาใช้ในการตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้อะไร อย่างไร และมากน้อยเพียงใด (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) นอกจากนั้นแล้วการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้เข้ามามีส่วนช่วยการแก้ปัญหาเรื่องความเข้าใจคลาดเคลื่อน มีรายงานการวิจัยเป็นจำนวนมากที่บ่งชี้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจ เกี่ยวกับสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสสารในวิชาเคมีได้ดียิ่งขึ้น เช่น (กมลนุช ไชยมัชชิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557: 165-175; อ้างอิงจาก ศรีบุญตาม โจมศรี, 2553) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติและเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสืบเสาะหา ความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองซึ่งพบว่าการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และยังช่วยให้นักเรียนจดจำเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายและมีความคงทนในการจดจำ (เบญจพร อินทรสด, กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา และอริสรา อิสสะรีย์, 2554: 233-244) ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสอนแบบสืบเสาะสำเร็จรูป ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบแนะนำ (GI) และการสืบเสาะสำเร็จรูป (SI) วิชาเคมี เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งสองรูปแบบทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกันกับ (กมลนุช ไชยมัชชิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557: 165-175; อ้างอิงจาก พนิดา กันยะกาญจน์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2557) ได้ศึกษาการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบเปรียบเทียบผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีร้อยละมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการจัดการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2554–2556 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยนักเรียนเข้าใจว่าการทำนายรูปร่างโมเลกุลขึ้นอยู่กับแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ รวมทั้งยังสับสนเกี่ยวกับธรรมชาติของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลกับจุดเดือดและจุดหลอมเหลว ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องเข้าใจให้ถ่องแท้เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาเคมีได้ตระหนักเห็นความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้กับนักเรียนที่เรียนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 เพื่อสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยทางการศึกษา เรื่อง การสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีวัตถุประสงค์ทั้งหมด 4 ข้อ ดังนี้

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์รายเนื้อหาก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2.3 เพื่อสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2.4 เพื่อสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์รายเนื้อหาก่อนเรียนและหลังเรียน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

งานวิจัยทางการศึกษา เรื่อง การสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีสมมติฐานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั้งหมด 4 ข้อ ดังนี้

1.3.1 นักเรียนทั้งชั้นเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 นักเรียนมีคะแนนมโนมติทุกรายเนื้อหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 นักเรียนทั้งชั้นเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงกว่าก่อนเรียน

1.3.4 นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงกว่าก่อนเรียนทุกรายเนื้อหา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านนาสาร จำนวน 70 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 37 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากประชากร

1.4.3 ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

1.4.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

1.4.3.2 ตัวแปรตาม คือ มโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

1.4.5 ระยะเวลาในการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ รวมเวลา 10 ชั่วโมง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 การใช้แบบจำลองโมเลกุลที่ทำจากโฟมและแผ่นใสจะช่วยให้นักเรียนเห็นโครงสร้างและเข้าใจเรื่องรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์มากยิ่งขึ้น

1.5.2 นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการอธิบายสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการละลาย และการเปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารโคเวเลนต์ได้

1.5.3 นักเรียนได้ระดมความคิด ลงมือปฏิบัติและทำการทดลองด้วยตนเองส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทน สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับองค์ความรู้ใหม่ได้

1.5.4 นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

1.5.5 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเพิ่มมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง รูปแบบจัดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินผล

1.6.2 มโนมติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.6.3 มโนมติวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดจากข้อเท็จจริง หลักการ สถานการณ์ต่าง ๆ หรือการเรียนรู้ที่มีความหมายแล้วนำมาประมวลเป็นความรู้ ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

1.6.4 มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่แตกต่างไปจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกตหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่ไม่สมบูรณ์ทำให้การตีความหรือให้ความหมายกับประสบการณ์ใหม่เบี่ยงเบนไป

1.6.5 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เหตุผล (two-tier diagnostic test) เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ จำนวน 20 ข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามมี 2 ส่วนที่ต้องตอบ คือ ส่วนแรกเป็นคำถามประเภทตัวเลือกมี 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของส่วนแรก

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและนำมาเรียบเรียงเป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานในการวิจัยซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

2.1 มโนมติ (Concept)

2.2 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มโนมติ (Concept)

2.1.1 ความหมายของมโนมติ

มโนมติ แปลจากคำว่า Concept ในปัจจุบันที่นิยมใช้ในภาษาไทยมีอยู่หลายคำ เช่น มโนมติ มโนทัศน์ ความคิดรวบยอด และแนวคิด เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “มโนมติ”

มโนมติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (สมเจตต์ อุระศิลป์, 2553: 8; เปรมศักดิ์ สิมมาเคน, 2557: 8) โดยบุคคลนั้นจะนำผลการรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขา ทำให้เกิดมโนมติซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้มากขึ้น (ยศธร บรรเทิง, 2556: 10; อ้างอิงจาก ภพ เลาหไพบูลย์, 2540)

2.1.2 ความหมายมโนมติวิทยาศาสตร์

มโนมติวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดความเข้าใจที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์นั้นๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมแล้วนำมาประมวลสัมพันธ์อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยข้อเท็จจริงและหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ (สมเจตต์ อุระศิลป์, 2553: 9; เปรมศักดิ์ สิมมาเคน, 2557: 9) โดยใช้คุณลักษณะสำคัญที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายคุณลักษณะของสิ่งนั้นและให้คำจำกัดความของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้นเป็นคุณสมบัติหรือลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของสิ่งนั้น (รุ่งโรจน์ โคตรนารา, 2555: 15)

2.1.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception)

มโนมติที่คลาดเคลื่อนว่า หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับข้อสรุปที่สังคมของนักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกตและประสบการณ์เดิมของบุคคลในการสร้างความรู้นั้น (รุ่งโรจน์ โคตรนารา, 2556) ซึ่งคำตอบหรือคำอธิบายที่แสดงถึงความเชื่อหรือความรู้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง คลุมเครือ สับสน ไม่มีเหตุผลเพียงพอ ปราศจากพื้นฐานหรือไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ (พนิดา กันยะกาญจน์, 2557: 19; อ้างอิงจาก วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2554)

2.1.4 ความเข้าใจมโนมติ

ความเข้าใจมโนมติ หมายถึง ระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek (Mungsing, 1993; อ้างอิงจาก Westbrook and Marek, 1991 และ 1992) ซึ่งจัดการให้คะแนนเป็น 5 กลุ่มตามลำดับความเข้าใจดังนี้

2.1.4.1 มโนมติที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

2.1.4.2 มโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูก แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

2.1.4.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ให้เหตุผลไม่ถูกหรือไม่ให้เหตุผล หรือเลือกคำตอบไม่ถูกแต่ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน ให้ 1 คะแนน

2.1.4.4 มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

2.1.4.5 ไม่มีมโนมติ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2.2 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมี ระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน (อุดมลักษณ์ นกพึงพุ่ม, 2545: 49; จิรพันธุ์ ทัศนศรี, 2548:24) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ซึ่งแต่ละบุคคลใช้

กระบวนการคิดทางสมอง ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ ความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง (Sund and Trowbridge, 1974: 53-55)

2.2.2 ขั้นตอนของการสอนแบบแบบสืบเสาะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 219-220) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบ 5E ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

2.2.2.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนฝึกสร้างคำถาม ร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2.2.2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว วางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

2.2.2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างองค์ความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

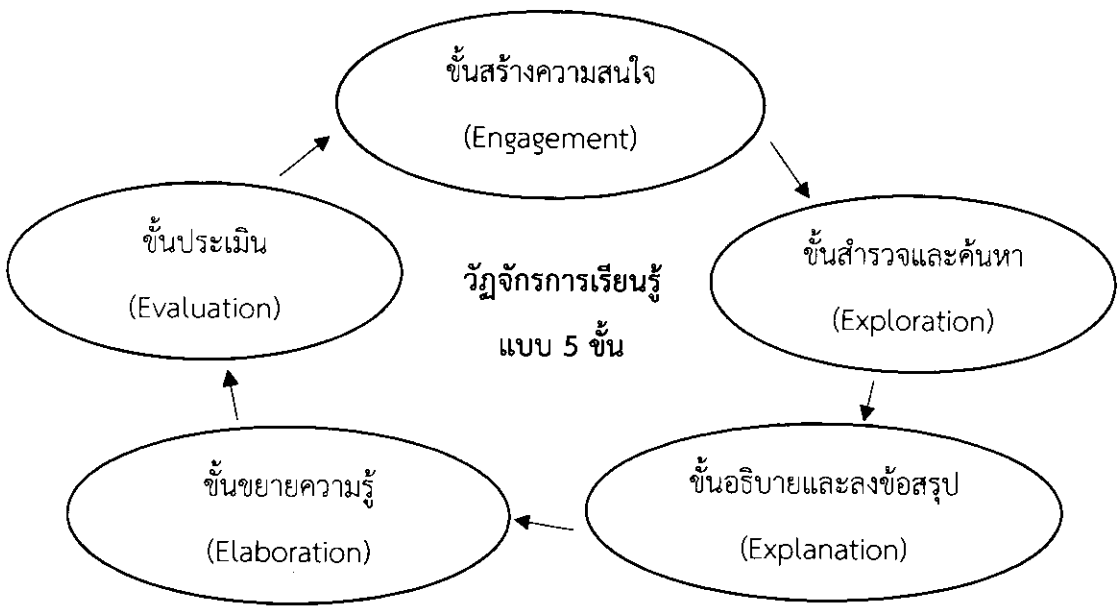
2.2.2.4 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ค้นเพิ่มเติมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆและทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

2.2.2.5 ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ จะนำไปสู่ ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการ

สืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก หลักการ และทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ ดังภาพ 2.1

จากการศึกษาขั้นตอนของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้น และมีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดขึ้น ทั้งนี้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546

2.2.3 พฤติกรรมของนักเรียนและบทบาทของครูในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551: 39-42) ได้อธิบายกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ พฤติกรรมของนักเรียน และบทบาทของครูในแต่ละขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 กระบวนการจัดการเรียนรู้ พฤติกรรมของนักเรียน และบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมของนักเรียน	บทบาทของครู
ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นเริ่มต้นของกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมควรจะโยงสิ่งที่เป็นประสบการณ์ที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้วและ	- ถามคำถาม เช่น ทำไมถึงเกิดเช่นนี้ อะไรที่ฉันรู้แล้วบ้างเกี่ยวกับเรื่องนี้ ข้อมูลอะไรที่ฉันสามารถหาเพื่อศึกษาเรื่องนี้ จะมีวิธีการแก้ปัญหาเรื่องนี้อย่างไร	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้ อยากเห็น - ตั้งคำถามหรือปัญหา - ตรวจสอบหรือหาความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิด
สิ่งที่กำลังเรียนอยู่ และกิจกรรมควรมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	- แสดงความสนใจในหัวข้อที่จะศึกษา	หรือหัวข้อที่กำลังจะสอน
ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะรับประสบการณ์เพื่อหาและพัฒนาแนวคิด กระบวนการและทักษะของตน	- คิดอย่างสร้างสรรค์ภายใต้กิจกรรมที่กำหนด - ทดสอบการทำนายและสมมติฐาน - ตั้งการทำนายและสมมติฐานใหม่ - หาวิธีการแก้ปัญหาและอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการนั้นกับเพื่อนร่วมชั้น - บันทึกสิ่งที่สังเกตได้ - ตรวจสอบแนวคิดของตน	- สนับสนุนให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม - สังเกตและฟังขณะนักเรียนทำงาน - ถามคำถามเพื่อชี้ประเด็นให้นักเรียนรู้ทิศทางว่าเขากำลังตรวจสอบอะไร - ให้เวลากับนักเรียนในการสำรวจตรวจสอบ - เป็นที่ปรึกษา
ขั้นอธิบาย เป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียนพิจารณาประเด็นต่าง ๆ	- อธิบายคำตอบที่เป็นไปได้แก่เพื่อนร่วมชั้น - ฟังการอธิบายของเพื่อนกลุ่ม	- สนับสนุนให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและนิยามตามความเข้าใจของนักเรียนเอง

ตารางที่ 2.1 กระบวนการจัดการเรียนรู้ พฤติกรรมของนักเรียน และบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมของนักเรียน	บทบาทของครู
ในขั้นสร้างความสนใจและขั้นสำรวจและค้นหาที่ผ่านมา และเปิดโอกาสให้แสดงความเข้าใจ กระบวนการ หรือทักษะของตน ในขั้นนี้ครูสามารถนำเสนอแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะของนักวิทยาศาสตร์	- อธิบายคำตอบที่เป็นไปได้แก่เพื่อนร่วมชั้น - ฟังการอธิบายของเพื่อนกลุ่มอื่นอย่างพินิจพิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับการอธิบายของผู้อื่น - ฟังและพยายามทำความเข้าใจการอธิบายจากครู - เชื่อมโยงกับกิจกรรมที่ผ่านมา - ใช้ข้อมูลที่บันทึกจากการสังเกตในการอธิบาย	- สนับสนุนให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและนิยามตามความเข้าใจของนักเรียนเอง - ถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแสดงหลักฐานและสร้างความกระจ่างกับสิ่งที่สำรวจหรือค้นหา - เตรียมคำนิยาม คำอธิบาย และคำศัพท์ใหม่ - ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนในการอธิบายแนวคิด
ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นท้าทายและขยายความใจของนักเรียนให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะเพิ่มเติม การเรียนรู้แบบร่วมมือจะเกิดขึ้นในขั้นนี้ด้วย นักเรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจที่ลึกและกว้างขึ้นจากประสบการณ์ใหม่	- การประยุกต์หรือขยายแนวคิดกระบวนการหรือทักษะของตน - นำความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ - ร่วมอภิปรายเป็นกลุ่ม - แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนแนวคิดที่ตนเข้าใจกับผู้อื่น - รับข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อนร่วมชั้น - เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่	- กระตุ้นนักเรียนให้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดของตน - ให้ข้อมูลป้อนกลับ - จัดเตรียมประสบการณ์หรือสถานการณ์หรือปัญหาใหม่

ตารางที่ 2.1 กระบวนการจัดการเรียนรู้ พฤติกรรมของนักเรียน และบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมของนักเรียน	บทบาทของครู
ขั้นประเมิน ขั้นประเมินเป็นขั้นสนับสนุนให้นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจและความสามารถของตน และครูได้มีโอกาสประเมินนักเรียนว่าเป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่อย่างไร	- ประเมินการพัฒนาความเข้าใจของตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างและเรียนรู้อย่างไร - เปรียบเทียบความรู้เดิมและแนวคิดที่ได้ค้นพบเพิ่มเติม - ทำแบบวัดและประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของตน	- กระตุ้นให้นักเรียนประเมินความเข้าใจของตน - วัดและประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน - ใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 60-61) และ ภพ เลาหไพบูลย์ (2542: 126) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

(1) ข้อดี

(1.1) เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่

(1.2) การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

(1.3) ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

(1.4) นักเรียนได้มีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้นักเรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีก

(1.5) นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมายเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา

(1.6) ช่วยพัฒนาอัตมโนทัศน์แก่ผู้เรียน

(1.7) นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

(1.8) ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

(1.9) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

(1.10) ได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

(1.11) สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

(2) ข้อจำกัด

(2.1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามกำหนดไว้

(2.2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียนและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

(2.3) นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ เนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก หรือไม่มีการกระตุ้นมาพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

(2.4) นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้น เพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

(2.5) ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งเกิดการเรียนรู้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนมติ

ชาตรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสวรรค์ส่ง และวรรณทิพา รอดแรงค้า (2549: 27-38); Ozmen (2004: 147-158) ได้ทำการศึกษาพบว่าการทำนายรูปร่างโมเลกุลนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จะเข้าใจหลักของทฤษฎีแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion: VSEPR) แต่ไม่สามารถนำมาประยุกต์เพื่อทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง ซึ่งจากงานวิจัยนักเรียนบางคนพิจารณาเพียงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ หรือบางคนพิจารณาเพียงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและนักเรียนบางกลุ่มเข้าใจว่าขั้วของพันธะสามารถทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ ในบางกรณีนักเรียนอาจสับสนเกี่ยวกับธรรมชาติของแรงผลักระหว่างโมเลกุล สอดคล้องกับ Birk and Kurtz (1999: 124-128) ทำการศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่เรียนเคมีมาแล้วจากโรงเรียนมัธยมและระดับอุดมศึกษา โดยตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงใด ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยคำถามที่วัดความเข้าใจ เรื่อง ขั้วของพันธะ รูปร่างโมเลกุล ขั้วของโมเลกุล พลังงานแลตทิซ แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลและกฎออกเตต พบว่ารูปร่างโมเลกุลเกิดจากแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่านั้น หรือรูปร่างโมเลกุลเกิดจากแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเท่านั้น ในเรื่องขั้วของพันธะโคเวเลนต์เกิดจากอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ

เท่ากัน และโมเลกุลไม่มีขั้วเกิดกับโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีเท่ากัน ประจุของไอออนสามารถใช้ทำนายขั้วของพันธะได้

2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนพบว่ารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางวิทยาศาสตร์ในขั้นบูรณาการของนักเรียนได้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนที่หลากหลาย ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ สร้างประสบการณ์ใหม่ต่อจากประสบการณ์เดิม ส่งเสริมความเชื่อมโยงในองค์ความรู้และความคิดเห็นของนักเรียน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลต่างๆ มาใช้เพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความก้าวหน้าในด้านทักษะการเรียนเพิ่มขึ้น (วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2556: 29-52) สอดคล้องกับปรียานุช สถาวรมณี (2548: 61-71) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มทักษะความรู้ในขั้นต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชานั้นๆ เนื่องจากนักเรียนได้มีบทบาทในการเรียนรู้มากขึ้น มีการฝึกปฏิบัติจริงและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับ กมลนุช ไชยมัชชิม และเสนอ ชัยรัมย์ (2557: 39-57) ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารชีวโมเลกุลโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่ม การได้ลงมือทำการทดลองทำให้นักเรียนมีความสุขกับกิจกรรมและสนใจที่จะเรียนรู้มากขึ้น และ Stephen G. Prilliman (2012: บทคัดย่อ) ศึกษาการทดลองแบบสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง เรื่องความหนาแน่น เพื่อสอนเรื่องความคลาดเคลื่อนในการทดลอง โดยให้นักศึกษาสืบเสาะโดยการตอบคำถาม โดยค่อยๆเพิ่มข้อคำถามเพื่อทำให้นักศึกษาเพิ่มการสืบค้นไปเรื่อยๆ และค่อยๆ เกิดความเข้าใจในเรื่องความคลาดเคลื่อนในการทดลอง จนนักศึกษาสามารถสร้างองค์ความรู้ เรื่องความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นขณะการทดลองได้เอง ยอมรับ และเข้าใจว่าความคลาดเคลื่อนในการทดลอง ไม่ใช่ความผิดพลาด งานวิจัยนี้ทำให้นักศึกษามีพื้นฐานการสังเกต เพื่อเรียนรู้และเข้าใจธรรมชาติของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นขณะทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นประสบการณ์เบื้องต้นที่สำคัญสำหรับนักศึกษา ผู้ที่จะต้องเผชิญหน้ากับชนิดของข้อผิดพลาดผ่านประสบการณ์การทดลอง

2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ปัญจพร มาพลาย (2553: บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นกระบวนการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนการสอนรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนอยู่ในระดับมาก

ำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สอดคล้องกับธรรมนูญ ผ่านสำแดง (2554: บทคัดย่อ) ที่ใช้การสอนแบบปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่อง รูปร่างโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ซึ่งผลเป็นเช่นนี้ เพราะการจัดการเรียนการสอนแบบปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการทดลองและนักเรียนได้ใช้ทักษะทางกระบวนการวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนมีกระบวนการคิดและทักษะการเรียนรู้พื้นฐาน 3 ด้าน คือ ทักษะการสังเกต การวิเคราะห์และการคิดอย่างมีเหตุผล ร้อยละ 77.65, 80.87 และ 81.25 ตามลำดับ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติจริงอยู่ในระดับมาก

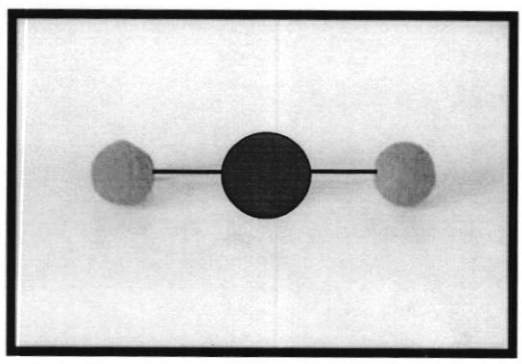
2.3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

เบญจพร อินทรสด, กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา และอริสรา อิสสะรีย์ (2554: 233-244) ได้ศึกษา และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบแนะนำ (GI) และการสืบเสาะสำเร็จรูป (SI) วิชาเคมี เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งสองรูปแบบนั้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนกลุ่ม GI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่ม SI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่านักเรียนกลุ่ม GI มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ High gain ส่วนนักเรียนกลุ่ม SI มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ Medium gain และนักเรียนกลุ่ม SI มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนสูงกว่านักเรียนกลุ่ม GI ทุกมโนมติ เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเองและร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้ซึ่งทำให้นักเรียนได้เข้าใจถึงแนวคิดของเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจนเกิดเป็นความรู้ที่คงทน

2.3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองโมเลกุล

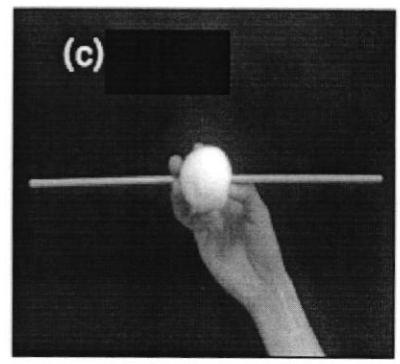
เครื่องมือทางเลือกสำหรับการสอนเรื่องทฤษฎีแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ระบบ AB_x โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว มีการใช้โมเดลโฟมและไม้จิ้มฟัน (กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2557: 209-213) ใช้โฟมแทนธาตุสามัญ ไม้จิ้มฟันแทนพันธะ (ภาพที่ 2.2a) และสารพอลิเมอร์ที่เตรียมขึ้นแทนอะตอมกลาง ตะเกียบแทนพันธะ (ภาพที่ 2.2b) (สายทิพย์ ณ เวียงจันทร์, 2557: บทคัดย่อ) เพื่อสาธิตการสอนเคมีเรื่องรูปร่างโมเลกุลกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนระบบ AB_xE_y โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ใช้โฟมแทนธาตุสามัญ ไม้จิ้มฟันแทนพันธะ และเข็มหมุด 2 อันแทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (ภาพที่ 2.2c) ผลการวิจัยพบว่าการใช้แบบจำลองทำให้นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับจรรยา ไกรสน (2556: บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องรูปร่างโมเลกุลพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบจำลองรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้แบบจำลองโมเลกุลโคเวเลนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวหาง่ายราคาถูกและขณะเดียวกันช่วยกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายกันในเรื่องรูปร่างโมเลกุล มุมพันธะ จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวล้อมรอบอะตอมกลาง ขนาดของอะตอม และสีของอะตอม ซึ่งไม่เหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่ขายตามท้องตลาด ซึ่งช่วยส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันและเผยให้เห็นมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งการใช้แบบจำลองสามารถส่งเสริมผลการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้น ได้ลงมือทำ ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนและสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ เสริมบรรยากาศการเรียนในเนื้อหาเคมีที่เป็นนามธรรมได้ดี (กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2557: 209-213; จรรยา ไกรสน, 2556: บทคัดย่อ; สายทิพย์ ณ เวียงจันทร์, 2557: บทคัดย่อ)



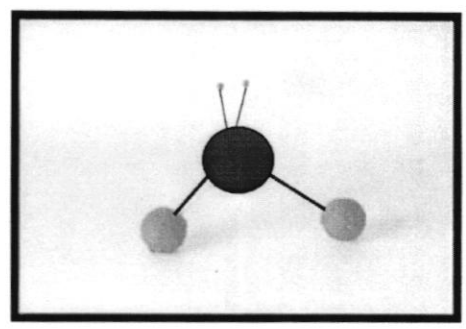
(a) โฟมและไม้จิ้มฟัน

ที่มา: กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2557



(b) พอลิเมอร์และตะเกียบแบบจำลองโมเลกุล AB_2E

ที่มา: สายทิพย์ ณ เวียงจันทร์, 2557



(c) โฟม ไม้จิ้มฟันและเข็มหมุด

ที่มา: กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2557

ภาพที่ 2.2 แบบจำลองโมเลกุล AB_2

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest and posttest design) ดังนี้

$$O_1 \longrightarrow X \longrightarrow O_2 \qquad (3.1)$$

เมื่อ O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 11 จำนวน 70 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

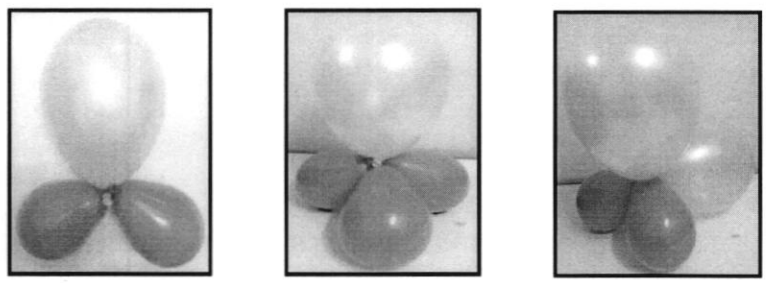
กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive selection) จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 37 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ จำนวน 3 แผน รวมทั้งหมด 10 ชั่วโมง มีรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 5 ชั่วโมง

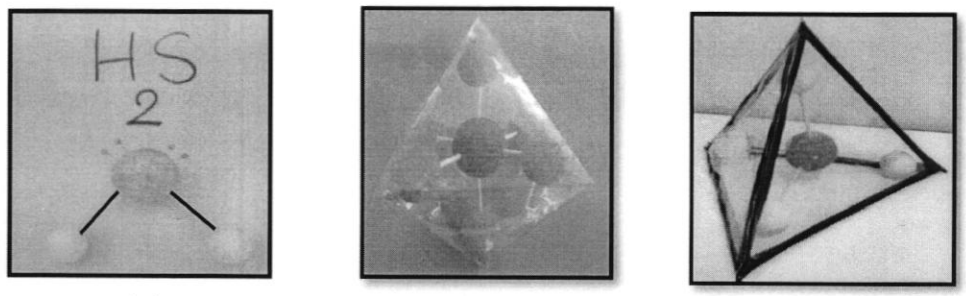
1) กิจกรรมการเรียนรู้หลัก : การจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์



(a) (b) (c)

ภาพที่ 3.1 อัตราส่วนการผูกขั้วลูกโป่งลูกเล็ก: ลูกโป่งลูกใหญ่ (a) อัตราส่วน 2:1 (b) อัตราส่วน 3:1 (c) อัตราส่วน 2:2

2) การทดลอง: แบบจำลองโมเลกุลที่ทำจากโฟม (ภาพที่ ฉ.1-4)



(a) (b) (c)

ภาพที่ 3.2 แบบจำลองโมเลกุล (a) โฟม (b) โฟมและแผ่นใส (c) โฟม แผ่นใสและเทปดำ

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 3 ชั่วโมง

1) กิจกรรมการเรียนรู้หลัก: ชมวีดีทัศน์ เรื่อง paper marbling (ภาพที่ ฉ.5)

2) การทดลอง: การละลายของสารโคเวเลนต์ที่โมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว (ภาพที่ ฉ.6-7)

3.3.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 2 ชั่วโมง

1) การทดลอง: การหาจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ (ภาพที่ ฉ.8-11)

3.3.2 แบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เหตุผล (two-tier diagnostic test) จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกของคำตอบชนิด 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนที่ 1 โดยผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.68 ค่าความยากง่าย (p) ในช่วง 0.23–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ในช่วง 0.20–0.65 ดังภาคผนวก ข

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.4.1 ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาเคมี ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล

3.4.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย เพื่อที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากหนังสือเรียนเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 1 และคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เคมี จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อกำหนดความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนจากหนังสือเรียนเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 1 และคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เคมี

3.4.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

3.4.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์จำนวน 3 แผน รวม 10 ชั่วโมง ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ได้แก่

3.4.5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ในขั้นนี้มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ มีความอยากรู้ อยากเห็นโดยการใช้คำถาม หรือการสาธิตเพื่อให้

นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในการกำหนดประเด็นปัญหาที่จะเชื่อมไปสู่ขั้นสำรวจและค้นหา กิจกรรมในขั้นนี้ควรใช้เวลาสั้นๆ

3.4.5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้จะสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์จริง ซึ่งนักเรียนจะได้ช่วยกันระดมสมองในการวางแผนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ลงมือปฏิบัติกิจกรรมและรวบรวมข้อมูล

3.4.5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นนี้นักเรียนจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดความกระจ่างเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะทางวิทยาศาสตร์

3.4.5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นท้าทายหรือขยายความเข้าใจนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้อธิบายในสิ่งที่ตนเรียนรู้แล้ว ซึ่งนักเรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้

3.5.5.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูจัดการประเมินผลอย่างเป็นทางการซึ่งจะวัดและประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองด้วย

3.4.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและพิจารณาให้ข้อคิดเห็น แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

3.7.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3.4.2 การสร้างแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์

แบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างและสมบัติของโมเลกุลโคเวเลนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เหตุผล (two-tier diagnostic test) จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

3.4.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่อรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์และวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เหตุผล (two-tier diagnostic test) จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล

3.4.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบ

3.4.3 สร้างแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เหตุผล (two-tier diagnostic test) เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

3.4.4 นำแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของภาษา หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดมโนมติกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50–1.00 ซึ่งแสดงว่าจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นวัดได้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.4.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งเคยศึกษาเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ มาแล้ว ใช้เวลาทำข้อสอบ 90 นาที

3.4.6 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบรายข้อ แล้วเลือกข้อที่มีระดับความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20–0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.24–0.76

3.4.7 นำแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ มาทำการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.68

3.4.8 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านนาสาร จำนวน 37 คน มีขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ทดสอบก่อนเรียน(pretest) ในกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที

3.5.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ จำนวน 3 แผน รวม 10 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

3.5.3 ทดสอบหลังเรียน(posttest) ในกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ชุดเดิมจำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างและสมบัติของโมเลกุลโคเวเลนต์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ผู้วิจัยได้มีการแจกแจงและคำนวณหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามแบบต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek (1991 และ 1992; อ้างอิงจาก Mungsing, 1993) ซึ่งแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 3.1 ตามระดับความเข้า ใจ ดังนี้

3.6.1.1 มโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องสมบูรณ์และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญ ให้ 3 คะแนน

3.6.1.2 มโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูก แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3.6.1.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบได้ถูกแต่ไม่อธิบายเหตุผล ให้ 1 คะแนน

3.6.1.4 มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบนักเรียนแสดงถึงความคลาดเคลื่อน ให้ 0 คะแนน

3.6.1.5 ไม่มีมโนมติ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ตารางที่ 3.1 มโนมติวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่ม

มโนมติวิทยาศาสตร์		คำตอบ	เหตุผล	คะแนน
ชื่อเต็ม	ตัวย่อ			
มโนมติที่สมบูรณ์ (Complete Understanding)	CU	ถูกต้อง	ถูกต้องสมบูรณ์	3
มโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding)	PU	ถูกต้อง	ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	2
มโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception)	PS	ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน หรือไม่ให้เหตุผล	1
มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception)	AC	ผิด	คลาดเคลื่อน	0
ไม่มีมโนมติ (No Understanding)	NU	ผิด	ไม่ตอบคำถาม	0

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.2.1 วิเคราะห์คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ แบบทั้งชั้นเรียนและรายเนื้อหา โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบโดยใช้สถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบด้วยสถิติ t-test แบบ dependent samples t-test

3.6.2.2 วิเคราะห์ร้อยละความก้าวหน้า (%ก้าวหน้า) ของคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์แบบทั้งชั้นเรียนและรายเนื้อหาจากผลต่างของร้อยละคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3.6.2.3 วิเคราะห์มโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ ซึ่งใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek และหาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ในครั้งนี้สามารถแสดงผลการวิจัยและอภิปรายผลดังนี้

4.1 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

4.1.1 การเปรียบเทียบคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทั้งชั้นเรียน

จากการวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์และวิเคราะห์หาร้อยละความก้าวหน้า (%ก้าวหน้า) คะแนนทางสถิติค่าที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test) แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ทั้งชั้นเรียน (n = 37 คะแนนเต็ม 60 คะแนน)

คะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ร้อยละความก้าวหน้า	SD	t-test
ก่อนเรียน	11.84	19.73	60.19	5.58	27.14*
หลังเรียน	47.95	79.92		8.64	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่าคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เท่ากับ 11.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 19.73 ของคะแนนเต็ม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.58 ส่วนคะแนนเฉลี่ยมโนมติวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เท่ากับ 47.95 คิดเป็นร้อยละ 79.92 ของคะแนนเต็ม

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.64 และค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent sample t- test) มีค่าเท่ากับ 27.14 ร้อยละของความก้าวหน้าของคะแนนมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 60.19 ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีคะแนนมโมมติเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีความรู้ความเข้าใจเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์สูงขึ้นจริง

4.1.2 การเปรียบเทียบคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบรายเนื้อหา

เมื่อพิจารณาคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ โดยจำแนกตามเนื้อหา แสดงในตารางที่ 4.2

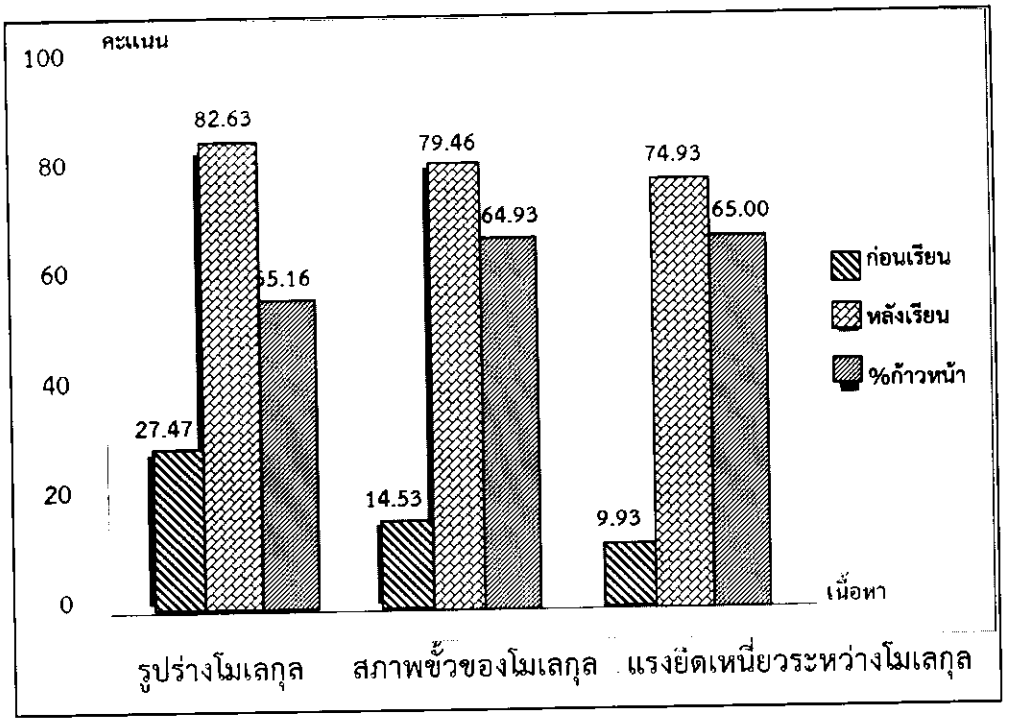
ตารางที่ 4.2 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

เนื้อหา	เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ร้อยละก้าวหน้า	t-test
		mean	ร้อยละ	SD	mean	ร้อยละ	SD		
รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	30	8.17	27.23	4.30	24.97	82.63	5.33	55.16	17.58
สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	15	2.18	14.53	1.26	11.92	79.46	2.47	64.93	24.27
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	15	1.49	9.93	1.28	11.24	74.93	3.80	65.00	15.20
รวม	**60**	**11.84**	**19.73**	**5.43**	**47.95**	**79.92**	**8.44**	**60.19**	**27.14**

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาค่าร้อยละของคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์โดยจำแนกตามเนื้อหาพบว่านักเรียนมีร้อยละของคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนในเนื้อหาเรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 9.93 โดยข้อคำถามที่ 16 สารโคเวเลนต์ที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงลอนดอน พบว่านักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 6.31 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียน

ยังไม่เคยเรียนในเนื้อหาเรื่องนี้มาก่อน จึงทำให้นักเรียนไม่มีพื้นฐานความรู้เดิมในเรื่องดังกล่าว และคะแนนก่อนเรียนสูงสุดในเนื้อหาเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ คิดเป็นร้อยละ 27.23 โดยข้อคำถามที่ 1 การทำนายรูปร่างโมเลกุลของ SiH_4 พบว่านักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 39.64 ทั้งนี้เนื่องจากเรื่องดังกล่าวอาศัยพื้นฐานเกี่ยวกับการเขียนโครงสร้างแบบเส้นของสารโคเวเลนต์ ซึ่งนักเรียนได้เรียนและมีพื้นฐานดังกล่าวในวิชาเคมีพื้นฐานมาแล้วและสามารถที่จะทำความเข้าใจด้วยตัวนักเรียนเองได้จึงส่งผลให้คะแนนสอบก่อนเรียนสูงกว่าเนื้อหาเรื่องอื่นๆ

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะพบว่าเนื้อหาเรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ นักเรียนมีร้อยละของคะแนนหลังเรียนต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 74.93 (ภาพที่ 4.1) แต่มีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนสูงสุด โดยข้อคำถามที่ 19 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 45.95 ทั้งนี้เนื่องจากการพิจารณาชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล และการเปรียบเทียบจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ ต้องอาศัยความเข้าใจเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์และสภาพขั้วของสารโคเวเลนต์มาสัมพันธ์กัน ส่วนเนื้อหาเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 82.63 โดยข้อคำถามที่ 1 การทำนายรูปร่างโมเลกุลของ SiH_4 พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 92.79 ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ มีการใช้ลูกโป่งและแบบจำลองโมเลกุลที่ทำจากโฟมซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมในการศึกษาเรื่องราวที่เป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจชัดเจน นอกจากนี้แล้วกิจกรรมดังกล่าวนักเรียนได้ช่วยกันระดมความคิด ลงมือปฏิบัติจริง มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ทุกขั้นตอน นักเรียนสนุกกับการทำกิจกรรม (บทสัมภาษณ์นักเรียน, 2557)



ภาพที่ 4.1 ร้อยละของคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

เมื่อพิจารณาแยกตามเนื้อหาพบว่าทุกหัวข้อนักเรียนมีคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นรูปแบบการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์การตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในประเด็นต่างๆ ตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในประเด็นต่างๆที่สนใจและพยายามแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยวิธีการที่เหมาะสม นักเรียนมีโอกาสได้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ ซึ่งการที่ได้ถ่ายทอดสิ่งที่ค้นพบให้คนอื่นฟังจะยิ่งช่วยส่งเสริมความเข้าใจและจดจำยาวนานยิ่งขึ้น

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะพบว่าผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของเปรมศักดิ์ สินมาเคน (2557: บทคัดย่อ) ซึ่งศึกษามโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจพร อินทรสด, กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา และอริสรา อิสสะรีย์ (2554: บทคัดย่อ) ซึ่งศึกษาผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำและการสืบเสาะแบบสำเร็จรูปผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบแนะนำและการสืบเสาะแบบสำเร็จรูปทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นวิธีการสอนที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

4.2 มโนมติเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

4.2.1 ร้อยละของมโนมติมโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ มโนมติถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ มโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน มโนมติที่คลาดเคลื่อน และไม่มีมโนมติ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของนักเรียนจำนวน 37 คน เป็นรายข้อ โดยใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีมโนมติตั้งแต่ระดับไม่มีมโนมติ (NU) จนถึงมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) แต่หลังจากการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะพบว่า นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ (CU+PU) เพิ่มขึ้น และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลง (PS+AC+NU) สรุปได้ดังตารางที่ 4.3

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ (CU+PU) ร้อยละ 9.46 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) ร้อยละ 90.54 หลังจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะพบว่า นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ (CU+PU) เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 80.94 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลง (PS+AC+NU) คิดเป็นร้อยละ 19.06 ดังนั้น หลังการเรียนรู้แบบสืบเสาะพบว่านักเรียนมี มโนมติที่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นทั้ง 3 เนื้อหา ได้แก่ เนื้อหาเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ในทุกข้อคำถาม สังเกตได้จากร้อยละของนักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลง และมีมโนมติที่สมบูรณ์ (CU) มากกว่าก่อนเรียนทุกข้อคำถาม แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถช่วยลดมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนลงได้ โดยนักเรียนมีมโนมติที่สมบูรณ์มากที่สุดในข้อคำถามที่ 9 คิดเป็นร้อยละ 91.90 และเมื่อพิจารณาแต่ละเนื้อหา ผลปรากฏดังตารางที่ 4.4

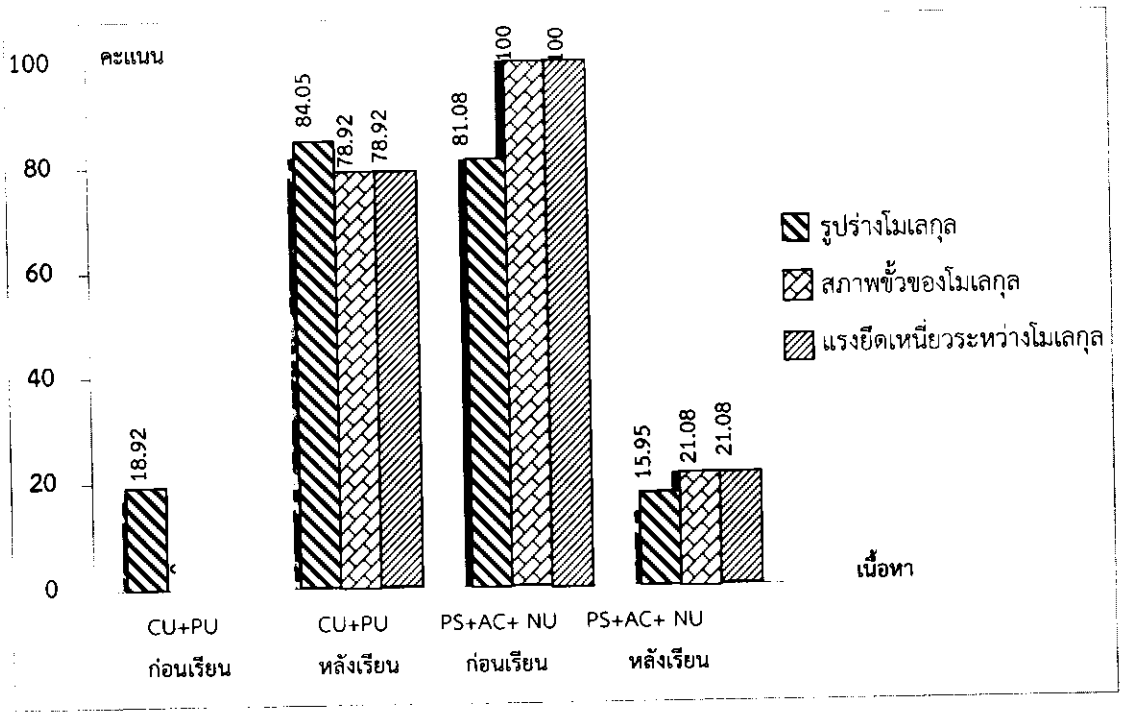
ตารางที่ 4.3 ระดับมโนมติของนักเรียนของข้อสอบแต่ละข้อ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

มโนมติ	ข้อที่	ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน						ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์			
		NU		AC		PS		PU		CU	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	1	45.95	0.00	0.00	0.00	10.81	2.7	27.03	10.81	16.21	86.49
	2	45.95	0.00	0.00	0.00	13.51	5.41	29.73	10.81	10.81	83.78
	3	54.05	0.00	2.70	13.50	16.22	8.11	16.22	8.11	10.81	70.28
	4	51.35	2.70	0.00	5.41	13.51	0.00	27.03	8.11	8.11	83.78
	5	67.57	0.00	0.00	0.00	13.51	16.22	18.92	8.11	0.00	75.67
	6	67.57	2.70	2.70	16.20	29.73	10.81	0.00	2.70	0.00	67.59
	7	75.68	16.22	0.00	0.00	16.21	16.22	8.11	10.81	0.00	56.75
	8	70.27	8.11	0.00	0.00	27.03	21.62	2.70	5.41	0.00	64.86
	9	70.27	0.00	0.00	2.7	18.92	2.70	10.81	2.70	0.00	91.90
	10	75.68	2.70	0.00	5.41	21.62	0.00	2.7	48.65	0.00	43.24
สภาพขั้วโมเลกุลโคเวเลนต์	11	51.35	0.00	0.00	0.00	48.65	27.03	0.00	29.73	0.00	43.24
	12	64.86	8.11	0.00	0.00	35.14	21.62	0.00	16.22	0.00	54.05
	13	70.27	0.00	0.00	0.00	29.73	18.92	0.00	18.92	0.00	62.16
	14	62.16	2.7	0.00	16.20	37.84	5.41	0.00	5.41	0.00	70.28
	15	37.84	0.00	0.00	0.00	62.16	5.41	0.00	5.41	0.00	89.18
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	16	81.08	8.11	0.00	0.00	18.92	5.41	0.00	0.00	0.00	86.48
	17	78.38	2.70	0.00	0.00	21.62	16.22	0.00	13.51	0.00	67.57
	18	56.76	13.51	0.00	0.00	43.24	2.70	0.00	0.00	0.00	83.79
	19	59.46	16.22	0.00	13.51	40.54	10.81	0.00	51.35	0.00	8.11
	20	78.38	16.22	0.00	0.00	21.62	10.81	0.00	8.11	0.00	64.86
เฉลี่ย		**63.24**	**5.00**	**0.27**	**3.65**	**27.03**	**10.41**	**7.16**	**13.24**	**2.30**	**67.70**

หมายเหตุ: CU คือ มโนมติที่สมบูรณ์ PU คือ มโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ มโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ มโนมติที่คลาดเคลื่อน NU คือ ไม่มีมโนมติ

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์และมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์แต่ละเนื้อหา

กลุ่มคำตอบ	รูปร่างโมเลกุล		สภาพขั้วของโมเลกุล		แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	4.59	72.43	0.00	63.78	0.00	62.16
PU	14.33	11.62	0.00	15.14	0.00	16.76
PS	18.11	8.38	42.70	15.68	29.19	9.19
AC	0.54	4.32	0.00	3.24	0.00	0.54
NU	62.43	3.25	57.30	2.16	70.81	11.35
CU+PU	18.92	84.05	0.00	78.92	0.00	78.92
PS+AC+NU	81.08	15.95	100.00	21.08	100.00	21.08



ภาพที่ 4.2 ร้อยละของมโนมติวิทยาศาสตร์และมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

จากตารางที่ 4.4 พบว่าหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ในทุกเนื้อหาให้สอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อนลดลงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยเนื้อหาเรื่องรูปร่าง

โมเลกุลโคเวเลนต์พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ (CU+PU) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 84.05 รองลงมาคือ เนื้อหาเรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ คิดเป็นร้อยละ 78.92 มีเพียงนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่หลังการจัดการเรียนรู้ยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน โดยมโนมติที่มีความคลาดเคลื่อน (PS+AC+NU) มากที่สุด คือ เนื้อหาเรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ คิดเป็นร้อยละ 21.08 ส่วนเนื้อหาเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์พบว่านักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15.95 (ภาพที่ 4.2)

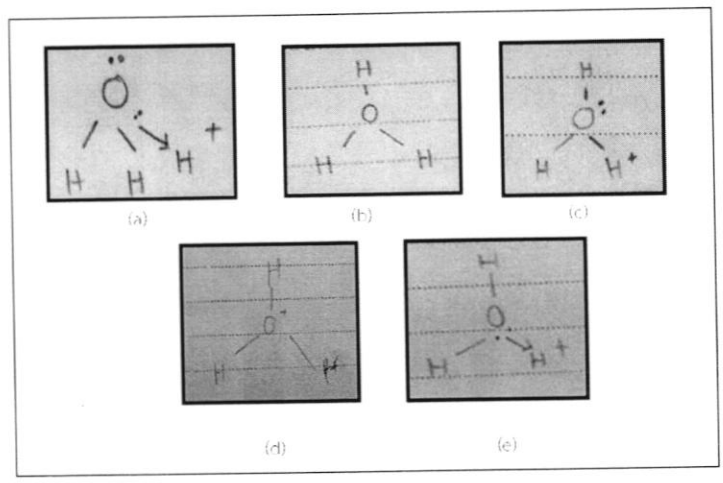
4.2.2 มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์รายเนื้อหา

4.2.2.1 **มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์**

ข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์มากที่สุด ได้แก่ ข้อคำถามที่ 6 การทำนายรูปร่างโมเลกุลของ H_3O^+ (ภาคผนวก ข) คิดเป็นร้อยละ 16.20 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่านักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อน ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียน ในข้อคำถามที่ 6

มโนมติที่สมบูรณ์(CU)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน(AC)	
เหตุผล	ร้อยละ	เหตุผล	ร้อยละ
H_3O^+ มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานสามเหลี่ยมเพราะอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ เนื่องจากโมเลกุลของ H_2O อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่ โดดเดี่ยวเหลืออยู่ 2 คู่ จึงให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ แก่ H^+ โดยสร้างพันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์และยังมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ 1 คู่ (ภาพที่ 4.3a)	67.59	H_3O^+ มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ (ภาพที่ 4.3b)	2.70
		H_3O^+ มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบเพราะอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ (ภาพที่ 4.3b)	2.70
		H_3O^+ มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ (ภาพที่ 4.3c)	2.70
		H_3O^+ มีรูปร่างโมเลกุลแบบสามเหลี่ยมแบนราบเพราะอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ 1 คู่ (ภาพที่ 4.3c)	2.70
		H_3O^+ มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ (ภาพที่ 4.3d)	2.70
		H_3O^+ มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ (ภาพที่ 4.3e)	2.70
		รวม	16.20



ภาพที่ 4.3 รูปร่างโมเลกุลของ H_3O^+ (a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b-e) มโนมติที่คลาดเคลื่อน

จากคำถามข้อที่ 6 นักเรียนร้อยละ 67.59 มีมโนมติที่สมบูรณ์โดยสามารถอธิบายได้ว่า H_3O^+ มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานสามเหลี่ยมเนื่องจากโมเลกุลของ H_2O อะตอมกลางมีอิเล็กตรอน คู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ 2 คู่ จึงให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่แก่ H^+ โดยสร้างพันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์ร่วมกัน และยังมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ 1 คู่ โครงสร้างมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะทั้งหมด 3 คู่ (ภาพที่ 4.3a) ส่วนนักเรียนร้อยละ 16.20 มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า H_3O^+ มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบเนื่องจากอะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ (ภาพที่4.3b-4.3e)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนกลุ่ม AC ไม่สามารถทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง (ภาพที่ จ.8-จ.14) เนื่องจากนักเรียนบางคนพิจารณาเพียงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเท่านั้น หรือบางคนขาดการพิจารณาแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและบางคนทำนายรูปร่างโมเลกุลโดยไม่คำนึงถึงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551)

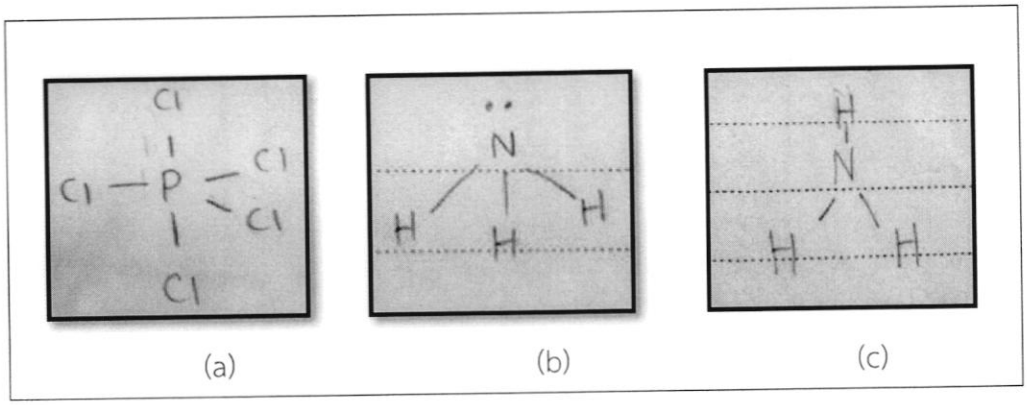
ข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์มาก รองลงมา ได้แก่ ข้อคำถามที่ 3 สารโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม (ภาคผนวก ข) คิดเป็นร้อยละ 13.50 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดในข้อนี้พบว่านักเรียนมีมโนมติที่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน ดังตารางที่ 4.6

จากคำถามข้อที่ 3 นักเรียนร้อยละ 70.28 มีมโนมติที่สมบูรณ์โดยสามารถอธิบายได้ว่า สารที่มีรูปร่างโมเลกุลแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม คือ PCl_5 เนื่องจากมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่ และอะตอมกลาง (ธาตุ P) ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ (ภาพที่4.4a) ส่วนนักเรียนร้อยละ 8.10 มีเข้าใจคลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า สารที่มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม คือ NH_3 เนื่องจากมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอะตอมกลาง(ธาตุ N) มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ 1 คู่ (ภาพที่ 4.4b) และนักเรียนร้อยละ 2.70 เข้าใจว่าสารที่มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม คือ NH_3 (ภาพที่ 4.4b และ ภาพที่ 4.4c)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนกลุ่ม AC ไม่สามารถทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง (ภาพที่ จ.1-จ.5) จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตโดยเกิดความสับสนระหว่างรูปทรงพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยมและรูปทรงพีระมิดฐานสามเหลี่ยม

ตารางที่ 4.6 มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียน ในข้อคำถามที่ 3

มโนมติที่สมบูรณ์(CU)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน(AC)	
เหตุผล	ร้อยละ	เหตุผล	ร้อยละ
สารที่มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม คือ PCl_5 เนื่องจากมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่ และอะตอมกลาง (ธาตุ P) ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ (ภาพที่ 4.4a)	70.27	สารที่มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม คือ NH_3 เนื่องจากมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอะตอมกลาง(ธาตุ N) มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ 1 คู่ (ภาพที่ 4.4b)	8.10
		สารที่มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม คือ NH_3 (ภาพที่ 4.4b)	2.70
		สารที่มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม คือ NH_3 (ภาพที่4.4c)	2.70
		รวม	13.50

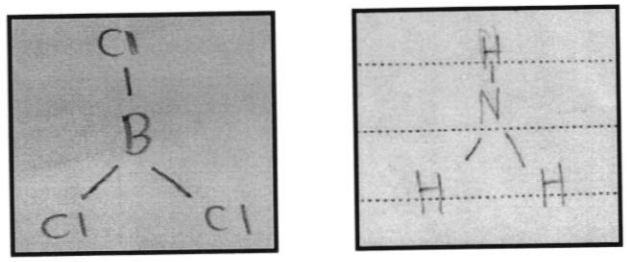


ภาพที่ 4.4 สารโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม (a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b-c) มโนมติที่คลาดเคลื่อน

ข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ได้แก่ ข้อคำถามที่ 4 สารโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างโมเลกุลแบบสามเหลี่ยมแบนราบ (ภาคผนวก ข) คิดเป็นร้อยละ 5.41 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่านักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียน ในข้อคำถามที่ 4

มโนมติที่สมบูรณ์(CU)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน(AC)	
เหตุผล	ร้อยละ	เหตุผล	ร้อยละ
สารที่มีรูปร่างโมเลกุลแบบสามเหลี่ยมแบนราบ คือ BCl_3 เนื่องจากมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอะตอมกลาง (ธาตุ B) ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ (ภาพที่ 4.5a)	83.78	สารที่มีรูปร่างโมเลกุลแบบสามเหลี่ยมแบนราบ คือ NH_3 (ภาพที่4.5b)	5.41



(a) (b)

ภาพที่ 4.5 สารโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ (a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b) มโนมติที่คลาดเคลื่อน

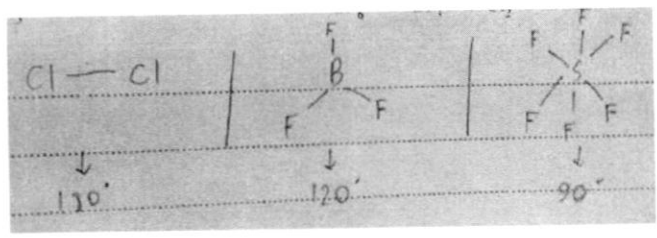
จากคำถามข้อที่ 4 นักเรียนร้อยละ 83.78 มีมโนมติที่สมบูรณ์โดยสามารถอธิบายได้ว่า สารที่มีรูปร่างโมเลกุลแบบสามเหลี่ยมแบนราบ คือ BCl_3 เนื่องจากมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอะตอมกลาง (ธาตุ B) ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ (ภาพที่ 4.5a) ส่วนนักเรียนร้อยละ 5.41 มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่าสารที่มีรูปร่างโมเลกุลแบบสามเหลี่ยมแบนราบ คือ NH_3 (ภาพที่4.5b)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนกลุ่ม AC ไม่สามารถทำนายรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง (ภาพที่ จ.6-จ.7) เนื่องจากนักเรียนเขียนโครงสร้างแบบเส้นไม่ถูกต้องโดยขาดการพิจารณาจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง

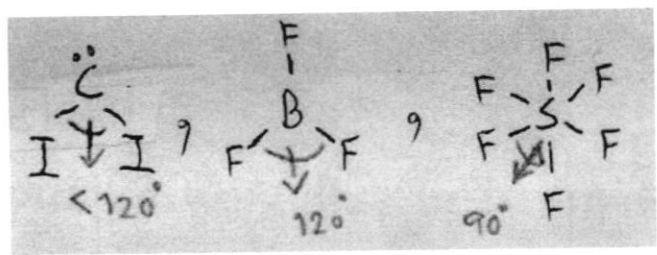
ข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ได้แก่ ข้อคำถามที่ 9 การเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะของสารโคเวเลนต์ (ภาคผนวก ข) คิดเป็น ร้อยละ 2.70 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่านักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อน ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียน ในข้อคำถามที่ 9

มโนมติที่สมบูรณ์(CU)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน(AC)	
เหตุผล	ร้อยละ	เหตุผล	ร้อยละ
มุมระหว่างพันธะของ Cl_2>BF_3>SF_6 ตามลำดับ เนื่องจาก Cl_2 มีรูปร่างแบบเส้นตรง มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180° BF_3 มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 120° SF_6 มีรูปร่างแบบทรงแปดหน้า มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 90° (ภาพที่ 4.6a)	91.90	มุมระหว่างพันธะของ BF_3>Cl_2>SF_6 ตามลำดับ เนื่องจาก BF_3 มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 120° Cl_2 มีรูปร่างแบบมุมงอ มีมุมระหว่างพันธะน้อยกว่า 120° และ SF_6 มีรูปร่างแบบทรงแปดหน้า มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 90° (ภาพที่ 4.6b)	2.70



(a)



(b)

ภาพที่ 4.6 การเรียงลำดับมุมระหว่างพันธะของ Cl_2 , BF_3 และ SF_6 (a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b) มโนมติที่คลาดเคลื่อน

จากคำถามข้อที่ 9 นักเรียนร้อยละ 91.90 มีมโนมติที่สมบูรณ์โดยสามารถอธิบายได้ว่า มุมระหว่างพันธะของ Cl_2 > BF_3 > SF_6 ตามลำดับ เนื่องจาก Cl_2 มีรูปร่างแบบเส้นตรง มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180° BF_3 มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ

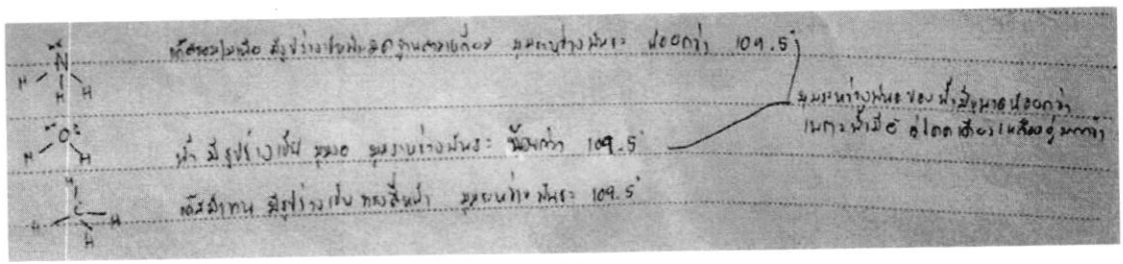
120° SF_6 มีรูปร่างแบบทรงแปดหน้า มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 90 (ภาพที่ 4.6a) ส่วนนักเรียนร้อยละ 2.70 มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า มุมระหว่างพันธะของ BF_3 มากที่สุด รองลงมาคือ Cl_2 และ SF_6 ตามลำดับ เนื่องจาก BF_3 มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 120° ส่วน Cl_2 มีรูปร่างแบบมุมงอ มีมุมระหว่างพันธะน้อยกว่า 120° และ SF_6 มีรูปร่างแบบทรงแปดหน้า มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 90° จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนกลุ่ม AC เปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะไม่ถูกต้อง (ภาพที่ จ.15) เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ธาตุ โดยเข้าใจว่า Cl_2 ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและธาตุไอโอดีน ส่งผลให้การทำนายรูปร่างโมเลกุลและการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะคลาดเคลื่อนไป

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนกลุ่ม AC ไม่สามารถเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะได้ถูกต้อง (ภาพที่ จ.15) เนื่องจากมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ธาตุ จึงส่งผลให้การทำนายรูปร่างโมเลกุลและการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะคลาดเคลื่อนไป

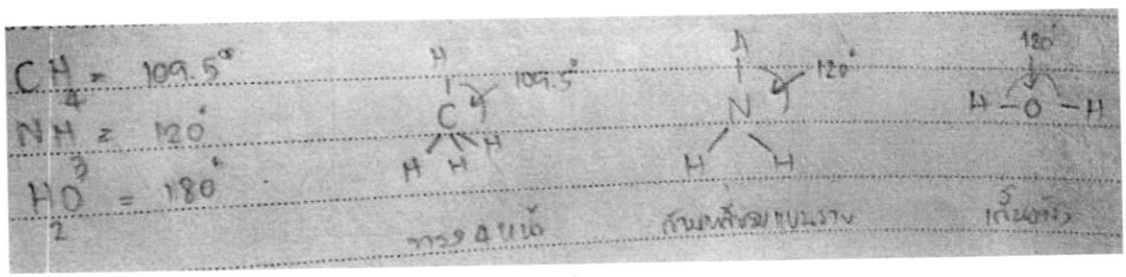
ข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ได้แก่ ข้อคำถามที่ 10 การเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะของสารโคเวเลนต์ (ภาคผนวก ข) คิดเป็น ร้อยละ 5.41 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่านักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อน ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียน ในข้อคำถามที่ 10

มโนมติที่สมบูรณ์(CU)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน(AC)	
เหตุผล	ร้อยละ	เหตุผล	ร้อยละ
มุมระหว่างพันธะของแก๊สมีเทน >แก๊สแอมโมเนีย >น้ำ ตามลำดับ เนื่องจากแก๊สมีเทน (CH_4) มีรูปร่างแบบทรงสี่หน้า มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 109.5° แก๊สแอมโมเนีย(NH_3) และ น้ำ(H_2O) มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานสามเหลี่ยมและมุมงอ ตามลำดับ มีมุมระหว่างพันธะน้อยกว่า 109.5° โดย H_2O มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางมากกว่า NH_3 ทำให้มุมระหว่างพันธะของH_2O แคบกว่า NH_3 ซึ่งเป็นผลมาจากแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (ภาพที่ 4.7a)	43.24	มุมระหว่างพันธะของน้ำ>แก๊สแอมโมเนีย>แก๊สมีเทน ตามลำดับ เนื่องจากน้ำ(H_2O) มีรูปร่างแบบเส้นตรง มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180° แก๊สแอมโมเนีย(NH_3) มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 120° แก๊สมีเทน (CH_4) มีรูปร่างแบบทรงสี่หน้า มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 109.5 (ภาพที่ 4.7b)	5.41



(a)



(b)

ภาพที่ 4.7 การเรียงลำดับมุมระหว่างพันธะของแก๊สมีเทน , แก๊สแอมโมเนีย และน้ำ
(a) มโนมติที่สมบูรณ์ (b) มโนมติที่คลาดเคลื่อน

จากคำถามข้อที่ 10 นักเรียนร้อยละ 43.24 มีมโนมติที่สมบูรณ์โดยสามารถอธิบายได้ว่ามุมระหว่างของ แก๊สมีเทน >แก๊สแอมโมเนีย >น้ำ ตามลำดับ เนื่องจากแก๊สมีเทน (CH_4) มีรูปร่างแบบทรงสี่หน้า มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 109.5° แก๊สแอมโมเนีย(NH_3) และ น้ำ(H_2O) มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานสามเหลี่ยมและมุมงอ ตามลำดับ มีมุมระหว่างพันธะน้อยกว่า 109.5° โดย H_2O มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางมากกว่า NH_3 ทำให้มุมระหว่างพันธะของ H_2O แคบกว่า NH_3 ซึ่งเป็นผลมาจากแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว(ภาพที่ 4.7a) ส่วนนักเรียนร้อยละ 5.41 มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า น้ำมีมุมระหว่างพันธะมากที่สุด รองลงมาคือ แก๊สแอมโมเนียและแก๊สมีเทน ตามลำดับ เนื่องจากน้ำ(H_2O) มีรูปร่างแบบเส้นตรง มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180° แก๊สแอมโมเนีย(NH_3) มีรูปร่างแบบสามเหลี่ยมแบนราบ มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 120° แก๊สมีเทน (CH_4) มีรูปร่างแบบทรงสี่หน้า มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 109.5 (ภาพที่ 4.7b) ส่งผลให้การทำนายรูปร่างโมเลกุลและการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะคลาดเคลื่อนไป

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนกลุ่ม AC ไม่สามารถเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะได้ถูกต้อง (ภาพที่ จ.16) เนื่องจากมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง จึงส่งผลให้การทำนายรูปร่างโมเลกุลและการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะคลาดเคลื่อนไป

4.2.2.2 มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

ข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์มากที่สุด ได้แก่ ข้อคำถามที่ 14 การละลายของสารโคเวเลนต์ (ภาคผนวก ข) คิดเป็นร้อยละ 16.20 ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดเมื่อเทียบกับข้อคำถามข้ออื่น ๆ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดในข้อนี้พบว่านักเรียนมีมโนมติที่สมบูรณ์และมโมติที่คลาดเคลื่อนดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียน ในข้อคำถามที่ 14

มโนมติที่สมบูรณ์ (CU)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (AC)	
เหตุผล	ร้อยละ	เหตุผล	ร้อยละ
NH_3 และH_2O สามารถละลายกันได้ เนื่องจากสารทั้งสองชนิดเป็นโมเลกุลมีขั้ว โดยสารที่มีสภาพขั้วเหมือนกันสามารถละลายกันได้ตามหลัก like dissolve lilke	70.28	C_6H_{14} และ CH_3OH เป็นโมเลกุลมีขั้วจึงสามารถละลายกันได้ เนื่องจากมีสภาพขั้วเหมือนกัน	2.70
		C_6H_{14} และ CH_3OHเป็นโมเลกุลไม่มีขั้วจึงสามารถละลายกันได้ เนื่องจากมีสภาพขั้วเหมือนกัน	10.80
		C_6H_{14} และ CH_3OH(น้ำมันพืช) เป็นโมเลกุลไม่ขั้วจึงสามารถละลายกันได้ เนื่องจากมีสภาพขั้วเหมือนกัน	2.70
		รวม	16.20

จากคำถามข้อที่ 14 นักเรียนร้อยละ 70.28 มีมโนมติที่สมบูรณ์โดยสามารถอธิบายได้ว่า NH_3 และ H_2O สามารถละลายกันได้ เนื่องจากสารทั้งสองชนิดเป็นโมเลกุลมีขั้ว โดยสารที่มีสภาพขั้วเหมือนกันสามารถละลายกันได้ตามหลัก like dissolve like ส่วนนักเรียนร้อยละ 16.20 มีเข้าใจคลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า C_6H_{14} และ CH_3OH มีสภาพขั้วที่เหมือนกันจึงสามารถละลายกันได้ โดยนักเรียนร้อยละ 2.70 เข้าใจว่า C_6H_{14} และ CH_3OH เป็นโมเลกุลมีขั้วเหมือนกันจึงสามารถละลายกันได้ ส่วนนักเรียนร้อยละ 10.80 เข้าใจว่า C_6H_{14} และ CH_3OH เป็นโมเลกุลไม่มีขั้วเหมือนกันจึงสามารถละลายกันได้ และนักเรียนร้อยละ 2.70 เข้าใจว่า C_6H_{14} และ CH_3OH(น้ำมันพืช) เป็นโมเลกุลมีไม่ขั้วเหมือนกันจึงสามารถละลายกันได้ นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า CH_3OH เป็นสูตรเคมีของน้ำมันพืชซึ่งเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนกลุ่ม AC ไม่สามารถอธิบายข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบได้ถูกต้อง(ภาพที่ จ.17-จ.20) เนื่องจากขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการพิจารณาสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ จึงทำให้อธิบายผลของการละลายของสารโคเวเลนต์คลาดเคลื่อนไป ดังนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของสารด้วย (กมลนุช ไชยมัชชิม และเสนอ ชัยรัมย์, 2557)

4.2.2.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์มากที่สุด ได้แก่ ข้อคำถามที่ 19 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารโคเวเลนต์

(ภาคผนวก ข) คิดเป็นร้อยละ 13.51 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่านักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อน ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 มโนมติที่สมบูรณ์และมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหลังเรียน ในข้อคำถามที่ 19

มโนมติที่สมบูรณ์(CU)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน(AC)	
เหตุผล	**ร้อยละ**	**เหตุผล**	**ร้อยละ**
H_2Oมีจุดเดือดสูงที่สุด รองลงมาคือNH_3และCH_4 ตามลำดับ เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของ H_2O และNH_3 เป็นพันธะไฮโดรเจน ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่าแรงลอนดอนซึ่งเป็นแรงยึดเหนี่ยวกันระหว่างโมเลกุลของCH_4 ซึ่งเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว เมื่อเปรียบเทียบจุดเดือดของ H_2O กับNH_3 พบว่า H_2O มีจุดเดือดสูงกว่าNH_3 เนื่องจากโมเลกุลของ H_2O มีสภาพขั้วของพันธะ O-H ที่แรงกว่าพันธะN-H ในโมเลกุลของ NH_3 (ภาพที่ 4.5)	8.11	NH_3 มีจุดเดือดสูงที่สุด รองลงมาคือ H_2O และ CH_4ตามลำดับ เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของ H_2O และNH_3 เป็นพันธะไฮโดรเจน ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่าแรงลอนดอนซึ่งเป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของCH_4 ซึ่งเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว เมื่อเปรียบเทียบจุดเดือดของ H_2O กับNH_3 พบว่า NH_3มีจุดเดือดสูงกว่าH_2O เนื่องจากโมเลกุลของNH_3 มีจำนวนอะตอมของธาตุ H มากกว่าจำนวนอะตอมของธาตุ H ในโมเลกุลของ H_2O ทำให้พันธะไฮโดรเจนมีความแข็งแรงมากกว่าจุดเดือดของ NH_3 จึงสูงกว่า H_2O (ภาพที่ 4.5)	10.81
		CH_4 มีจุดเดือดสูงที่สุด รองลงมาคือ H_2O และ NH_3 ตามลำดับ เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารทั้ง 3 ชนิดเป็นพันธะไฮโดรเจน โดยพันธะไฮโดรเจนที่ยึดเหนี่ยวโมเลกุลของ CH_4 มีความแข็งแรงมากที่สุด	2.70
		รวม	13.51

จากคำถามข้อที่ 19 นักเรียนร้อยละ 8.11 มีมโนมติที่สมบูรณ์โดยสามารถอธิบายได้ว่า H_2O มีจุดเดือดสูงที่สุด รองลงมาคือ NH_3 และ CH_4 ตามลำดับ เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของ H_2O และ NH_3 เป็นพันธะไฮโดรเจน ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่าแรงลอนดอนซึ่งเป็นแรงยึดเหนี่ยวกันระหว่างโมเลกุลของ CH_4 ซึ่งเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว เมื่อเปรียบเทียบจุดเดือดของ H_2O กับ NH_3 พบว่า H_2O มีจุดเดือดสูงกว่า NH_3 เนื่องจากโมเลกุลของ H_2O มีสภาพขั้วของพันธะ

O-H ที่แรงกว่า พันธะ N-H ในโมเลกุลของ NH_3 ส่วนนักเรียนร้อยละ 10.81 มีเข้าใจคลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า NH_3 มีจุดเดือดสูงที่สุด รองลงมาคือ H_2O และ CH_4 ตามลำดับ เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของ H_2O และNH_3 เป็นพันธะไฮโดรเจน ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่าแรงลอนดอนซึ่งเป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่าโมเลกุลของ CH_4 ซึ่งเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว เมื่อเปรียบเทียบจุดเดือดของ H_2O กับ NH_3 พบว่า NH_3 มีจุดเดือดสูงกว่า H_2O เนื่องจากโมเลกุลของ NH_3 มีจำนวนอะตอมของธาตุ H มากกว่าจำนวนอะตอมของธาตุ H ในโมเลกุลของ H_2O ทำให้พันธะไฮโดรเจนมีความแข็งแรงมากกว่า ส่งผลให้จุดเดือดของ NH_3 สูงกว่า H_2O และนักเรียนร้อยละ 2.70 มีมโนมติคลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า CH_4 มีจุดเดือดสูงที่สุด รองลงมาคือ H_2O และ NH_3 ตามลำดับ เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารทั้ง 3 ชนิดเป็นพันธะไฮโดรเจน โดยพันธะไฮโดรเจนที่ยึดเหนี่ยวโมเลกุลของ CH_4 มีความแข็งแรงมากที่สุด

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนกลุ่ม AC ไม่สามารถเปรียบเทียบจุดเดือดของ H_2O และ NH_3 ซึ่งเป็นสารโคเวเลนต์ที่โมเลกุลมีขั้วและมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะไฮโดรเจนได้ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่าจำนวน H มีผลต่อจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ โดยไม่คำนึงถึงความแรงของสภาพขั้วของพันธะ รวมไปถึงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ จึงส่งผลให้การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารโคเวเลนต์คลาดเคลื่อนไป (ภาพที่ จ.21-จ.22)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.1.1 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ด้วยแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 79.92 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 19.73

5.1.2 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายเนื้อหาก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์รายเนื้อหาก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ด้วยแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกรายเนื้อหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่านักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 82.63 สูงกว่าคะแนนมโนมติก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 27.47 รองลงมาคือเนื้อหาเรื่องสภาพขั้วของโมเลกุล คิดเป็นร้อยละ 79.46 สูงกว่าคะแนนมโนมติก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 14.53 และเนื้อหาเรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ คิดเป็นร้อยละ 74.93 สูงกว่าคะแนนมโนมติก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 9.93 ตามลำดับ

5.1.3 มโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ด้วยแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 9.46 เป็น 80.94 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงจากร้อยละ 90.54 เป็น 19.06

5.1.4 มโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายเนื้อหาก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์รายเนื้อหาก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ด้วยแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีมโนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงกว่าก่อนเรียนทุกรายเนื้อหา โดยเนื้อหา

เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์สูงที่สุดโดยเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 18.92 เป็น 84.05 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงจากร้อยละ 81.08 เป็น 15.95 รองลงมาคือ เนื้อหาเรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.00 เป็น 78.92 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงจากร้อยละ 100.00 เป็น 21.08

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ สามารถเพิ่มมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาสารสูงขึ้นและช่วยลดมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ลดลงได้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้นเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์การตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในประเด็นต่างๆ ตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในประเด็นต่างๆที่สนใจและพยายามแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยวิธีการที่เหมาะสม นักเรียนมีโอกาสได้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ ซึ่งการที่ได้ถ่ายทอดสิ่งที่ค้นพบให้คนอื่นฟังจะยิ่งช่วยส่งเสริมความเข้าใจและจดจำยาวนานยิ่งขึ้น ส่งผลให้คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

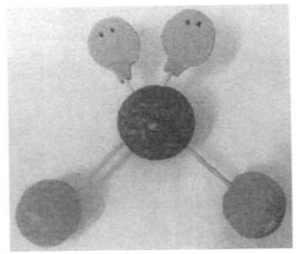
5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

5.2.1.1 ในการจัดกิจกรรมการด้วยการสืบเสาะควรมีการเก็บข้อมูลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยเนื่องจากกิจกรรมที่จัดขึ้นเป็นการเลียนแบบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ดังนั้นนักเรียนน่าจะเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

5.2.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเน้นการปฏิบัติที่นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนกำลังศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมครูต้องคอยดูแลให้คำปรึกษาและเมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเสร็จครูต้องตรวจผลงานและแจ้งผลให้นักเรียนทราบทันที เพื่อไม่ให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่ครอบครองพื้นที่มากกว่าเข็มหมุดซึ่งใช้แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว เช่น กระดาษลัง (ภาพที่ 5.1) เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ



ภาพที่ 5.1 แบบจำลองโมเลกุลจากโฟมและไม้จิ้มฟัน กระดาษลังใช้แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

5.2.2.2 ควรใช้สื่อการสอนอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น แอนิเมชั่น หรือโมเดลอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

5.2.2.3 ควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะไปใช้ในการสำรวจมโนมติวิทยาศาสตร์และปรับแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเนื้อหาอื่นๆ ในวิชาเคมี

5.2.2.4 ควรมีการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ในวิชาเคมี เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ เพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่นักเรียน

5.2.2.5 ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับมโนมติที่คลาดเคลื่อน ในเรื่องอื่นๆ ด้วย เพื่อช่วยแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนที่จะเรียนเรื่องนั้น ๆ ผ่านไป

5.2.2.6 ทำวิจัยเพื่อหารูปแบบการสอนที่ทำให้เกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กมลนุช ไชยมัชชิม และเสนอ ชัยรัมย์. "การส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้", **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 5(2): 165-175; มกราคม, 2557.

กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. "แบบจำลองอะตอมโมเลกุลทางเลือกสำหรับการสอนเรื่องทฤษฎีแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์", **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 5(2): 209-213; 11 สิงหาคม, 2557.

จิรพันธุ์ ทัศนศรี. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบซิปปาร่วมกับแบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548.

จรรยา ไกรสน. "ผลของการใช้แบบจำลองรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์", ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัยครั้งที่ 9**. น.433-439. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2556.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. "แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี**. 19(2): 10-19; กรกฎาคม-สิงหาคม, 2551(ก).

_____. "การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 11(1): 36-38, 2551(ข).

ชาตรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสวรรค์ส่ง และวรรณทิพา รอดแรงค้า. "การสำรวจความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีของนิสิตครูวิทยาศาสตร์", **วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์**. 27(1): 27-38; มกราคม-มิถุนายน, 2549.

ธรรมนูญ ผ่านสำแดง. **การใช้การสอนแบบปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องรูปร่างโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

เบญจพร อินทรสด, กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา และอริสรา อิสสะรีย์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป", **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ**. 3(พิเศษ): 233-244; มกราคม-เมษายน, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ปรียานุช สถาวรมณี. "การพัฒนากิจกรรมในหลักสูตรเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์", **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา**. 16(2): 61-71; พฤศจิกายน-มีนาคม, 2548.

ปัญจพร มาพลาย. **การศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นกระบวนการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนการสอนรายบุคคล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.

เปรมศักดิ์ สิมมาเคน. **การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.

พนิดา กันยะกาญจน์. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบเปรียบ-เทียบเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1**. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟแมนเนจเม้นท์, 2544.

ภพ เลาหไพบูลย์. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2542.

ยศธร บรรเทิง. **การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain(POE)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.

รุ่งโรจน์ โคตรนารา. **การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบ PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.

วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 24(1): 29-52; พฤษภาคม-สิงหาคม, 2556.

สายทิพย์ ณ เวียงจันทร์. **การสร้างแบบจำลองโมเลกุลอย่างง่ายสำหรับการสอนเรื่องรูปร่างโมเลกุลเพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการนนทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยรังสิต, 2557.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี. **การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546.

สมเจตน์ อุระศิลป์. **การสำรวจและปรับแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้โมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมีตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ", **วารสารวิทยาศาสตร์วิจัย มข**. 1(1): 39-57; เมษายน-มิถุนายน, 2554.

อุดมลักษณ์ นกพึงพุ่ม. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.

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

Mungsing W. **Student s' Alternative Conceptions about Genetics and The Use of Teaching Strategies for Conceptual Change**. Doctor's Thesis: University of Alberta, 1993.

Ozmen, H. "Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding". **Journal of Science Education and Technology**. 13(2): 147-158, 2004.

Sund, R.B. and Trowbridge, L. **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School**. Second Edition Publishes: Charies E. Merrill Publishing Company, 1974.

Stephen G. Prilliman. "An Inquiry-Based Density Laboratory for Teaching Experimental Error", **Journal of Chemical Education**. 89(10): 1305-1307; Winter, 2012.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	**รหัสวิชา ว30221**	**รายวิชาเคมี**
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	**ภาคเรียนที่ 2**	**ปีการศึกษา 2557**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธะเคมี	**เรื่อง รูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์**	**เวลา 5 ชั่วโมง**

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

2.1 การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ทฤษฎีการผลักของคู่อิเล็กตรอนในวง เวเลนต์ (valence Shell Electron Pair Repulsion Theory , VSEPR) มีวิธีพิจารณารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ดังนี้

โมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_xE_y

เมื่อ A แทนอะตอมกลาง

B แทนอะตอมที่ล้อมรอบ

E แทนจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง

x แทนคู่อิเล็กตรอนที่ใช้ในการสร้างพันธะ

y แทนคู่อิเล็กตรอนที่ไม่ได้ใช้ในการสร้างพันธะ

2.2 รูปร่างโมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ ได้แก่

2.2.1 รูปร่างโมเลกุลเป็นเส้นตรง (AX_2)

2.2.2 รูปร่างโมเลกุลเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ (AX_3)

2.2.3 รูปร่างโมเลกุลเป็นทรงเหลี่ยมสี่หน้า (AX_4)

2.2.4 รูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม (AX_5)

2.2.5 รูปร่างโมเลกุลเป็นทรงเหลี่ยมแปดหน้า (AX_6)

2.3 รูปร่างโมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

2.3.1 รูปร่างโมเลกุลเป็นรูปมุมงอ (AX_2E)

2.3.2 รูปร่างโมเลกุลเป็นรูปมุมงอ (AX_2E_2)

2.3.3 รูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม (AX_3E)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 อธิบายรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ได้

3.2 บอกมุมระหว่างพันธะของรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ได้

3.3 ยกตัวอย่างสารประกอบโคเวเลนต์ตามรูปร่างโมเลกุลที่กำหนดให้ได้

3.4 ทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์เมื่อทราบจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางได้

4. สาระการเรียนรู้

4.1 รูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการคิด

5.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 ซื่อสัตย์สุตจริต

6.2 มีวินัย

6.3 ใฝ่เรียนรู้

6.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

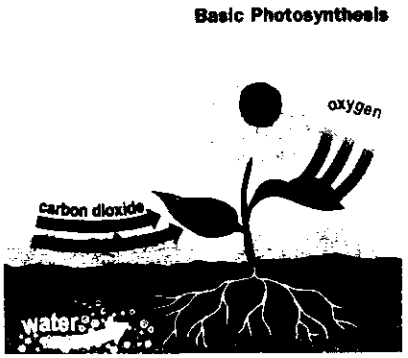
6.5 มีจิตสาธารณะ

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

7.1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์และสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์

7.1.2 กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม " โครงสร้างของ H_2O และ CO_2 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร" ให้นักเรียนคาดคะเนโดยการวาดภาพ (โครงสร้างแบบเส้นหรือโครงสร้างแบบจุด) พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ



7.1.3 กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามด้วยตนเอง โดยครูถามนักเรียนว่า " นักเรียนอยากทราบอะไรอีกบ้างเกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์"

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

7.2.1 ครูชี้แจงเนื้อหาและกิจกรรมที่นักเรียนต้องศึกษาร่วมกัน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์

7.2.2 แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 คน คละตามความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) แล้วทำการทดลองในใบกิจกรรม เรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ตอนที่ 1 โดยมีขั้นตอนดังนี้

ก. สูบลูกโป่งลูกเล็กสีเดียวกัน 20 ลูก ให้มีขนาดเท่า ๆ กัน ผูกขั้วลูกโป่งให้แน่น

ข. ผูกลูกโป่งที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน 2 ลูก สังเกตรูปร่าง ทิศทางของลูกโป่งและมุมที่เกิดระหว่างลูกโป่งแต่ละลูก แล้วบันทึกผล

ค. ผูกลูกโป่งเพิ่มขึ้นเป็น 3, 4 , 5 และ 6 ลูก โดยเพิ่มลูกโป่งที่ละลูกตามลำดับ สังเกตรูปร่างและทิศทางและวัดมุมระหว่างลูกโป่งแต่ละลูก แล้วบันทึกผล

7.2.3 นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรม เรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ ตอนที่ 2 โดยมีขั้นตอนดังนี้

ก. สูบลูกโป่งลูกเล็กสีเดียวกัน 7 ลูกให้มีขนาดเท่า ๆ กัน และลูกโป่งลูกใหญ่สีเดียวกันโดยมีสีต่างจากลูกโป่งลูกเล็ก 4 ลูก ผูกขั้วลูกโป่งให้แน่น

ข. ผูกลูกโป่งลูกเล็ก 2 ลูกและลูกโป่งลูกใหญ่ 1 ลูก ที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน สังเกตรูปร่าง ทิศทางของลูกโป่งและมุมระหว่างลูกโป่งแต่ละลูก แล้วบันทึกผล

ค. ผูกลูกโป่งลูกเล็ก 2 ลูกและลูกโป่งลูกใหญ่ 2 ลูก ที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน สังเกตรูปร่าง **ทิศทางของลูกโป่งและมุมระหว่างลูกโป่งแต่ละลูก** แล้วบันทึกผล

ง. ผูกลูกโป่งลูกเล็ก 3 ลูกและลูกโป่งลูกใหญ่ 1 ลูก ที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน สังเกตรูปร่าง ทิศทางของลูกโป่งและมุมทระหว่างลูกโป่งแต่ละลูก แล้วบันทึกผล

7.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

7.3.1 นักเรียนสรุปผลการทดลองจากตารางในใบกิจกรร โดยพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

ก. จำนวนของลูกโป่งและลักษณะของลูกโป่ง

ข. รูปร่างของลูกโป่ง

ค. ทิศทางของลูกโป่ง

ง. มุมระหว่างลูกโป่งแต่ละลูก

จ. นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดขนาดของลูกโป่งที่ใช้ จึงมีความแตกต่างกัน

7.3.1 นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง

7.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

7.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7.4.1 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายจากกิจกรรมไปยังความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นต่อไปนี้

1) หลักการพิจารณารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

- ถ้าขั้วของลูกโป่งที่ผูกติดกันแทนอะตอมกลาง (A)
- ลูกโป่งลูกเล็กแทนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ โดยปลายลูกโป่งแทนอะตอมที่มาสร้างพันธะกับอะตอมกลาง (B)
- ลูกโป่งลูกใหญ่แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (E)

7.4.2 นักเรียนใช้โฟมกลมที่มีสีและขนาดต่างกัน เข็มหมุดและไม้จิ้มฟันต่อเป็นโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ เมื่อโฟมกลมแทนอะตอมของธาตุ เข็มหมุดแทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และไม้จิ้มฟันแทนพันธะ โดยเปรียบเทียบกับโครงสร้างของลูกโป่งที่ผูกเข้าด้วยกันแล้วบันทึกผลในใบกิจกรรม

7.4.3 นักเรียนตัดแผ่นใสรูปสามเหลี่ยมเป็นชิ้น ๆ ให้มีขนาดพอดีกับโครงสร้างของโฟมกลมที่เสียบด้วยไม้จิ้มฟัน แล้วใช้สก็อตเทปแปะเพื่อเชื่อมรอยต่อระหว่างแผ่นใส่แต่ละแผ่น เพื่ออธิบายโครงสร้างสามมิติของสารโคเวเลนต์

7.4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโครงสร้างสารโคเวเลนต์เกี่ยวกับจำนวนพันธะ , อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง , มุมระหว่างพันธะ

1) วิธีพิจารณารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ถ้า A คือ อะตอมกลาง

X คือ อะตอมข้างเคียง

E คือ จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์จะมีลักษณะ

AX_2 รูปร่างโมเลกุลเป็นเส้นตรง AX_6 รูปร่างโมเลกุลเป็นทรงเหลี่ยมแปดหน้า

AX_3 รูปร่างโมเลกุลเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ AX_2E รูปร่างโมเลกุลเป็นรูปมุมงอ

AX_4 รูปร่างโมเลกุลเป็นทรงเหลี่ยมสี่หน้า AX_2E_2 รูปร่างโมเลกุลเป็นรูปมุมงอ

AX_5 รูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม AX_3E รูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม

เมื่อพิจารณาแรงผลักของอิเล็กตรอนแต่ละชนิดสามารถเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้

อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว กับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	>	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว กับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	>	อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ กับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ

7.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

7.5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันต่อโครงสร้างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์เมื่อครูกำหนดโมเลกุลของสารตัวอย่างให้ พร้อมทั้งบอกรูปร่างโมเลกุล

7.5.2 นักเรียนทำใบงาน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์

7.5. ครูเฉลยใบงานโดยให้นักเรียนร่วมกันตรวจ

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

8.1.1 ใบความรู้ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

8.1.2 ใบงาน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์

8.1.3 ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุล

8.1.4 แบบจำลองรูปร่างโมเลกุล

8.1.5 แบบทดสอบวัดมโนติวิทยาศาสตร์ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์และสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์

8.2 แหล่งการเรียนรู้

8.2.1 ห้องสมุดโรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

8.2.2 ฐานข้อมูล

http://www.satriwit3.ac.th/external_newsblog.php?links=1289

9 การวัดและประเมินผล

พฤติกรรม	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K)	- การตอบคำถาม - การสัมภาษณ์ - การทำใบงาน - การทำแบบทดสอบ	- ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ - ใบงาน เรื่อง การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ - แบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่าง	- นักเรียนทำใบงานถูกต้องร้อยละ 70
2) ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (A)	- การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	- นักเรียนทำกิจกรรมได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด
3) ด้านทักษะกระบวนการ (P)	- การปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	- กิจกรรม เรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	- นักเรียนทำกิจกรรมได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเนอแนะและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นางสาววรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์)

ใบความรู้
เรื่อง รูปร่างโมเลกุล

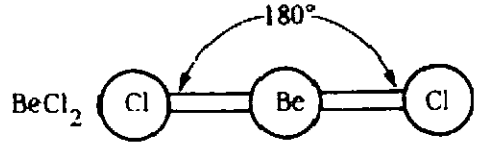
การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้แบบจำลองการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion Model เขียนแบบย่อได้เป็น VSEPR) โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการเกิดพันธะเคมีและมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

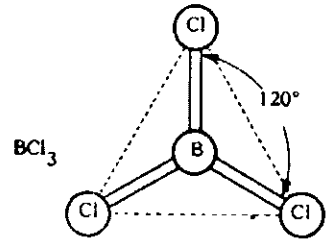
พิจารณาโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิด คือ A และ B โดยกำหนดให้ A เป็นอะตอมกลาง B เป็นอะตอมที่ล้อมรอบ และโมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_x

นักเรียนคิดว่าถ้าจำนวนอะตอมของ B ในสูตรทั่วไป AB_x มีค่าแตกต่างกัน จะทำให้โมเลกุลมีรูปร่างแตกต่างกันอย่างไร ศึกษาได้ดังนี้

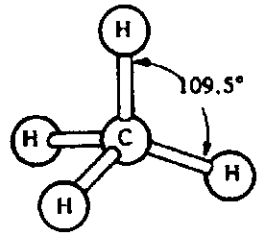
AB_2 : ตัวอย่างเช่น เบริลเลียมคลอไรด์ ($BeCl_2$) มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ รอบอะตอมกลาง เพื่อให้แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนมีค่าน้อยที่สุด แต่ละคู่จึงอยู่ที่ปลายด้านตรงข้ามของแนวเส้นตรงมีมุมระหว่างพันธะ Cl-Be-Cl เท่ากับ 180° รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่า เส้นตรง ดังรูป



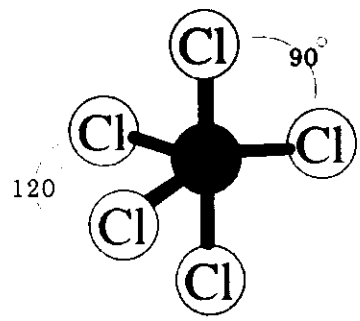
AB_3: ตัวอย่างเช่น โบรอนไตรฟลูออไรด์ (BCl_3) มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่รอบอะตอมกลางโครงสร้างของ BCl_3 ที่เสถียรจะมีพันธะ B –Cl ชี้ไปที่มุมทั้งสามของสามเหลี่ยมด้านเท่าโดยมีอะตอมโบรอนอยู่ตรงกลางของสามเหลี่ยม มีมุมระหว่างพันธะ Cl – B – Cl เท่ากับ 120° รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่า สามเหลี่ยมแบนราบ ดังรูป



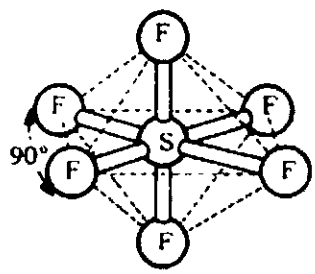
AB_4: ตัวอย่างเช่น มีเทน (CH_4) มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่รอบอะตอมของคาร์บอน ซึ่งเป็นอะตอมกลางมุมระหว่างพันธะ H – C – H ทุกมุมเท่ากับ 109.5° รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่า ทรงสี่หน้า ดังรูป



AB_5: ตัวอย่างเช่น ฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์ (PCl_5) มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่รอบอะตอมกลาง เพื่อให้แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะทั้ง 5 คู่มีค่าน้อยที่สุด จึงจัดเป็นรูปพีระมิดฐานสามเหลี่ยม 2 รูปประกบกัน โดยมีอะตอมฟอสฟอรัสอยู่ตรงกลางมุมระหว่างพันธะด้านบนหรือพันธะด้านล่างกับพันธะในระนาบสามเหลี่ยมเท่ากับ 90° ส่วนอะตอมที่อยู่ในระนาบสามเหลี่ยมมีมุมระหว่างพันธะ 120° รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่า พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม ดังรูป



AB_6: ตัวอย่างเช่น ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 6 คู่รอบอะตอมกลาง การจัดตัวที่เสถียรที่สุดของ SF_6 คือพันธะ S – F ทั้ง 6 พันธะจะชี้ไปที่มุมของรูปทรงที่มีแปดหน้า และมีอะตอมกำมะถันอยู่ตรงกลางมุมระหว่างพันธะ F – S – F ที่อยู่ถัดกันทุกพันธะเท่ากับ 90° รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่า ทรงแปดหน้า ดังรูป

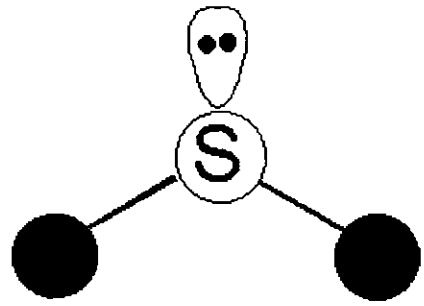


2. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

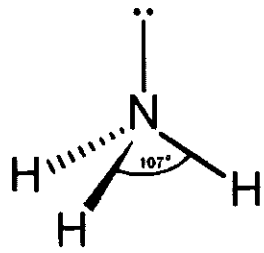
ในโมเลกุลที่มีทั้งอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จะมีแรงผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ซึ่งแสดงแนวโน้มได้เป็นดังนี้

การพิจารณารูปร่างโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวสามารถใช้แบบจำลองVSEPR ได้เช่นเดียวกัน ถ้ากำหนดให้โมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_xE_y เมื่อ A แทนอะตอมกลาง B แทนอะตอมที่อยู่รอบ ๆ และ E แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว x แทนจำนวนอะตอม (x = 2 , 3 , ...) y แทนจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง (y= 1 , 2 , ...) โมเลกุลที่มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแตกต่างกันจะมีรูปร่างโมเลกุลอย่างไรศึกษาได้ดังนี้

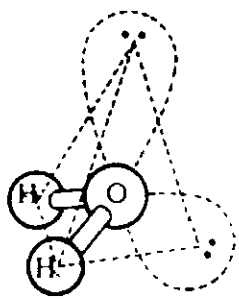
AB_2E: ตัวอย่างเช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ การจัดให้อิเล็กตรอนทั้งหมดอยู่ห่างกันมากที่สุดจะมีรูปคล้ายสามเหลี่ยมแบนราบแต่เนื่องจากมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวหนึ่งคู่ซึ่งมีแรงผลักดันมากกว่าแรงผลักดันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยกัน จึงผลักพันธะ S-O เข้าใกล้กันมุมระหว่างพันธะ O-S-O จึงน้อยกว่า 120° จากการทดลองพบว่ามุม O-S-O เท่ากับ 119° รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่ามุมงอ ดังรูป

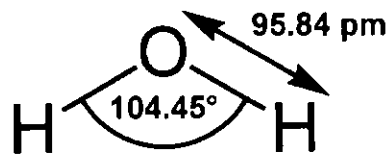


AB_3E: ตัวอย่างเช่น แอมโมเนีย (NH_3) มีอิเล็กตรอนรอบไนโตรเจน 4 คู่ เป็นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ จากการทดลองพบว่ามุมระหว่างพันธะ H-N-H เท่ากับ 107° ซึ่งน้อยกว่า 109.5° ที่เป็นมุมในรูปทรงสี่หน้า ทั้งนี้เพราะแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมีมากกว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะกับคู่ร่วมพันธะด้วยกัน รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่า พีระมิดฐานสามเหลี่ยม ดังรูป



AB_2E_2 : ตัวอย่างเช่น น้ำ (H_2O) โมเลกุลของน้ำประกอบด้วยอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวทั้งสองซึ่งต้องอยู่ห่างกันให้มากที่สุดจึงผลักให้พันธะ O – H ทั้งสองเข้าหากันและน้อยกว่ามุมพันธะในโมเลกุล NH_3 ซึ่งมีอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง 4 คู่เท่ากัน มุมระหว่างพันธะ H – O – H จึงมีค่าเท่ากับ 104.5° รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่า มุมงอ ดังรูป





ใบกิจกรรม

การทดลองการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. สำรวจตรวจสอบการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลได้
2. อธิบาย เปรียบเทียบการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลรูปทรงต่างๆได้

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำการทดลองและวาดภาพแสดงผลการทดลอง

1. สูบลูกโป่งสี**เดียวกัน** 20 ลูกให้มีขนาดเท่า ๆ กัน ผูกขั้วไว้ให้แน่น
2. ผูกลูกโป่งที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน 2 ลูก สังเกตรูปร่างและทิศทางของลูกโป่ง บันทึกผล
3. ผูกลูกโป่งเพิ่มขึ้นเป็น 3 , 4 , 5 และ 6 ลูก โดยเพิ่มที่ละลูกตามลำดับ สังเกตรูปร่างและทิศทาง บันทึกผล

- ถ้าขั้วของลูกโป่งที่ผูกติดกันแทนอะตอมกลาง
- ลูกโป่งลูกเล็กแทนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ โดยปลายลูกโป่งแทนอะตอมที่มาสร้างพันธะกับอะตอมกลาง (X)
- ลูกโป่งลูกใหญ่ แทน อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (E)

4. ใช้โฟมกลมที่มีสีและขนาดต่างกัน เข็มหมุดและไม้จิ้มฟันต่อเป็นโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ เมื่อโฟมกลมแทนอะตอมของธาตุ เข็มหมุดแทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและไม้จิ้มฟันแทนพันธะ โดยเปรียบเทียบกับโครงสร้างของลูกโป่งที่ผูกเข้าด้วยกันแล้วบันทึกผลในใบกิจกรรม

5. นักเรียนตัดแผ่นใสรูปสามเหลี่ยมเป็นชิ้น ๆ ให้มีขนาดพอดีกับโครงสร้างของโฟม กลมที่เสียบด้วยไม้จิ้มฟัน แล้วใช้สก็อตเทปแปะเพื่อเชื่อมรอยต่อระหว่างแผ่นใส่แต่ละแผ่น เพื่ออธิบายโครงสร้างสามมิติของสารโคเวเลนต์

จำนวนลูกโป่ง	ภาพลูกโป่ง	ภาพโฟมกลมและไม้จิ้มฟัน	มุมระหว่างไม้จิ้มฟัน
2			
3			
4			
5			
6			

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำการทดลองและวาดภาพแสดงผลการทดลอง

1. ผูกลูกโป่งลูกเล็ก 2 ลูกและลูกใหญ่ 1 ลูก ที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน สังเกตรูปร่าง ทิศทางของลูกโป่งและมุมที่เกิดขึ้นระหว่างลูกโป่งแต่ละลูก บันทึกผล

2. ผูกลูกโป่งลูกเล็ก 2 ลูกและลูกใหญ่ 2 ลูก สังเกตรูปร่าง ทิศทางของลูกโป่งและ มุมระหว่างลูกโป่งแต่ละลูก บันทึกผล

3. ผูกลูกโป่งลูกเล็ก 3 ลูกและลูกใหญ่ 1 ลูก สังเกตรูปร่างและทิศทาง บันทึกผล

4. ใช้โฟมกลมสีต่าง ๆ เข็มหมุดและไม้จิ้มฟันต่อเป็นโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ เมื่อเม็ดโฟมแทนอะตอมของธาตุ เข็มหมุดแทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและไม้จิ้มฟันแทนพันธะ โดยเทียบกับโครงสร้างของลูกโป่งที่ผูกเข้าด้วยกัน เมื่อขั้วลูกโป่งแทนอะตอมกลางและปลายลูกโป่งแทนธาตุที่มาสร้างพันธะกับอะตอมกลาง ส่วนบริเวณตรงกลางของลูกโป่งแทนพันธะ และลูกโป่งลูกใหญ่แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

จำนวนลูกโป่ง ลูกเล็ก : ลูกใหญ่	ภาพลูกโป่ง	ภาพโฟมกลมและไม้จิ้มฟัน	มุมระหว่างไม้จิ้มฟัน
2:1			
2:2			
3:1			

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ชื่อ.....ชั้น ..... เลขที่.....

คำสั่ง จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จงทำนายรูปร่างโมเลกุลของสารที่เกิดจากการรวมตัวระหว่างธาตุต่อไปนี้

ก. อาร์เซนิกกับไฮโดรเจน

.....

.....

ข. ออกซิเจนกับฟลูออรีน

.....

.....

ค. เจอร์มาเนียมกับไฮโดรเจน

.....

.....

2. $BeCl_2$ SO_2 และ H_2O มีรูปร่างโมเลกุลและมุมระหว่างพันธะเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

3. BCl_3 และ NH_3 มีรูปร่างโมเลกุลและมุมระหว่างพันธะเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุล และสมบัติของสารโคเวเลนต์

แบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

จำนวน 20 ข้อ เวลา 90 นาที

****

<u>คำชี้แจง</u> แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 20 ข้อ ในแต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก

ส่วนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลในการเลือกคำตอบในส่วนที่ 1

1. SiH_4 มีรูปร่างโมเลกุลแบบใด

ก. มุมงอ ข. เส้นตรง

ค. ทรงสี่หน้า ง. สามเหลี่ยมแบนราบ

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

2. SCl_6 มีรูปร่างโมเลกุลแบบใด

ก. ทรงสี่หน้า ข. ทรงแปดหน้า

ค. สามเหลี่ยมแบนราบ ง. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

3. สารประกอบใดต่อไปนี้มีรูปร่างแบบพีระมิดฐานคู่ฐานสามเหลี่ยม

ก. NH_3 ข. BCl_3 ค. PCl_5 ง. SiH_4

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

4. สารในข้อใดมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ

ก. PCl_5 ข. BCl_3 ค. NH_3 ง. SiH_4

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

5. สารใดมีรูปร่างโมเลกุลเหมือนกับ H_2S

ก. Cl_2O ข. BeF_2 ค. AsH_3 ง. CH_2O

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

6. โมเลกุลของน้ำ (H_2O) มีรูปร่างเป็นมุมงอ ถ้าโปรตอน (H^+) สร้างพันธะกับอะตอมของธาตุออกซิเจน ใน H_2O โดยใช้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของ O จะได้มี H_3O^+ มีรูปร่างโมเลกุลเป็นอย่างไร

ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม ข. สามเหลี่ยมแบนราบ

ค. ทรงแปดหน้า ง. ทรงสี่หน้า

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

7. สารประกอบระหว่างธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 4 และ 17 มีรูปร่างโมเลกุลแบบใด

ก. มุมงอ ข. เส้นตรง

ค. ทรงสี่หน้า ง. สามเหลี่ยมแบนราบ

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

8. ธาตุ A มีเลขอะตอมเท่ากับ 15 สารประกอบคลอไรด์ของธาตุ A มีรูปร่างโมเลกุลแบบใด

ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม ข. สามเหลี่ยมแบนราบ

ค. ทรงแปดหน้า ง. ทรงสี่หน้า

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

9. ข้อใดเรียงลำดับมุมระหว่างพันธะของสารโคเวเลนต์ได้ถูกต้อง

ก. $Cl_2 > BF_3 > SF_6$ ข. $BF_3 > Cl_2 > SF_6$

ค. $Cl_2 > SF_6 > BF_3$ ง. $SF_6 > BF_3 > Cl_2$

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

10. ข้อใดเรียงลำดับมุมระหว่างพันธะโมเลกุลของน้ำ แก๊สแอมโมเนีย แก๊สมีเทนได้ถูกต้อง

ก. แก๊สมีเทน > แก๊สแอมโมเนีย > น้ำ ข. แก๊สมีเทน > น้ำ > แก๊สแอมโมเนีย

ค. น้ำ > แก๊สแอมโมเนีย > แก๊สมีเทน ง.แก๊สแอมโมเนีย > น้ำ > แก๊สมีเทน

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

.....

11. สารคู่ใดที่พันธะมีขั้วแต่โมเลกุลไม่มีขั้ว

ก. H_2 , NH_3 ข. CCl_4 , H_2S

ค. BCl_3 , PCl_5 ง. CH_3Cl , PH_3

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

.....

12. สารประกอบในข้อใดที่โมเลกุลมีขั้วทั้งหมด

ก. CH_4 , NH_3 ข. CCl_4 , H_2S

ค. BF_3 , NH_3 ง. CH_3Cl , PH_3

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

.....

13. สารประกอบในข้อใดที่โมเลกุลไม่มีขั้วทั้งหมด

ก. CH_4 , NH_3 ข. CCl_4 , CO_2

ค. BF_3 , NH_3 ง. HCl , H_2O

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

14. สารคู่ใดต่อไปนี้สามารถละลายกันได้

ก. C_6H_{14} , H_2O ข. NH_3 , C_6H_{14}

ค. C_6H_{14} , CH_3OH ง. NH_3 , H_2O

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

15. ถ้า A , B และ C เป็นสารโคเวเลนต์ทั้ง 3 ชนิด โดยมีสถานะเป็นของเหลว

สาร A และ B เป็นโมเลกุลขั้ว , สาร C เป็นโมเลกุลขั้ว สารใดสามารถละลายน้ำได้

ก. สาร C ข. สาร A และ C

ค. สาร A และ B ง. สาร B และ C

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

16. โมเลกุลของสารโคเวเลนต์ชนิดใดนยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงลอนดอน

ก. BCl_3 ข. H_2S ค. HCl ง. NH_3

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

.....

17. โมเลกุลของสารใดไม่ได้ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน

ก. H_2O ข. NH_3 ค. CH_4 ง. HF

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

.....

18. โมเลกุลของสารโคเวเลนต์ชนิดใดยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างขั้ว

ก. PH_3 ข. CO_2 ค. SCl_6 ง. BF_3

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

.....

19. ข้อใดเปรียบเทียบจุดเดือดของ H_2O , NH_3 , CH_4 ได้ถูกต้อง

ก. $H_2O > NH_3 > CH_4$ ข. $H_2O > CH_4 > NH_3$

ค. $CH_4 > H_2O > NH_3$ ง. $NH_3 > H_2O > CH_4$

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

.....

20. ข้อใดเปรียบเทียบจุดเดือดของ A , B , C ได้ถูกต้อง

เมื่อสารทั้ง 3 ชนิดเป็นสารโคเวเลนต์ โดยสมบัติของสาร A , B , C ดังนี้

A เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว B , C เป็นโมเลกุลมีขั้ว C มีพันธะไฮโดรเจน

ก. A > B > C ข. A > C > B

ค. C > B > A ง. C> A > B

เหตุผลประกอบตัวเลือก

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. นายเฉลิมศักดิ์ คำพุทธ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบ้านนาโพธิ์ อำเภอนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. นางสาวจินดา พราหมณ์ชู ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนทุ่งใหญ่เฉลิมราชอนุสรณ์ รัชมังคลาภิเษก
อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

3. นางชนกวรรณ ไชยศร ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนทุ่งสง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

การหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์
เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

ตารางที่ ค.1 ค่าความเที่ยงโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมี 3 ท่าน ใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	0	1	0.67	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	0	1	0.67	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	0	1	0.67	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	0	1	0.67	ใช้ได้
14	1	1	0	0.67	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

ข้อที่	p	r
1	0.68	0.50
2	0.63	0.20
3	0.55	0.45
4	0.79	0.25
5	0.68	0.65
6	0.23	0.20
7	0.55	0.60
8	0.47	0.53
9	0.60	0.27
10	0.23	0.20
11	0.58	0.25
12	0.45	0.55
13	0.74	0.24
14	0.33	0.40
15	0.80	0.45
16	0.80	0.60
17	0.74	0.25
18	0.55	0.50
19	0.47	0.53
20	0.74	0.21

จากข้อมูลในตารางที่ ค.2 เมื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยคำนวณจากสูตร KR_{20} ของ Kuder-Richarderson ได้เท่ากับ 0.79

ภาคผนวก ง

คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตารางที่ ง.1 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์

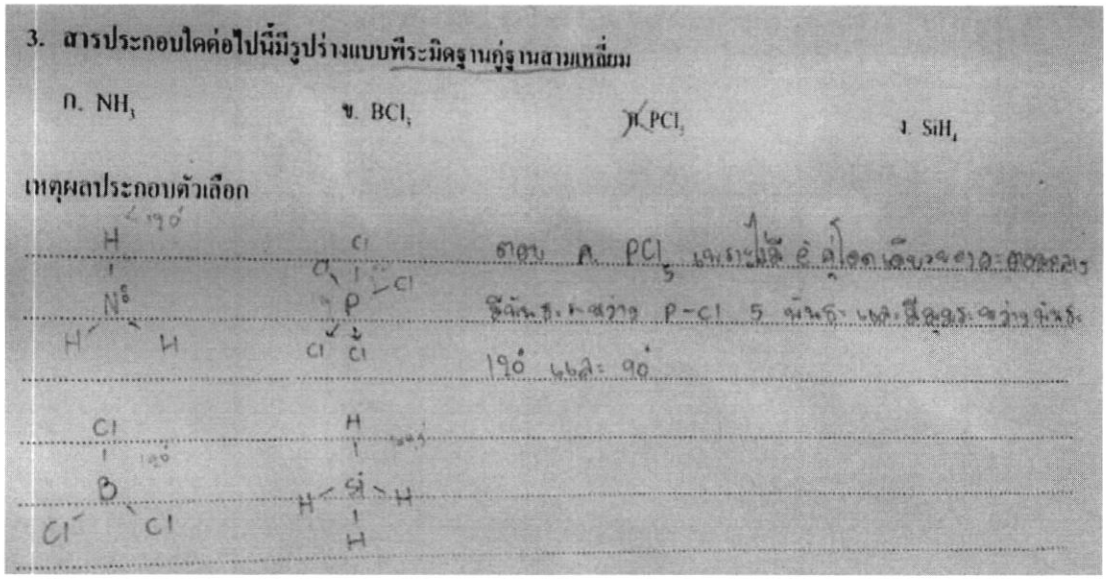
นักเรียนคนที่	คะแนน		ความก้าวหน้า	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนน	ร้อยละ
1	27	57	30	50.00
2	7	56	49	81.67
3	13	37	24	40.00
4	22	54	32	53.33
5	17	43	26	43.33
6	20	59	39	65.00
7	12	49	37	61.67
8	13	49	36	60.00
9	15	52	37	61.67
10	9	56	47	78.33
11	3	39	36	60.00
12	5	46	41	68.33
13	4	29	25	41.67
14	4	34	30	50.00
15	16	55	39	65.00
16	12	54	42	70.00
17	11	37	26	43.33
18	5	34	29	48.33
19	8	51	43	71.67
20	9	53	44	73.33
21	6	58	52	86.67
22	15	45	30	50.00
23	10	44	34	56.67
24	9	56	47	78.33
25	9	47	38	63.33
26	4	48	44	73.33

ตารางที่ ง.1 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ (ต่อ)

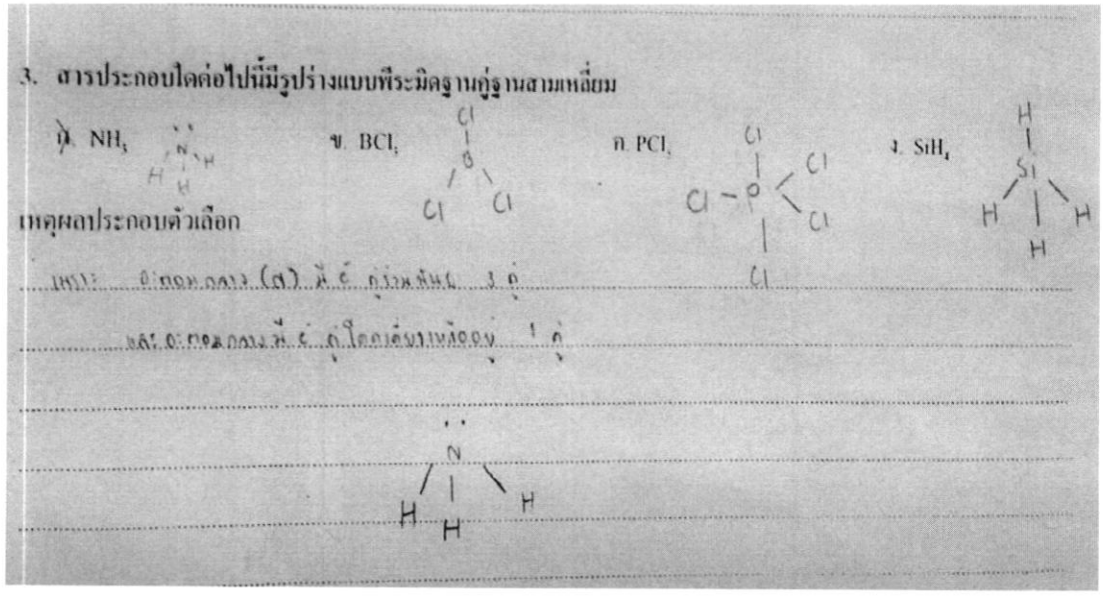
นักเรียนคนที่	คะแนน		ความก้าวหน้า	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนน	ร้อยละ
27	54.00	34.00	34.00	56.67
28	13.00	52.00	39.00	65.00
29	11.00	52.00	41.00	68.33
30	14.00	48.00	34.00	56.67
31	16.00	47.00	31.00	51.67
32	17.00	54.00	37.00	61.67
33	13.00	41.00	28.00	46.67
34	18.00	56.00	38.00	63.33
35	14.00	51.00	37.00	61.67
36	7.00	54.00	47.00	78.33
37	10.00	23.00	13.00	21.67
ค่าเฉลี่ย	**11.84**	**47.95**	**36.11**	**60.18**
SD	**5.58**	**8.64**	**8.09**	**13.49**
สูงสุด	**27**	**59**	**13**	**86.67**
ต่ำสุด	**3**	**23**	**52**	**21.67**

ภาคผนวก จ
มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

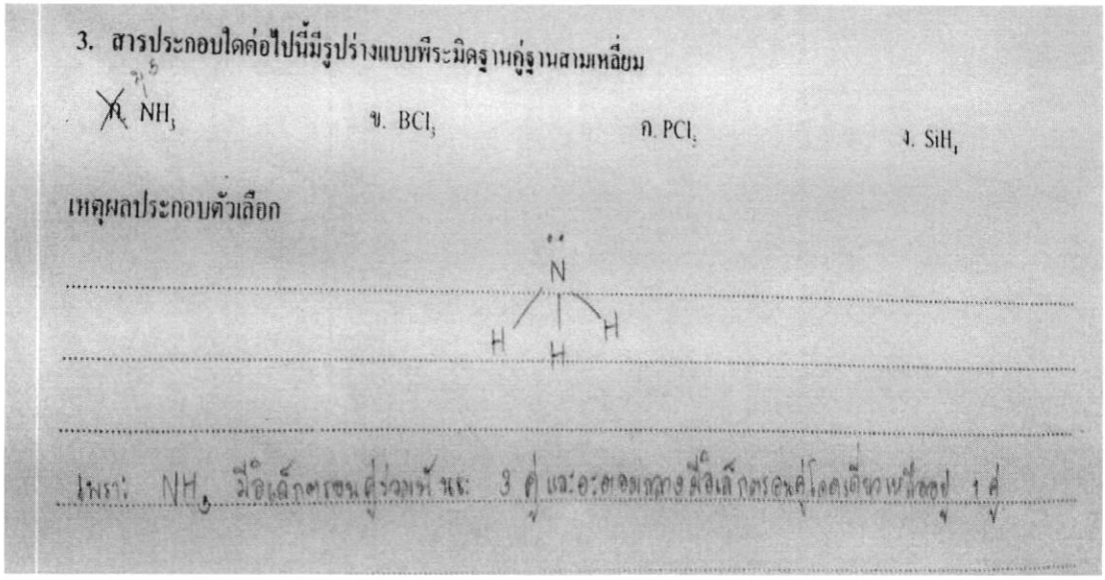
ตัวอย่างที่ 1 ข้อคำถามที่ 3 เรื่องการทำนายรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์



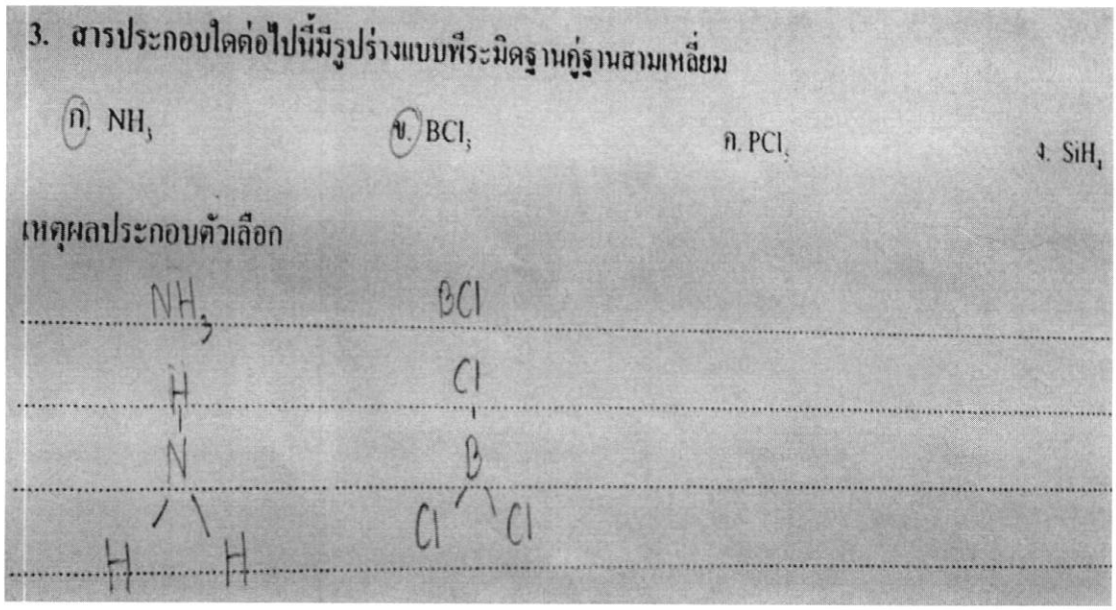
ภาพที่ จ.1 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะในโมเลกุลของ PCl_5 และเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 ไม่ถูกต้อง



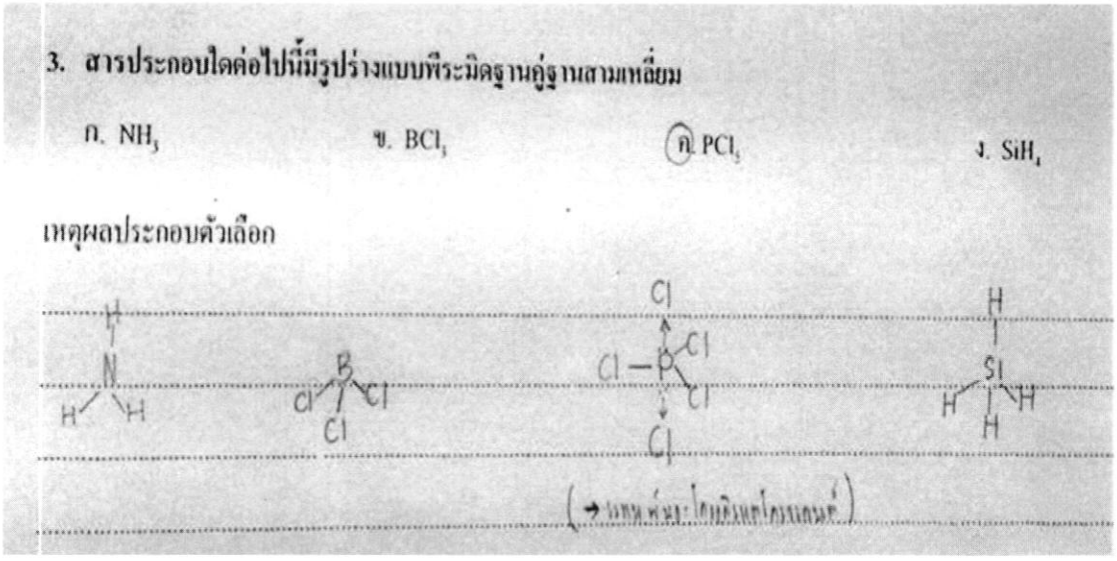
ภาพที่ จ.2 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 ได้ถูกต้อง แต่บอกรูปร่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง



ภาพที่ จ.3 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 ได้ถูกต้อง แต่บอกรูปร่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง

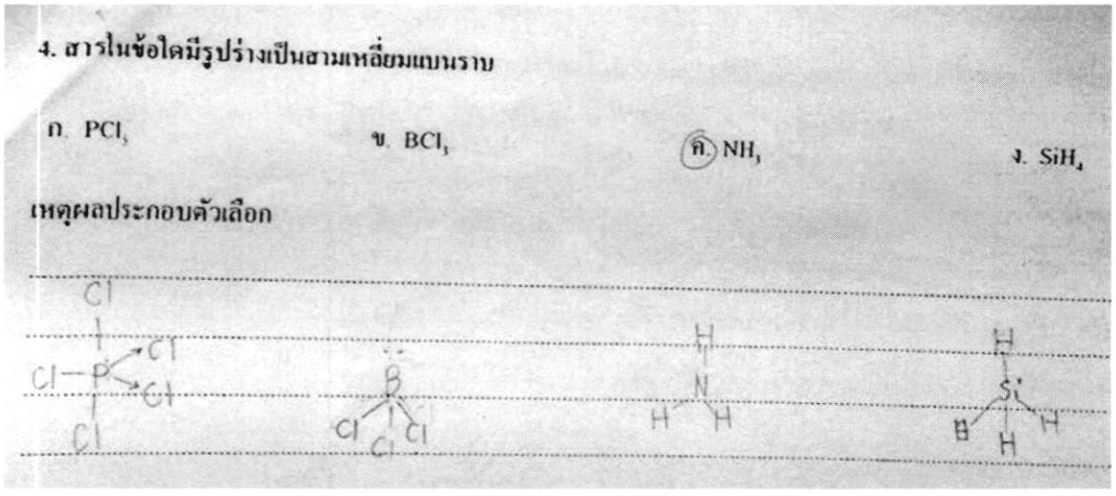


ภาพที่ จ.4 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ BCl_3 ถูกต้องแต่บอกรูปร่างไม่ถูกต้องและเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 ไม่ถูกต้อง โดยไม่คำนึงถึงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของธาตุ N รวมถึงบอกรูปร่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง

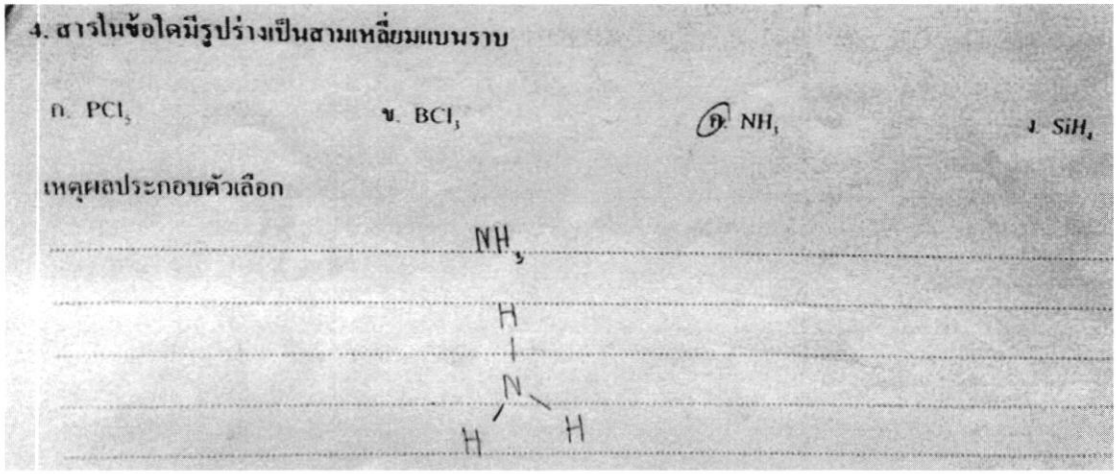


ภาพที่ จ.5 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้าง PCl_5 แสดงรูปร่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะแต่บอกรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง และเขียนสูตรโครงสร้าง NH_3 และ BCl_3 ไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างที่ 2 ข้อคำถามที่ 4 เรื่องการทำนายรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์

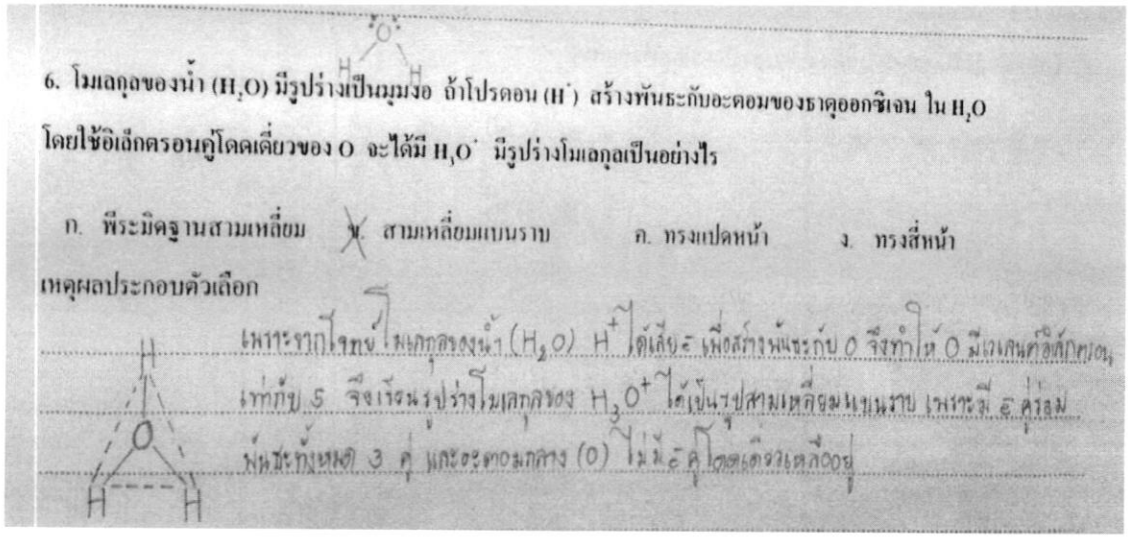


ภาพที่ จ.6 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้าง NH_3 ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง และเขียนสูตรโครงสร้างของ PCl_5 และ BCl_3 ไม่ถูกต้องโดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง ตามลำดับ

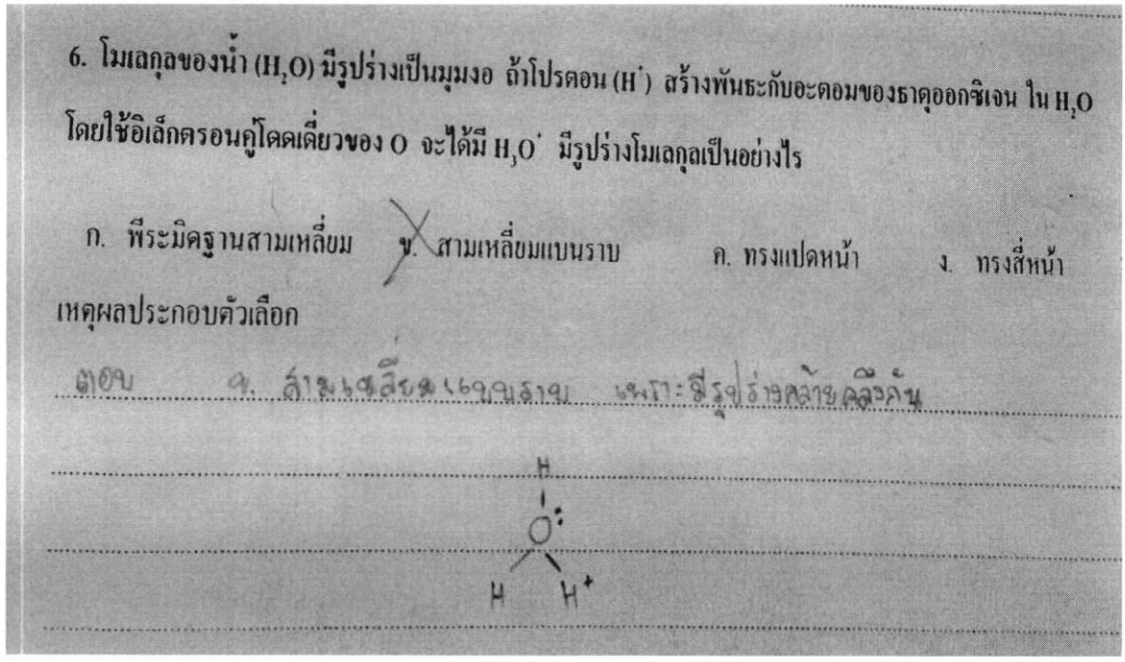


ภาพที่ จ.7 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้าง NH_3 ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง

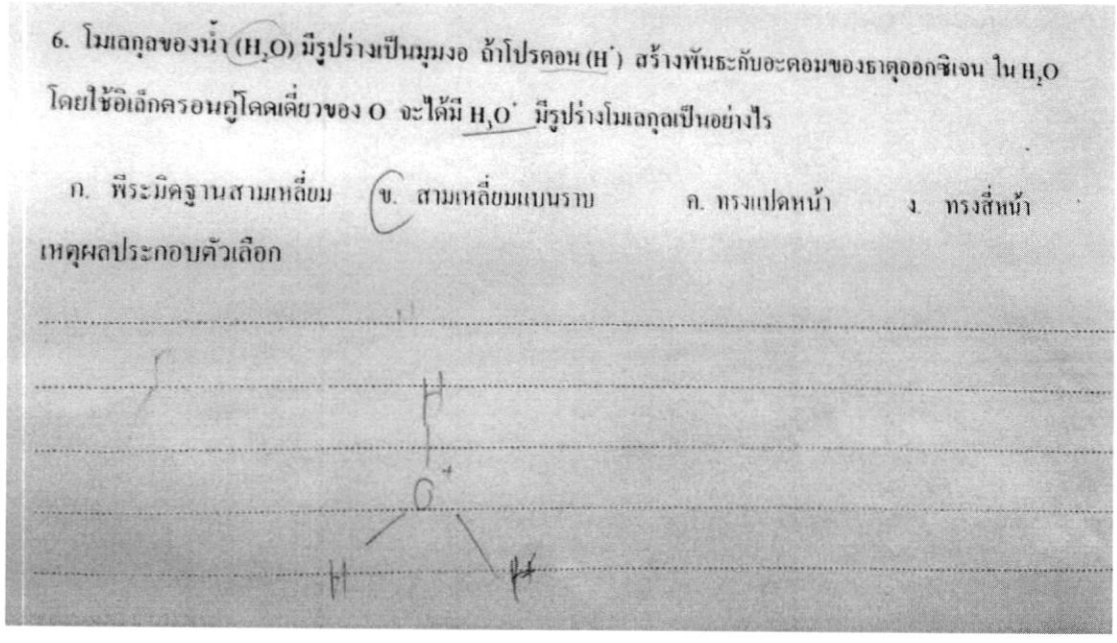
ตัวอย่างที่ 3 ข้อคำถามที่ 6 เรื่องการทำนายรูปร่างโมเลกุลของ H_3O^+



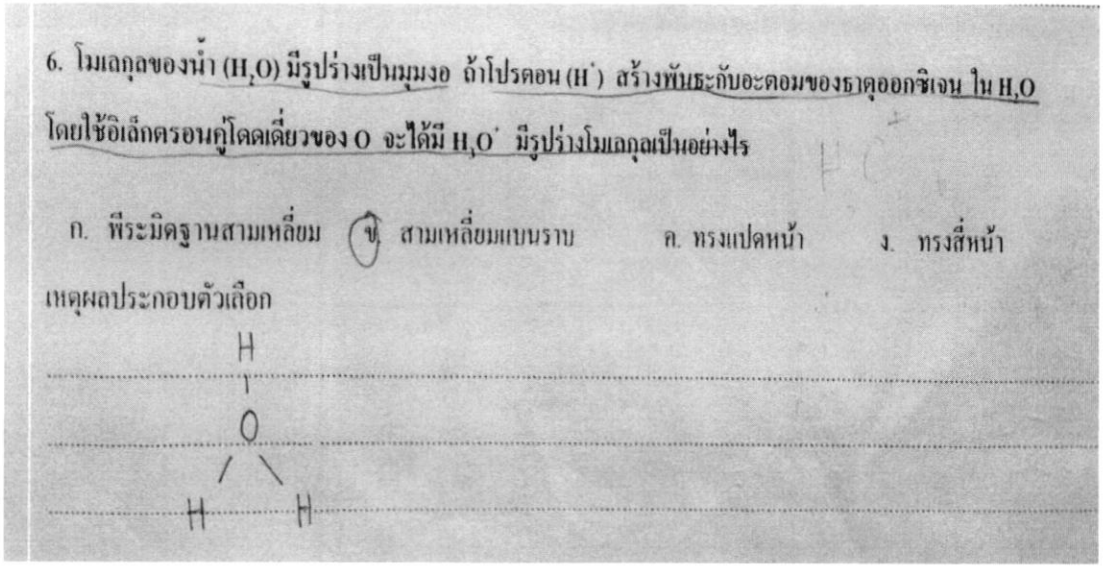
ภาพที่ จ.8 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้องโดยไม่คำนึงถึงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง



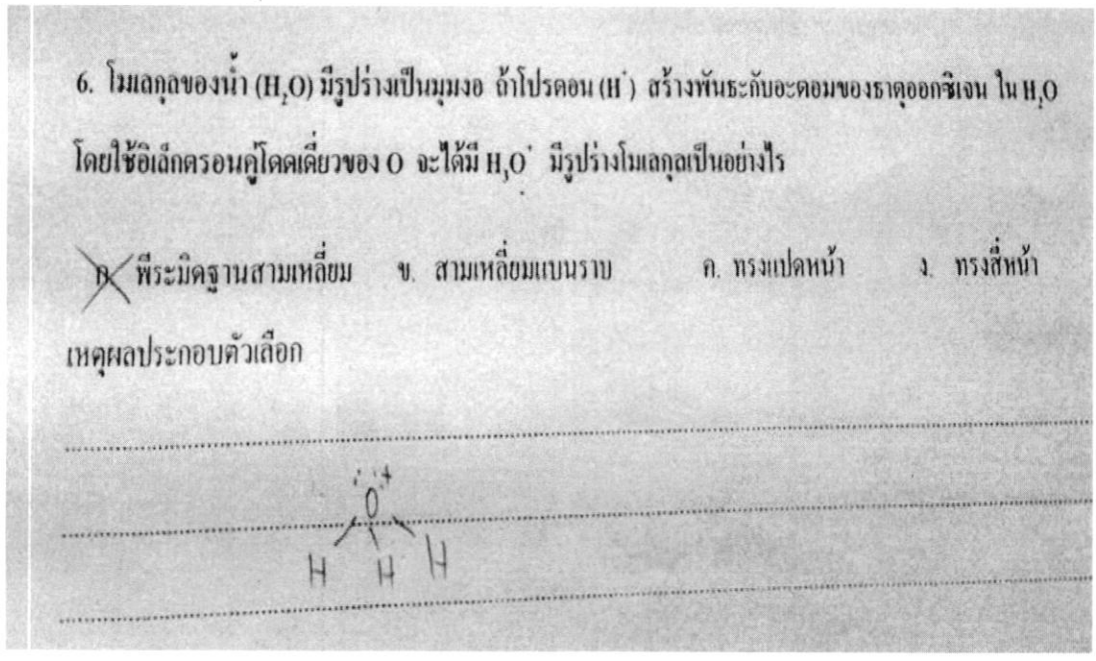
ภาพที่ จ.9 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้องโดยไม่คำนึงถึงแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ



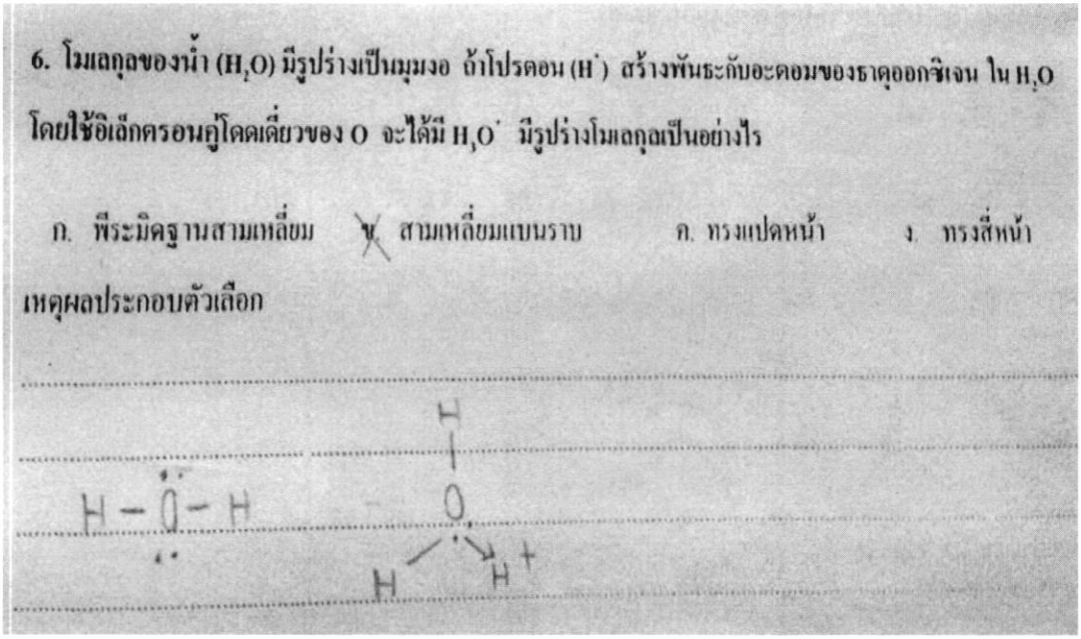
ภาพที่ จ.10 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับประจุบวก



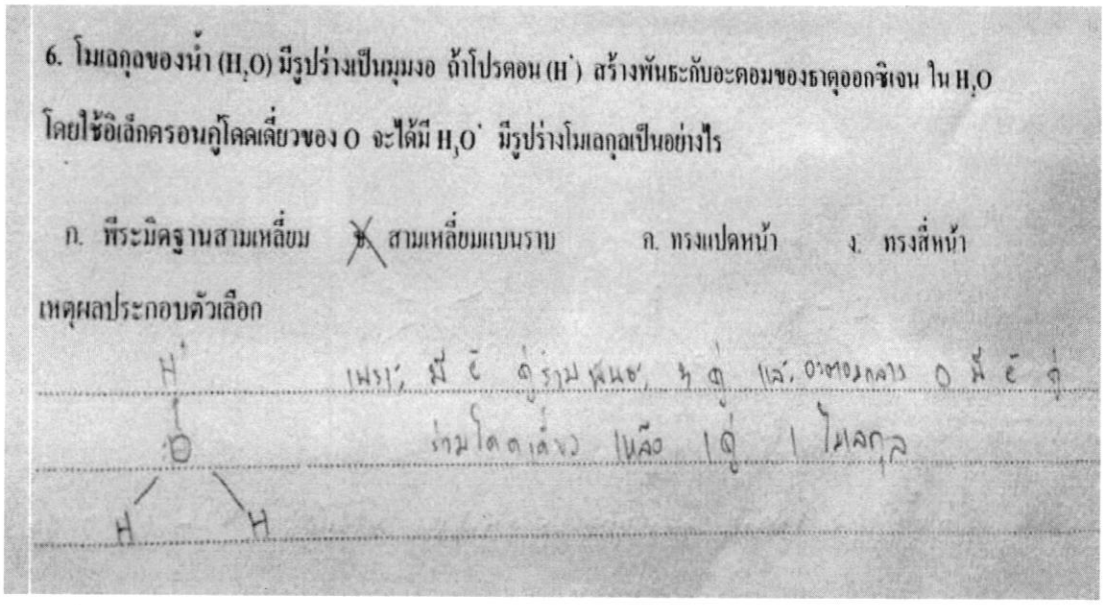
ภาพที่ จ.11 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้อง โดยไม่คำนึงถึงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางและประจุบวก



ภาพที่ จ.12 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับประจุบวก

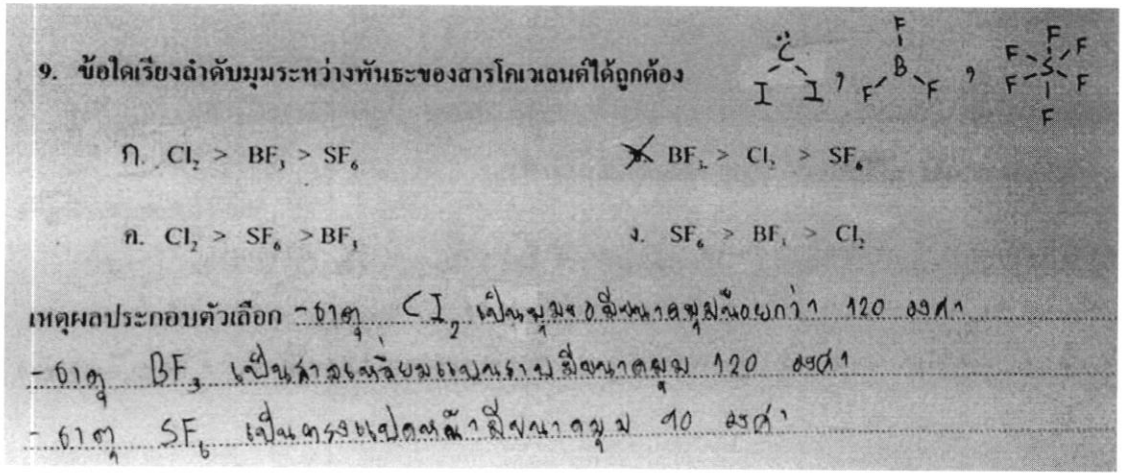


ภาพที่ จ.13 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุล H_3O^+ ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง



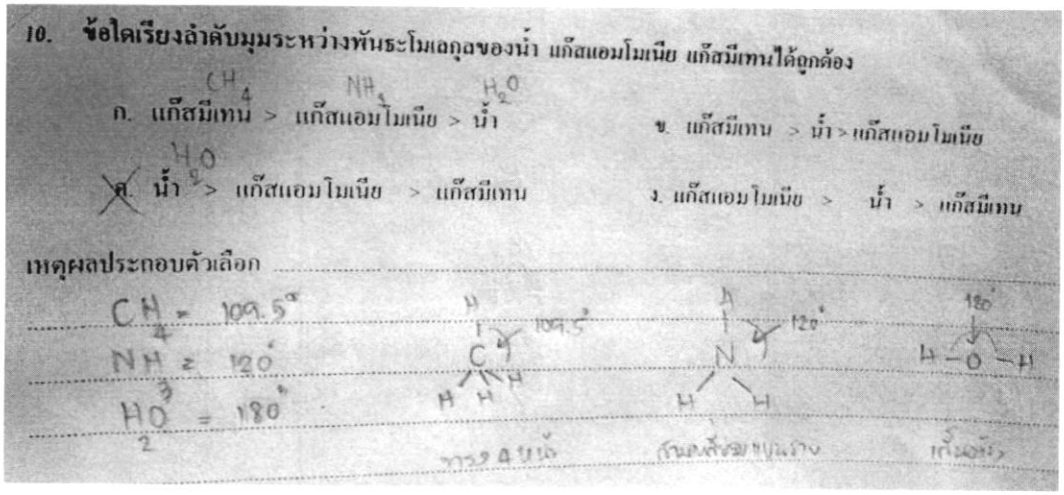
ภาพที่ จ.14 นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแสดงรูปร่างโมเลกุลH_3O^+ ไม่ไม่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง

ตัวอย่างที่ 4 ข้อคำถามที่ 9 เรื่องการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะของสารโคเวเลนต์



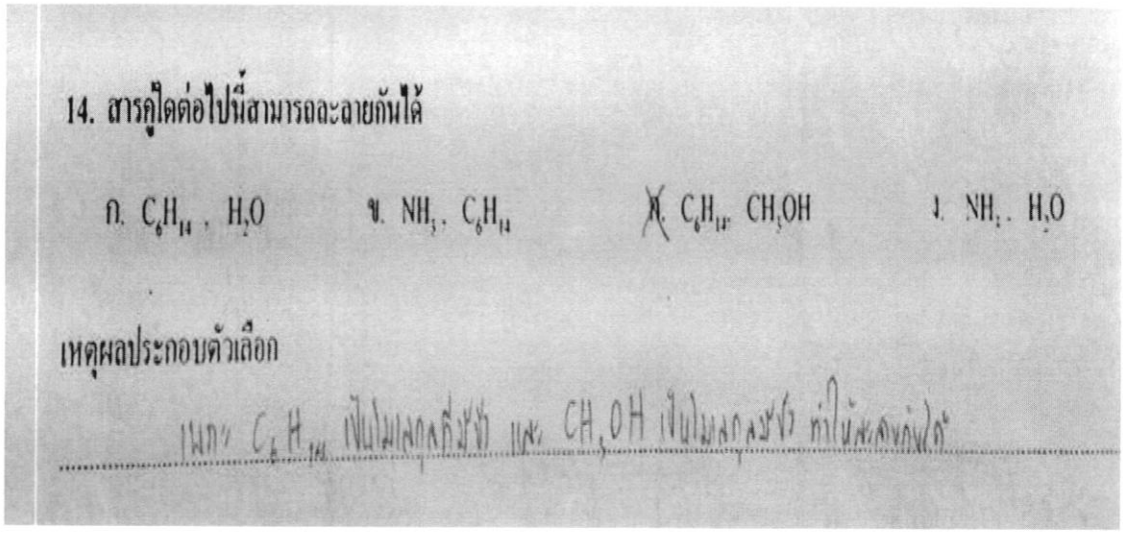
ภาพที่ จ.15 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ธาตุ ส่งผลให้การทำนายรูปร่างโมเลกุลและการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะคลาดเคลื่อนไป

ตัวอย่างที่ 5 ข้อคำถามที่ 10 เรื่องการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะของสารโคเวเลนต์



ภาพที่ จ.16 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางในโมเลกุลของ H_2O และ NH_3 ส่งผลให้การทำนายส่งผลให้การทำนายรูปร่างโมเลกุลและการเปรียบเทียบมุมระหว่างพันธะคลาดเคลื่อนไป

ตัวอย่างที่ 6 ข้อคำถามที่ 14 เรื่องการละลายของสารโคเวเลนต์

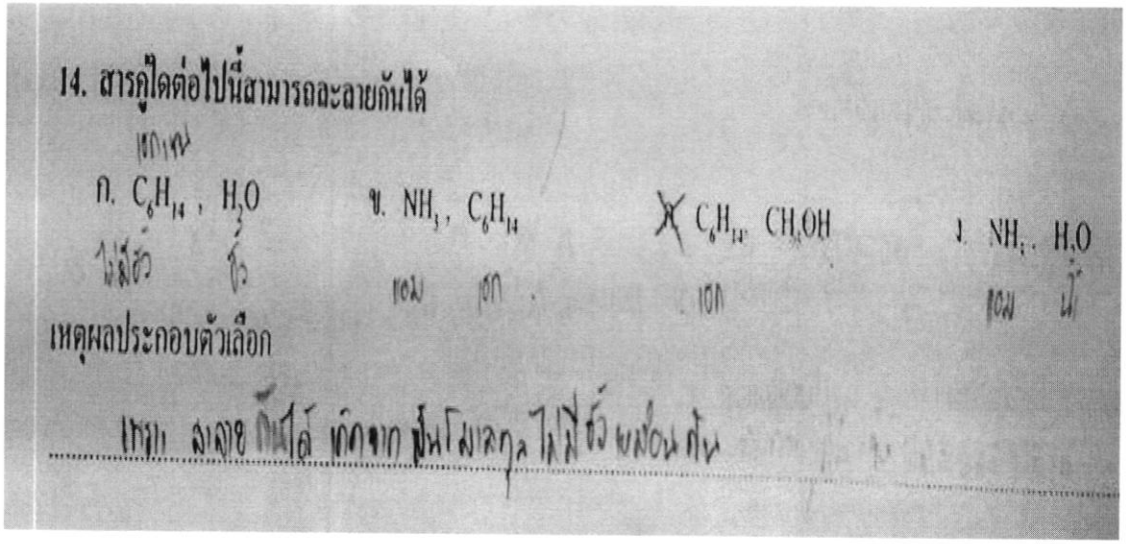

14. สารคู่ใดต่อไปนี้สามารถละลายกันได้

ก. C_6H_{14} , H_2O ข. NH_3 , C_6H_{14} ค. C_6H_{14} , CH_3OH ง. NH_3 , H_2O

เหตุผลประกอบตัวเลือก

เพราะ C_6H_{14} เป็นโมเลกุลที่มีขั้ว และ CH_3OH เป็นโมเลกุลมีขั้ว ทำให้ละลายกันได้

ภาพที่ จ.17 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสภาพขั้วของ C_6H_{14}

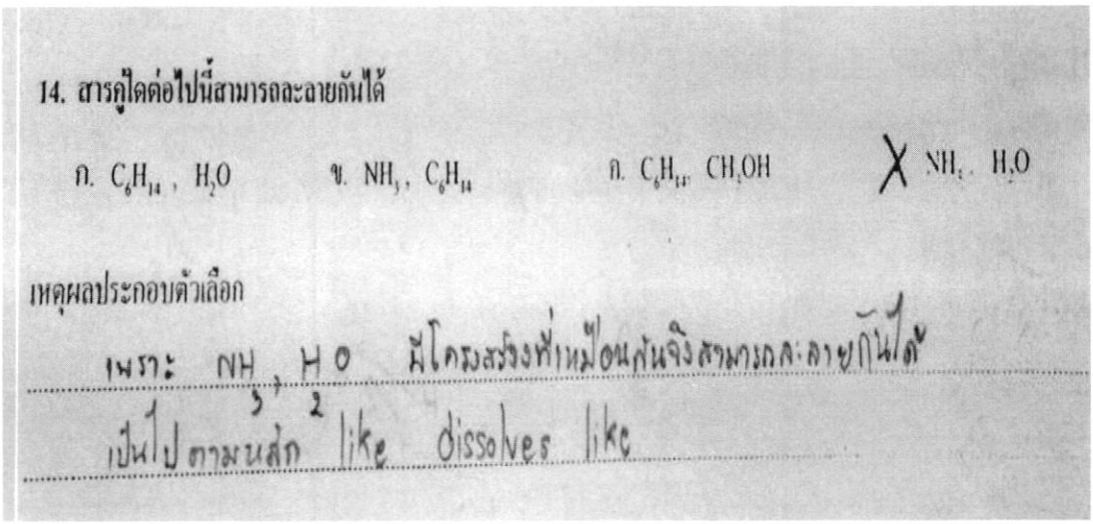

14. สารคู่ใดต่อไปนี้สามารถละลายกันได้

ก. C_6H_{14} , H_2O ข. NH_3 , C_6H_{14} ค. C_6H_{14} , CH_3OH ง. NH_3 , H_2O

เหตุผลประกอบตัวเลือก

เพราะ ละลายกันได้ เกิดจาก สารโมเลกุล ไม่มีขั้ว ผสมกัน

ภาพที่ จ.18 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสภาพขั้วของ CH_3OH


14. สารคู่ใดต่อไปนี้สามารถละลายกันได้

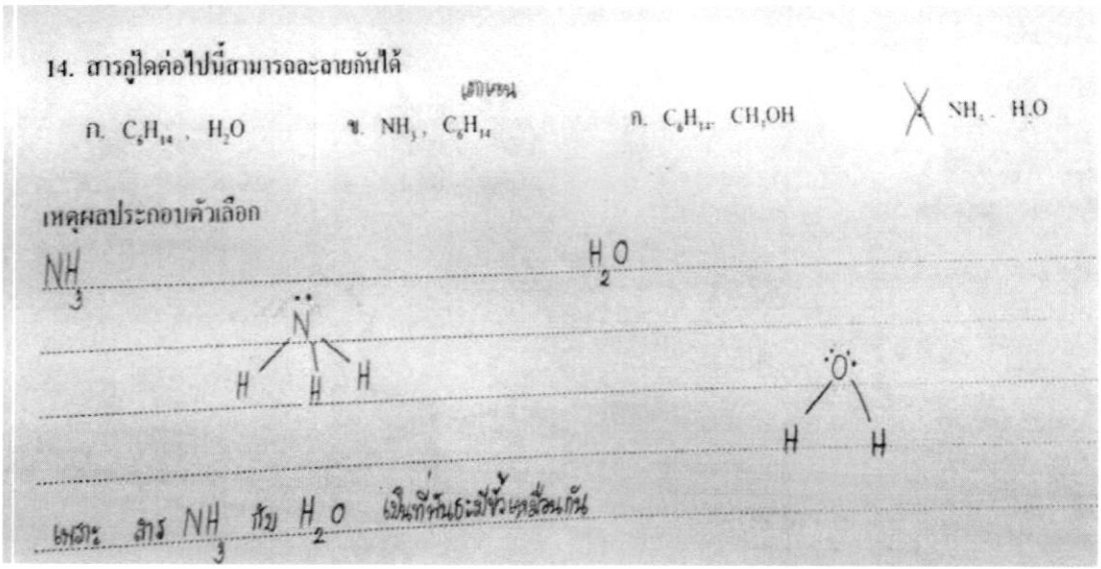
ก. C_6H_{14} , H_2O ข. NH_3 , C_6H_{14} ค. C_6H_{12} , CH_3OH ✗ NH_3 , H_2O

เหตุผลประกอบตัวเลือก

เพราะ NH_3 , H_2O มีโครงสร้างที่เหมือนกันจึงสามารถละลายกันได้

เป็นไปตามหลัก like dissolves like

ภาพที่ จ.19 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 และ H_2O และสมบัติเกี่ยวกับการละลายของสารโคเวเลนต์


14. สารคู่ใดต่อไปนี้สามารถละลายกันได้

ก. C_6H_{14} , H_2O ข. NH_3 , C_6H_{14} ค. C_6H_{12} , CH_3OH ✗ NH_3 , H_2O

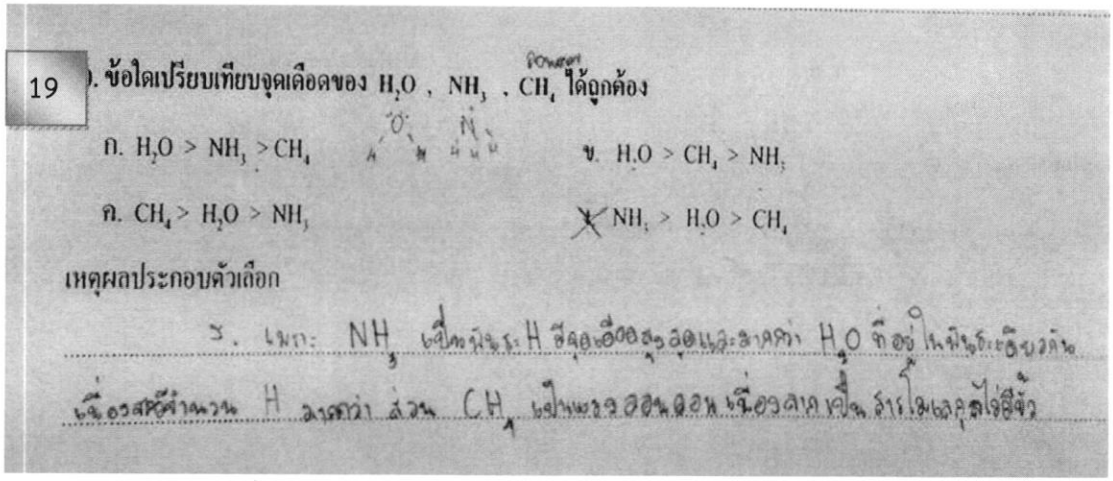
เหตุผลประกอบตัวเลือก

NH_3 H_2O

เพราะ สาร NH_3 กับ H_2O เป็นที่ทั้งละลายซึ่งกันและกัน

ภาพที่ จ.20 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมบัติการละลายของสารโคเวเลนต์

ตัวอย่างที่ 7 ข้อคำถามที่ 19 เรื่องการเปรียบเทียบจุดเดือดของสารโคเวเลนต์


19 ข. ข้อใดเปรียบเทียบจุดเดือดของ H_2O , NH_3 , CH_4 ได้ถูกต้อง

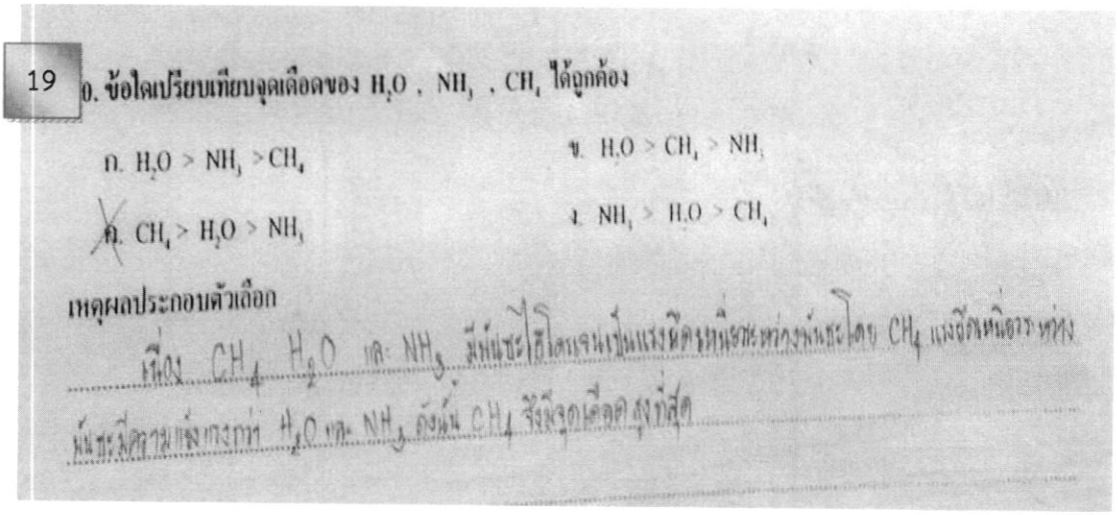
ก. $H_2O > NH_3 > CH_4$ ข. $H_2O > CH_4 > NH_3$

ค. $CH_4 > H_2O > NH_3$ ง. $NH_3 > H_2O > CH_4$

เหตุผลประกอบตัวเลือก

ง. เพราะ NH_3 เป็นพันธะ H ซึ่งจุดเดือดสูงสุดและรองลงมา H_2O ก็อยู่ในพันธะเดียวกัน เนื่องจากมีจำนวน H มากกว่า ส่วน CH_4 เป็นพวกออนออน เนื่องจากเป็นสารโมเลกุลไร้ขั้ว

ภาพที่ จ.21 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบจุดเดือดของ NH_3 และ H_2O โดยไม่คำนึงถึงความแรงของสภาพขั้ว


19 ข. ข้อใดเปรียบเทียบจุดเดือดของ H_2O , NH_3 , CH_4 ได้ถูกต้อง

ก. $H_2O > NH_3 > CH_4$ ข. $H_2O > CH_4 > NH_3$

ค. $CH_4 > H_2O > NH_3$ ง. $NH_3 > H_2O > CH_4$

เหตุผลประกอบตัวเลือก

เพราะ CH_4 H_2O และ NH_3 มีพันธะไฮโดรเจนเป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างพันธะโดย CH_4 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างพันธะมีความแข็งแรงกว่า H_2O และ NH_3 ดังนั้น CH_4 จึงมีจุดเดือดสูงที่สุด

ภาพที่ จ.22 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของ CH_4

ภาคผนวก ฉ
ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ภาพที่ ฉ.1 การทดลองเรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งและโมเดลโฟมกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

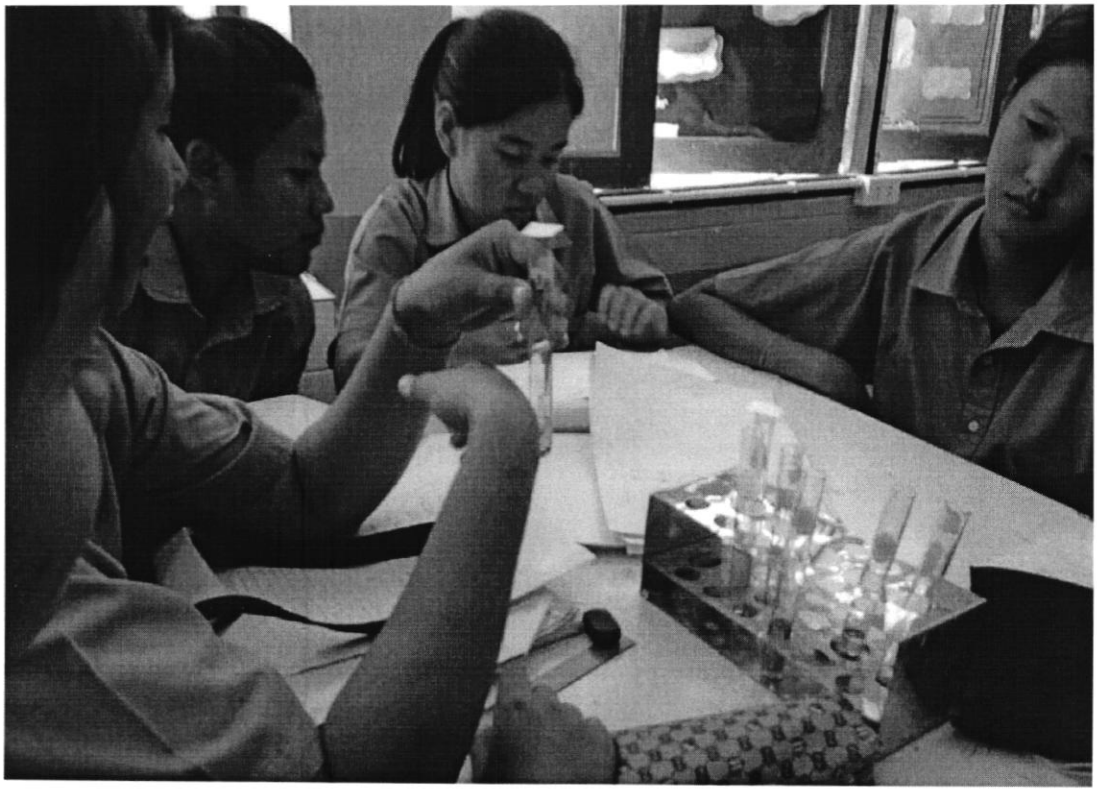
ภาพที่ ฉ.2 การทดลองเรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งและโมเดลโฟมกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ภาพที่ ฉ.3 การทดลองเรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งและโมเดลโฟมกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

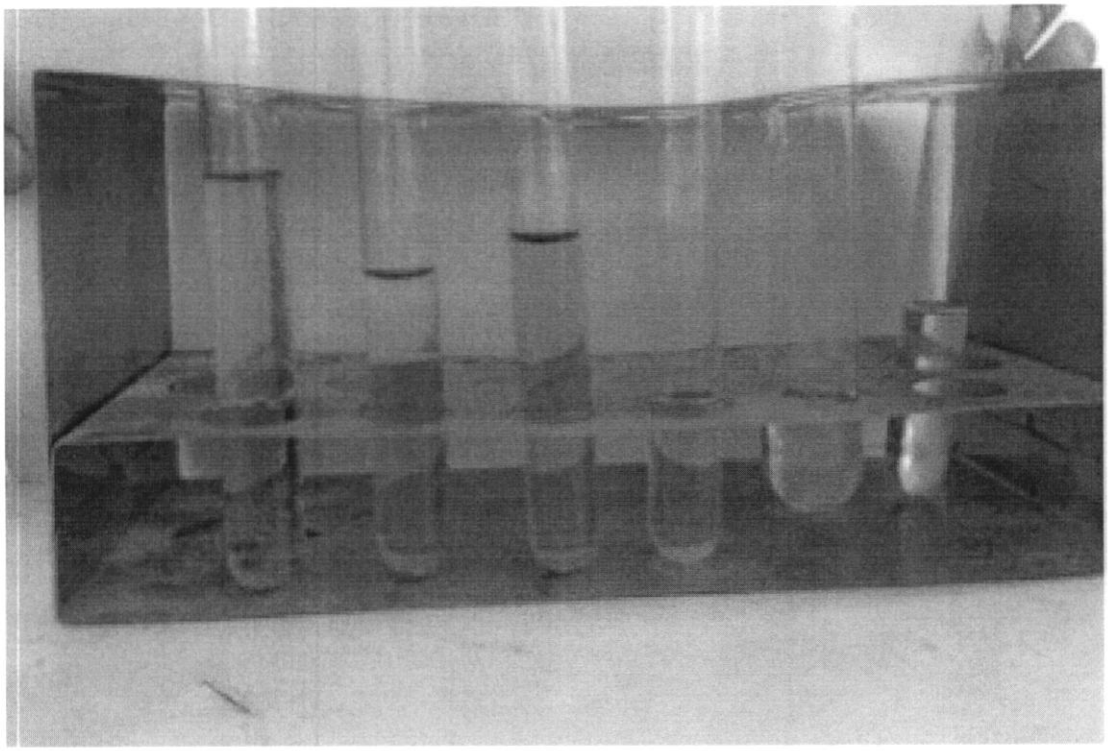
ภาพที่ ฉ.4 การทดลองเรื่อง การจัดเรียงตัวของลูกโป่งและโมเดลโฟมกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ภาพที่ ฉ.5 ชมวีดีทัศน์ เรื่อง paper-marbling เรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

ที่มา: https://www.youtube.com/watch? v=vfWWoe_yr Vo

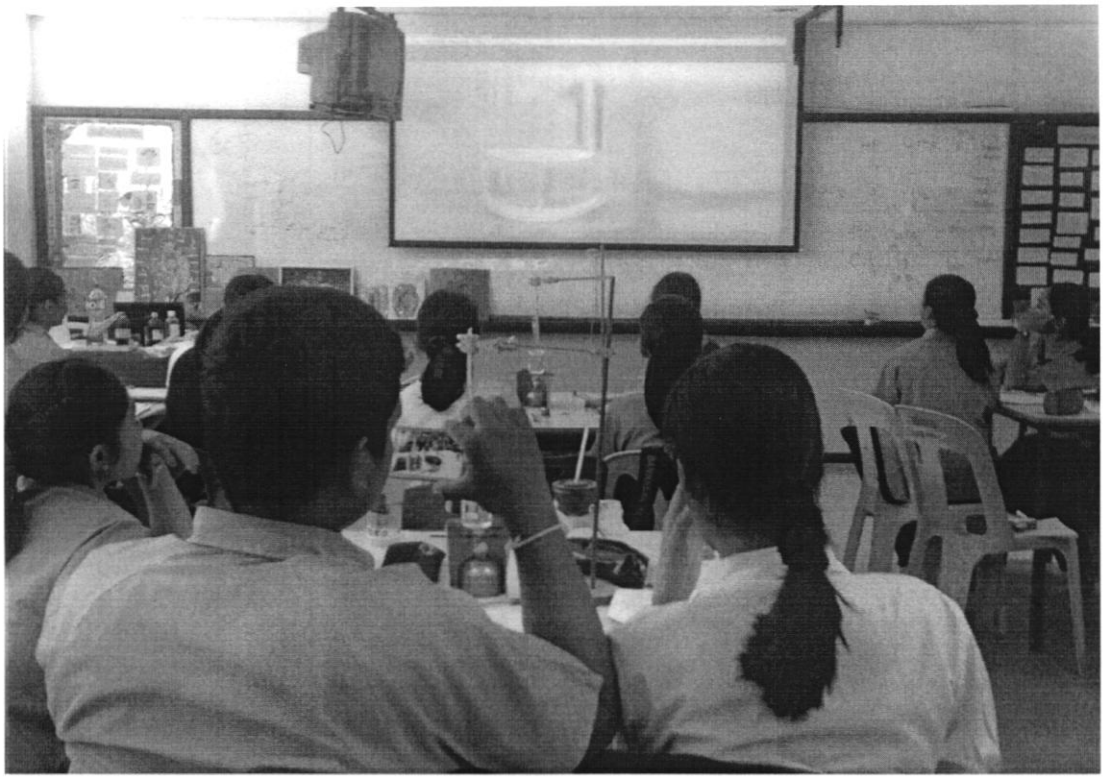


ภาพที่ ฉ.6 ทำการทดลอง เรื่อง การละลายของสารโคเวเลนต์ที่โมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว



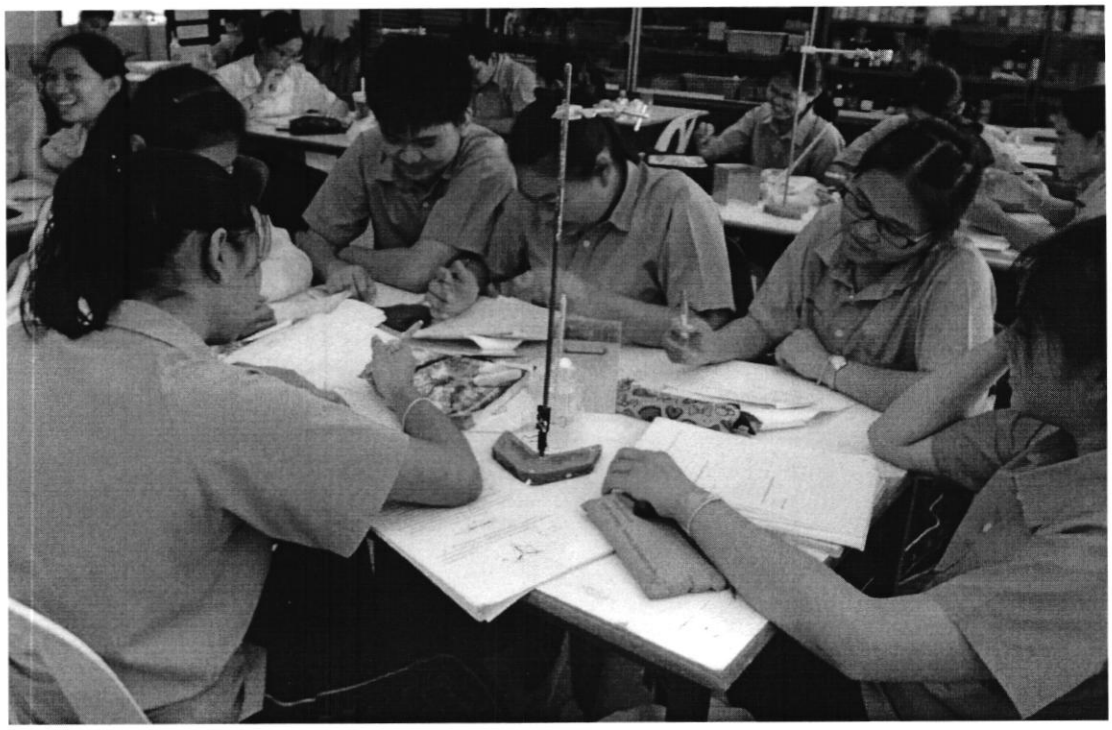
ภาพที่ ฉ.7 การทดลอง เรื่อง การละลายของสารโคเวเลนต์ที่โมเลกุลมีขั้วและไม่มีขั้ว

ภาพที่ ฉ.8 ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาจุดเดือดของสาร



ภาพที่ ฉ.9 ชมวีดีทัศน์ เรื่อง การทดลองหาจุดเดือดของสาร

ภาพที่ ฉ.10 ทำการทดลองหาจุดเดือดของสารโคเวเลนต์



ภาพที่ ฉ.11 นักเรียนบันทึกผลการทดลองหาจุดเดือดของสารโคเวเลนต์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาววรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546 – 2549 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
	พ.ศ. 2550 มหาวิทยาลัยศิลปากร
	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน
	โรงเรียนบ้านนาสาร
	อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านนาสาร
	อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี
	อีเมล์ warunan_ab21@hotmail.com