

การใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง
ด้วยการทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ
เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปิยธิดา พยัมพา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**USING GUIDED-INQUIRY ACTIVITIES WITH
PREDICTION-OBSERVATION-EXPLANATION (POE)
FOR DEVELOPING GRADE 10 STUDENTS'
UNDERSTANDING OF CHEMICAL BONDING**

PIYATHIDA PAYKTA

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2014
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนา
ความเข้าใจ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย นางสาวปิยธิดา พัทธมา

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ดังควนิช

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสนอ ชัยรัมย์

กรรมการ

ดร.สุภาพ ดาเมือง

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....เสนอ ชัยรัมย์.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสนอ ชัยรัมย์)

.....
.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
.....

(ดร.จุฑามาศ หงษ์ทอง)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสนอ ชัยรัมย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน การเขียนรายงานการวิจัย การแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ดังควนิช ประธานกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และ ดร.สุภาพ ตาเมือง กรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการสอบและแก้ไขปรับปรุงรูปเล่ม

ขอขอบพระคุณ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช ที่ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับทำวิจัย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา เป็นอย่างสูงที่ได้ให้กำลังใจและให้การช่วยเหลือสนับสนุน ด้านต่างๆ ตลอดมา

มีจิต

(นางสาวปิยธิดา พัทธมา)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย : ปิยธิดา พยัฆา

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสนอ ชัยรัมย์

คำศัพท์สำคัญ : การสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง การทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พันธะเคมี

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี จากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย แบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนหลังกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 51 คน โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช ปีการศึกษา 2555 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือกประกอบการอธิบายเหตุผล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าทางสถิติคือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 โดยก่อนเรียน นักเรียนมีความเข้าใจพันธะเคมีที่แตกต่างกัน หลังจากการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบตัวเลือก และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก จากการจัดกิจกรรมผลการวิจัยนี้บ่งชี้ให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจพันธะเคมีได้เป็นอย่างดี

ABSTRACT

TITLE : USING GUIDED-INQUIRY ACTIVITIES WITH PREDICTION-OBSERVATION-EXPLANATION (POE) FOR DEVELOPING GRADE 10 STUDENTS UNDERSTANDING OF CHEMICAL BONDING

BY : PIYATHIDA PAYKTA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : ASST.PROF SANOE CHAIRAM, Ph.D.

KEYWORDS : GUIDED INQUIRY LEARNING ACTIVITIES / PREDICTION-OBSERVATION- EXPLANATION (POE) / CHEMICAL BONDING

This study aimed to explore students' understanding of chemical bonding by guided inquiry learning activities using prediction–observation–explanation (POE). The research pattern was one group pretest-posttest design. The sample was 51 grade 10 students at Benchama Maharat School in academic year 2012. The instrument used in this research was a two tiered test which included 4 multiple choices with explanation of the choice made. The results showed that, The posttest higher the pretest different intending .05 before learning, students hold different understanding of chemical bonding. After learning, most of participating students were able to explain the scientific reasoning. And student satisfaction was high from activities. The findings indicated that the guided inquiry learning activities using prediction–observation–explanation (POE) could effectively enhance students in learning chemical bonding.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	5
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการ ทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย	7
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
3. วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	13
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	14
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	14
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	14
3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	17
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	20
4.2 วิเคราะห์ห้มนิยมติของนักเรียนจากการจัดกิจกรรม	23
4.3 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรม	38
4.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต- การอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี	51
4.5 การอภิปรายผล	54
5 สรุปผลการวิจัย	
5.1 สรุปผลการวิจัย	57
5.2 ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก	
ก ชุดกิจกรรม	66
ข แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	75
ค แบบสอบถามความพึงพอใจ	83
ง บทความ	86
จ เกณฑ์การวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรม	95
ประวัติผู้วิจัย	104

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย	15
4.1	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	21
4.2	ผลเปรียบเทียบการเลือกคำตอบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	22
4.3	คะแนนร้อยละมโนมติรายข้อก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละเนื้อหา	23
4.4	แสดงความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คาดเคลื่อนของนักเรียน	25
4.5	ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย	39
4.6	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 1	40
4.7	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 2	42
4.8	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 3	44
4.9	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 5	48
4.10	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 6	50
4.11	ความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทบาทของครูในชั้นเรียน	51
4.12	ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรม	52
4.13	ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรม	53

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	พีระมิดการเรียนรู้ ร้อยละของการจดจำได้ของความรู้ที่ได้รับโดยวิธีต่าง ๆ	6
4.1	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 1 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) CP-WERP	42
4.2	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 2 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) CP-WERP	44
4.3	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 3 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) CP-WERP (ง) WP-CERP (จ) WP-PCERP (ฉ) WP-WER	46
4.4	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 4 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) WP-CERP (ง) WP-WERP	47
4.5	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 5 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) CP-WERP (ง) WP-CERP	49
4.6	ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE6(ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) WP-PCERP	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนในการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังนั้น ผู้ที่มีความเกี่ยวข้องทางด้านการศึกษาคือ ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการศึกษาด้านนี้ การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์จะต้องจัดให้มีการศึกษาพื้นฐานแก่นักเรียนทุกคน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนทักษะ กระบวนการคิด ทำให้เกิดการพัฒนาความคิดและค่านิยมเชิงวิทยาศาสตร์อันจะช่วยในการแก้ปัญหา ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2545) เพราะวิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิดเป็นเหตุ เป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ ตรวจสอบได้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

วิชาเคมีเป็นแขนงหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการสอดแทรกเนื้อหาในหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น เนื้อหาเคมีส่วนใหญ่มีความซับซ้อนและมักเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค (microscopic) ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี เป็นต้น ซึ่ง ในบางครั้งผู้สอนต้องใช้แบบจำลอง (model) หรือสัญลักษณ์ (symbol) ต่างๆ ในการอธิบายเพื่อ ช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (สุภาพร อินุณณะ, 2541) โดยเฉพาะเนื้อหาในเรื่อง พันธะเคมีแล้วถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในวิชาเคมี เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนเคมี ในเนื้อหาต่อไป ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาเคมี สมดุลเคมี กรด-เบส และเคมีอินทรีย์ เป็นต้น (Taber, K.S., & Coll, R.K., 2002)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องพันธะเคมี พบว่า การจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยแนวคิดของการสร้างองค์ความรู้ ตามรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา เรื่องพันธะ ไอออนิก นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ประเมินผล และสามารถตรวจสอบการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี (ศิวาพร ศรีมงคล, 2550) การสอนที่

ส่งเสริมเพื่อเปลี่ยนมโนคติที่คาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี โดยใช้การสอนตามทฤษฎีของ Posner และคณะ (วิลาวลัย ลาภบุญเรือง, 2543) ทำให้นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการสอนแบบ 5E ร่วมกับแผนผังมโนคติ สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น (ศรีบุญตาม โจมศรี, 2553) จากงานวิจัยดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่า หากนักเรียนได้พัฒนาความคิดหรือความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนจะสามารถส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ขึ้นและเกิดการพัฒนาความคิดที่ต่อเนื่องทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้นตลอดจนมีเจตคติต่อการเรียน

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช วิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเรื่องพันธะเคมีไม่ถูกต้อง อาจเนื่องมาจาก ข้อจำกัดด้านการสอน และวิธีการสอนที่ใช้ นอกจากนี้ เนื้อหาบทเรียนในส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับนามธรรม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

1.2.2 วิเคราะห์มโนคติของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

1.2.3 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

1.2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

1.3.2 นักเรียนมีแนวความคิด เรื่อง พันธะเคมี โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อย่างถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50

1.3.3 นักเรียนมีความเข้าใจ เรื่อง พันธะเคมี โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อย่างถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50

1.3.4 นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.4.1 ประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 700 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 51 คน

1.4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

1.4.3.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจ และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.5.1 นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่องพันธะเคมีเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานสู่เนื้อหาวิชาเคมีต่อไป

1.5.2 นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น

1.5.3 สามารถนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย มาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การทำนาย การสังเกต การอธิบาย (Prediction-Observation-Explanation) หมายถึง

1.6.1.1 การทำนาย (Prediction) เป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดไว้จะเป็นอย่างไรบ้าง นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบ ที่คิดไว้ล่วงหน้า

1.6.1.2 การสังเกต (Observing) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลองพิสูจน์ หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา

1.6.1.3 การอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งทางความเข้าใจระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองกิจกรรมหรือ สถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี ดังนี้

2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

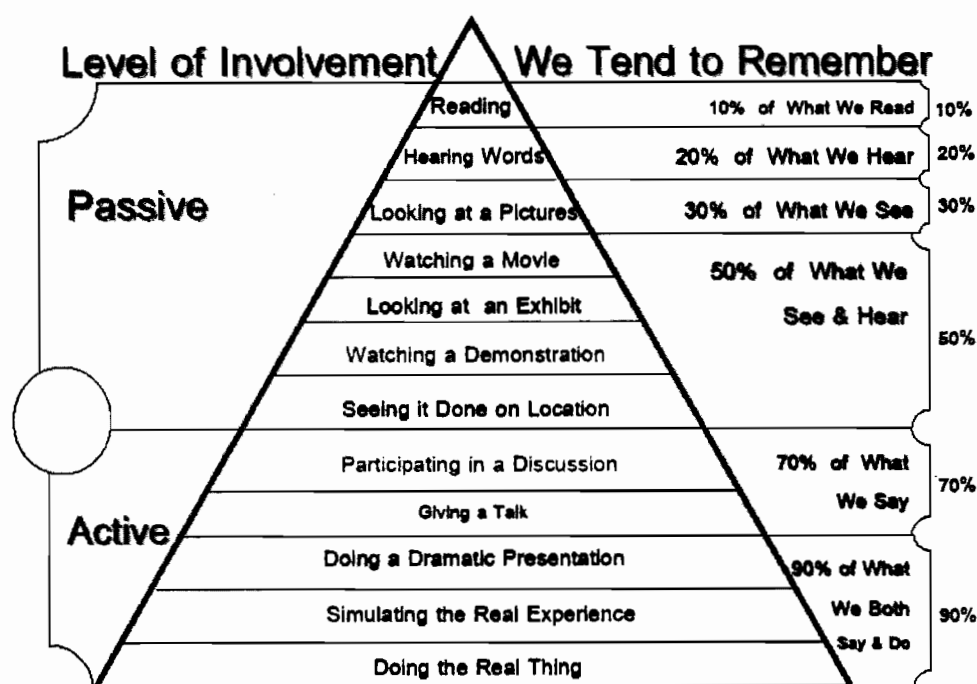
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความแตกต่างระหว่างบุคคลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางความคิดของมนุษย์ที่สำคัญนั้น นอกจากความเชื่อ และทัศนคติแล้ว ปัจจุบันนี้ในบริบทของ การจัดการศึกษา นักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิจัยกำลังให้ความสนใจ และให้ความสำคัญมากขึ้นทุกที ต่อสิ่งที่เรียกว่า รูปแบบการคิด (cognitive style) และ รูปแบบการเรียนรู้ (learning style) ในฐานะที่เป็นปัจจัยทางจิตวิทยาที่สำคัญ ที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ และเพิ่มสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของผู้เรียนได้ ทั้งในการจัดการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และในการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาวิชาชีพขององค์กรต่างๆ

โดยหลักทั่วไปแล้ว นักเรียนเข้าชั้นเรียนด้วยพื้นความรู้ระดับหนึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความพร้อมในการที่จะรับเอาความรู้ใหม่ ความเข้าใจใหม่ หากไม่มีพื้นความรู้ หรือมีพื้นความรู้แต่อาจไม่เข้าใจ หรืออาจเข้าใจผิด (Donovan and Bransford, 2005:1) จึงเป็นหน้าที่ครูที่จะค้นหาและสร้างฐานความรู้ให้เพียงพอต่อการเข้าถึงเป้าหมายของสาระ (subject matter) นักเรียนแต่ละชนชาติ แต่ละถิ่น มีพื้นฐานทางวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน จะมีวิธีคิดและวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกัน การสร้างแรงขับ (driving force) ให้นักเรียนอยากที่จะเรียนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอาศัยความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนผนวกกับใช้ปิรามิดการเรียนรู้ (learning pyramid) ดังภาพที่ 2.1 (National Learning Laboratories, Bethel, Main, U.S.A.) ซึ่งได้อธิบายไว้ว่า

การเรียนรู้ของมนุษย์มีหลายอย่างแต่การเรียนรู้ที่ได้ผลจริงและยั่งยืนนั้น ร้อยละ 5 เกิดจากการฟังปาฐกถาหรือบรรยาย (lecture) ร้อยละ 10 เกิดจากการอ่าน (reading) ร้อยละ 20 เกิดจากการได้ยิน ได้เห็น (audio-visual) ร้อยละ 30 เกิดจากการสาธิตให้ดู (demonstration) ร้อยละ 50 เกิดจากกลุ่มอภิปรายและอภิปราย (discussion group) ร้อยละ 75 เกิดจากการเรียนโดยการลงมือทำจริง (practice by doing) และ เรียนรู้ได้มากที่สุดร้อยละ 90 เมื่อได้สอนผู้อื่นและได้นำไปใช้ทันที (teach others และ immediate use) ความรู้คงทนที่จดจำได้นาน ๆ และคงเหลืออยู่อย่างถาวรของผู้เรียนเกิดจากการเรียนโดยวิธีนี้มากที่สุด



ภาพที่ 2.1 พีระมิดการเรียนรู้ ร้อยละของการจดจำได้ของความรู้ที่ได้รับโดยวิธีต่าง ๆ

การเรียนรู้ตามแนว Constructivism เกี่ยวข้องกับบทบาทของผู้เรียนสองวิธีการคือ การเรียนที่ผู้เรียนกระทำ (active learning) กับการเรียนรู้ถูกกระทำ (passive learning) การเรียนที่ผู้เรียนกระทำหรือการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและเอาผู้เรียนกำหนดทิศทางกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเรียนแบบเสาะแสวงหาความรู้ (investigation หรือ inquiry) แก้ปัญหา (problem solving) การทำกิจกรรมกลุ่ม (group work) การเรียนแบบร่วมมือ (collaborative) การทำการทดลอง (experimental) จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริงและทำให้มีความรู้คงทน จำได้นาน การเรียนแบบนี้เป็นฐานรากของพีระมิด ในขณะที่การเรียนรู้ที่ผู้เรียนถูกกระทำหรือการเรียนรู้เชิงรับ (passive learning) ถือว่าผู้เรียนมีหน้าที่รับโดยครูผู้สอนเป็นผู้ให้ความรู้และข้อมูลผ่านการบรรยายในชั้นเรียน โดยบอกให้ผู้เรียนจดจำหลัก กฎ

สูตร ความสัมพันธ์ การเรียนแบบนี้ครูส่วนใหญ่ชอบ สะดวกต่อการสอนและควบคุมชั้นเรียน ผลการเรียนเห็นผลชัดเจนเมื่อมีการทดสอบหลังเรียน อย่างไรก็ตามความรู้คงทนเหลือน้อยมาก เป็นส่วนปลายของปิรามิด

โดยอาศัยการเรียนรู้ที่ผู้เรียนกระทำ (active learning) ปรัชญาพุทธศาสตร์ (Buddhism) ที่ยึดหลักแห่งการได้มาซึ่งความเชื่อ โดยวิเคราะห์หาเหตุผลด้วยตนเอง ความสอดคล้องกับการเสาะแสวงหาความรู้ ผู้วิจัยจึงได้คิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่อยู่บนรากฐานของพื้นความรู้และวัฒนธรรม (Cultural-Background Based Theory, CBBT) เข้ามาเสริมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนกระทำ (active learning) ทฤษฎี CBBT เสนอว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นการต่อยอดความรู้จากความรู้พื้นฐานเดิม เช่น การที่จะเข้าใจสมการการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งคงตัวในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เรียนจะต้องเข้าใจ พื้นฐานการเคลื่อนที่ที่มีอัตราเร็วคงตัวในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นต้น นอกจากนี้ วัฒนธรรม ความเชื่อ ความคาดหวังในการเรียน ก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และความจำที่ยาวนาน คงทน การที่ครูให้นักเรียนทดลอง หรือสาธิตการทดลองแล้วให้นักเรียน ทำนายผลการทดลอง สังเกต และอธิบายผลที่เกิดขึ้น การทดลองสิ่งใกล้ตัวผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นตัวอย่างจริงก่อนการนำไปใช้ขั้นต่อไป เช่น การเรียน เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ครูควรยกตัวอย่าง การเล่นชักกะเย่อ การใช้เข็มขัดนิรภัย เป็นต้น โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการรวมเอาวิธีการเรียนการสอนที่ผู้เรียนกระทำ (active pedagogical method) และอาศัย การทำลอง การทำนายผลการทดลอง การสังเกต และการอธิบายผล ผู้วิจัยคาดว่าจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและความรู้คงทนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายยาวนานขึ้น

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

การใช้เทคนิค ทำนาย สังเกต อธิบาย หรือ (Prediction Observation Explanation: POE) อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่ครูสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสสำรวจ ทดลอง และเก็บข้อมูล เพื่อพิสูจน์สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตได้ค้นพบด้วยตนเอง (White & Gunstone, 1992) ได้กล่าวว่า วิธีการ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียน สังเกตสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต ซึ่งวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนของการทำนาย (Prediction) เป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้าง นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบ ที่คิดไว้ล่วงหน้า ขั้นตอนนี้ตรงกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์

2.2.2 ขั้นตอนของการสังเกต (Observing) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง พิสูจน์ หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนนี้ตรงกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการทดลอง การวัด และทักษะการพยากรณ์

2.2.3 ขั้นตอนของการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งทางความเข้าใจระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองกิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นอย่างที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ ขั้นตอนนี้ตรงกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

วิธีการ POE สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจ ค้นหา และหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนให้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการทำนายผล และการให้เหตุผลในกรณีที่เกิดการทดลองที่ได้มีความขัดแย้งกับคำทำนาย นักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดขึ้นมาใหม่ให้ถูกต้องตามความเป็นจริง ครูต้องพยายามทำให้นักเรียนทุกคนรู้สึกได้ว่าทุก ๆ คำอธิบายล้วนแต่มีประโยชน์ สามารถช่วยให้ครูและนักเรียนหาคำอธิบายที่ถูกต้องได้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ภายใต้การปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งการประยุกต์ใช้เรื่องราว ประวัติวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจแก่การทดลอง อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเรื่องพันธะเคมี

วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง (2543) ได้ศึกษาผลการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติที่คาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้การสอนตามทฤษฎีของ Posner และคณะกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงจากมโนคติที่คาดเคลื่อนเป็นมโนคติวิทยาศาสตร์ในทุกมโนคติและมีจำนวนผู้ที่เปลี่ยนเป็นมโนคติวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมโดย

มโนคติที่มีการเปลี่ยนแปลงจากมโนคติคลาดเคลื่อนเป็นมโนคติวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือการเกิดพันธะโคเวเลนต์ และการเขียนสูตรแบบจุด ส่วนมโนคติที่มีผู้เปลี่ยนแปลงมโนคติคลาดเคลื่อนเป็นมโนคติวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด คือ สมการไอออนิก จากการสอนโดยใช้การสอนตามทฤษฎีของ Posner และคณะ พบว่าสามารถลดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้เนื่องจากทฤษฎีของ Posner และคณะ มีขั้นตอนที่เน้นในเรื่องการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมโนคติใหม่ต้องเข้าใจแจ่มแจ้ง กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนร่วมกิจกรรมและทำทุกขั้นตอนด้วยตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ทำให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจและปรับเปลี่ยนมโนคติได้ถูกต้องยิ่งขึ้น และถ้าความรู้เดิมไม่ถูกต้องจะมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความรู้ใหม่ได้อย่างเหมาะสม

ทินัมพร โตคำลี (2552) ได้ทำการศึกษาความรู้ความเข้าใจเรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ จำนวน 30 ข้อ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยตรวจคำตอบนักเรียนในแต่ละข้อคำถามแล้วนำข้อมูลมาจัดกลุ่มความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา 4 ระดับ ได้แก่ แนวคิดวิทยาศาสตร์ แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากนั้นคำนวณค่าความถี่ของนักเรียนแต่ละระดับ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 60 มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาย่อยเรื่องพันธะเคมีในแนวระดับแนวคิดวิทยาศาสตร์โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากที่สุด คือ เรื่องการเกิดพันธะโลหะ และสมบัติของโลหะ จำนวน 27 คน รองลงมาคือ เรื่องสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 24 คน อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกและเรื่องสมบัติของสารประกอบไอออนิก

ศรีบุญตาม โจมศรี (2553) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังมโนคติ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80.95 และนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีการทำงานอย่างเต็มความสามารถ รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น บันทึกผลข้อมูลตามความเป็นจริง เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เปรียบเทียบความเหมือน ความต่าง การจำแนกแยกแยะ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญาได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่ม รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู มี

ความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม กล้าแสดงออก มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงาน ตลอดจนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ได้พัฒนากระบวนการคิดโดยการสรุปและสามารถจัดลำดับความสำคัญของเรื่องที่เรียนได้ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ และเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้

อรรพรรณ จันทร์ฟู (2553) ได้ทำการศึกษาแนวคิดเรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดกาญจนบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดแนวคิดเรื่องพันธะเคมี วิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งกลุ่มแนวคิดและคำนวณความถี่ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 35.53 มีแนวคิดเรื่องพันธะเคมีถูกต้อง และแนวคิดถูกต้องบางส่วนร้อยละ 14.53 แต่อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีนักเรียนส่วนใหญ่อีกร้อยละ 30.92 ที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะในแนวคิดเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และสารโคจรผลิกร่างตาข่าย นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 12.75 ยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน และถูกต้องบางส่วน ในแนวคิดเรื่องโมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเคต ส่วนนักเรียนร้อยละ 4.86 ไม่มีแนวคิดในเรื่องพันธะเคมี

ณัชรฤต เกื้อทาน, ชาตรี ฝ้ายคำตา และสุจิตต์ สงวนเรือง (2554) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนรัฐบาล 5 แห่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางความคิดเรื่องพันธะเคมีซึ่งเป็นข้อคำถามปลายเปิดที่ให้ไว้วาดภาพและเขียนบรรยายพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ โดยครอบคลุม 3 หัวข้อหลักคือ พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบอย่างละเอียดแล้วตีความเพื่อหารูปแบบและประเด็นของคำตอบ จากนั้นนำรูปแบบที่ได้มาจัดกลุ่มตามแนวคิดของ Chi และ Roscoe (2002) ; อ้างอิงจาก ณัชรฤต เกื้อทาน, ชาตรี ฝ้ายคำตา และสุจิตต์ สงวนเรือง (2554) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองความคิดที่ไม่ถูกต้องตามแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ใน 3 หัวข้อหลัก นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนได้นำเอาประสบการณ์หรือคำอธิบายในชีวิตประจำวันมาใช้อธิบายพันธะเคมีและสมบัติของสาร จากผลการวิจัยได้เสนอแนะว่าครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้สร้าง ทดสอบ และประเมินแบบจำลองความคิดของตนเองซึ่งทำให้ผู้เรียนเข้าใจแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2.3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

(POE)

สงกรานต์ มุลศรีแก้ว และโชคชัย ยืนยง (2553) การศึกษาเรื่องของไหล บนพื้นฐานทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ทำการศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียนโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามปลายเปิดของนักเรียนเรื่องของไหล และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม เพื่อนำมาตีความและจัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียนโดยเทียบกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ POE ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกแตกต่างกัน แต่หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยวิธี POE ในภาพรวมนักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกมาได้ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์

วนิษา ประยูรพันธุ์ (2553) การศึกษารั้วนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) บนพื้นฐานของทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มเป้าหมายผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองปล้อง จำนวน 26 คน ปีการศึกษา 2552 โดยใช้รูปแบบการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากการบรรยาย การวิเคราะห์โปรโตคอล จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการทำความเข้าใจในการวิเคราะห์รูปแบบการทำความเข้าใจลักษณะ Declarative Knowledge (Merrienboer, 1997) พบว่า ผู้เรียนสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative Knowledge ซึ่งเป็นโครงสร้างทางปัญญาสกีมา ที่เป็น Complex Schema ซึ่งผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงหลักการ ทฤษฎี ไปสู่ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธี POE พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และมีจำนวนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70

ณราภรณ์ บุญกิจ (2553) งานวิจัยนี้ศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องแสง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานทฤษฎีทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองโดยใช้วิธี POE กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนแคมป์สนวิทยาคมจำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ POE ใบกิจกรรม POE แบบสอบถามซึ่งเป็นแบบสอบถามประกอบด้วยคำถามปลายเปิด และการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการโดยตัวแทนความคิดของนักเรียนจะถูกแบ่งเป็นกลุ่มๆ ตามเหตุผลของนักเรียนที่ใช้อธิบายเรื่องแสง ผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เกี่ยวกับเรื่องแสงในหัวข้อ

ทางเดินของแสงนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นอนุภาคมีสมบัติเหมือนของเหลวแต่นักเรียนบางส่วนมีตัวแทนความคิดว่า แสงเป็นคลื่นและเดินทางเป็นเส้นตรง และแสงเป็นอนุภาคเคลื่อนที่แบบหมุน หลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง แสดงสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค

รุจิระ การิสุข (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่าในการเริ่มต้นนักเรียนมีความคาดหวังแตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญ วิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ แบบที่เน้นหลัก ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict Observe Explain) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพิ่มความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แรง และการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความคาดหวังเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

พชรวรรณ มีหนองหว้า (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยใช้การแสดงกึ่งจุลภาคในการทำนาย การสังเกต การอธิบาย พบว่าการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยใช้การแสดงกึ่งจุลภาคใน การทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณในการแสดงกึ่งจุลภาค ผลการทดลองในครั้งนี้บ่งชี้ว่า การสอนโดยใช้การแสดงกึ่งจุลภาคในการทำนาย-การสังเกต-การอธิบายสามารถพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ได้เป็นอย่างดี

Sompong (2006) ได้ศึกษามโนคติของนักศึกษาระดับปริญญาตรีใน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์ ในการทำปฏิบัติการฟิสิกส์บนพื้นฐานของทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองด้วยวิธีการ POE เกี่ยวกับเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ พบว่านักศึกษามีมโนคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ และสามารถออกแบบการทดลองและลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนของ POE ในการอธิบายมโนคติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธุเคมี ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนหลัง (one group pretest – posttest design) (one group pretest – posttest design) (Fitz-Gibbons, C.T., & Morris, L.L. 1987) โดยมีกลุ่มทดลอง ซึ่งมีการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนดังนี้

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

- เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช)
- X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบายในกลุ่มควบคุม
- O_1 แทน การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

O₂ แทน การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะ
แนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 700 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 51 คน โดยเลือกแบบเจาะจง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบไปด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี และแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี จำนวนทั้งหมด 6 กิจกรรม รวม 12 คาบ โดยใช้เวลาเรียนคาบละ 50 นาที

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และอธิบายเหตุผลประกอบตัวเลือกในแต่ละข้อ จำนวน 14 ข้อ

3.3.2.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี จำนวน 6 กิจกรรม

3.3.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี



3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-
การสังเกต-การอธิบาย ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานการ
เรียนรู้ที่ ว 3.2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ

3.4.1.2 ศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดเนื้อหาที่นำมาสร้างกิจกรรมการเรียนรู้
แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย จำนวน 6 กิจกรรม จำนวน 12 คาบ
ใช้เวลาคาบละ 50 นาที

3.4.1.3 ดำเนินการสร้างกิจกรรม จำนวน 6 กิจกรรม โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้
ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

กิจกรรม	เวลา (คาบ)
1. การจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ	2
2. การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ	2
3. การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	2
4. ปฏิริยาของสารประกอบไอออนิก	2
5. รูปร่างของโมเลกุล	2
6. แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์	2
รวม	12

3.4.2 แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้
การเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย และมาตรฐานการเรียนรู้สาระ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธะเคมี

3.4.2.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย จำนวน 6 แผน ใช้เวลาสอน 12 คาบ ใช้เวลาเรียนคาบละ 50 นาที

3.4.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการเรียนรู้ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.3.2 สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และอธิบายเหตุผลประกอบตัวเลือกในแต่ละข้อ จำนวน 14 ข้อ

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างแบบทดสอบ ข้อมูลแสดงค่าพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการละลายของสาร

X Y และ Z

สาร	พลังงานแลตทิซ (KJ/mol)	พลังงานไฮเดรชัน (KJ/mol)
X	750	745
Y	550	590
Z	700	690

ถ้าสาร X, Y และ Z ในจำนวนโมลเท่ากัน ละลายน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร การเปรียบเทียบอุณหภูมิของแต่ละสารละลาย ข้อใดถูกต้อง

1. $X > Y > Z$
2. $Y > X > Z$
3. $Y > Z > X$
4. $Z > X > Y$

จึงแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสาร X Y และ Z ตามลำดับ พร้อมบอกว่าการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบใด

3.4.3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

3.4.3.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามความเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำไปจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียน

3.4.4 แบบวัดความพึงพอใจ

3.4.4.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกำหนดคุณลักษณะของแบบทดสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษา

3.4.4.2 สร้างแบบสอบถาม จำนวน 20 ข้อ ที่สร้างตามเกณฑ์แบบ Likert scale 5 ระดับ (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์, 2547) โดย 5 หมายถึง เห็นด้วยที่สุด 4 หมายถึง เห็นด้วย 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยที่สุด

3.4.4.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความชัดเจนด้านภาษาและความถูกต้องของเนื้อหา และให้คำแนะนำให้นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.4.4.4 จัดพิมพ์แบบทดสอบแล้วนำไปสำรวจวัดระดับความพึงพอใจกับนักเรียน

3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายบุคคลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ผู้สอนแนะนำวิธีการเรียนและบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยการใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

3.5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเรื่องพันธะเคมี จำนวน 14 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

3.5.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เวลา 2 คาบต่อสัปดาห์ คาบละ 50 นาที

3.5.5 เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ทั้ง 6 กิจกรรม รวมทั้งสิ้น 12 คาบ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะเคมี (ชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนสลับตัวเลือกและลำดับข้อ) และประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยการใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากข้อมูลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะเคมีทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการใช้ค่าทางสถิติดังนี้

3.6.1.1. การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

3.6.1.2. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

3.6.2 วิเคราะห์หัตถ์โนมติกของนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ วิเคราะห์คะแนนโดยใช้ข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และอธิบายเหตุผลประกอบตัวเลือกในแต่ละข้อแล้วเปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากนั้นตีความหมายคำตอบของนักเรียนตามแนวคิดของ Abraham et.al. (1992) ซึ่งแบ่งกลุ่มแนวคิดเป็น 5 กลุ่ม ตามความสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ

3.6.2.1 แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding: SU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ครบทุกแนวคิด โดยนักเรียนตอบตัวเลือกถูกและเลือกเหตุผลถูก

3.6.2.2 แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่มีอย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์และมีอย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ตอบตัวเลือกถูกแต่ไม่ให้เหตุผลหรือไม่เลือกเหตุผลที่ตอบ

3.6.2.3 แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misunderstanding: PS) หมายถึงคำตอบของนักเรียนที่มีอย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์โดยตอบตัวเลือกถูกแต่เหตุผลผิด หรือ ตอบตัวเลือกผิด แต่เหตุผลถูก

3.6.2.4 แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misunderstanding: SM) หมายถึง คำตอบทุกองค์ประกอบของนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์โดยตอบตัวเลือกผิดและตอบเหตุผลผิด

3.6.2.5 ไม่เข้าใจแนวคิด (No Understanding: NU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความไม่เข้าใจแนวคิดโดยนักเรียนไม่ตอบตัวเลือกไม่ตอบเหตุผล

3.6.3 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากข้อมูลการทำกิจกรรมและจำแนกระดับความเข้าใจตามเกณฑ์จากงานวิจัยของ Nesli et.al (2012) ที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งไว้เป็น 6 ระดับ ดังนี้

3.6.3.1 CP - CERP หมายถึง ทำนายถูกต้องและคำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย

3.6.3.2 CP - PCERP หมายถึง ทำนายถูกต้องและคำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย

3.6.3.3 CP - WERP หมายถึง ทำนายถูกต้องและคำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย

3.6.3.4 WP – CERP หมายถึง ทำนายไม่ถูกต้องและคำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย

3.6.3.5 WP – PCERP หมายถึง ทำนายไม่ถูกต้องและคำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย

3.6.3.6 WP – WERP หมายถึง ทำนายไม่ถูกต้องและคำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย เมื่อ C คือ Correct (ถูกต้อง) P คือ Prediction (ทำนาย) E คือ Explanation (คำอธิบาย) R คือ Reason (เหตุผล) W คือ Wrong (ผิด)

3.6.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้ค่าทางสถิติดังนี้

3.6.4.1. การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

3.6.4.2. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

3.6.4.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียน (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์, 2547) คือ

ค่าเฉลี่ย ระดับ 0 – 1.9 หมายถึง น้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย ระดับ 2.0 – 2.9 หมายถึง น้อย

ค่าเฉลี่ย ระดับ 3.0 – 3.9 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย ระดับ 4.0 – 4.4 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ย ระดับ 4.5 – 5.0 หมายถึง มากที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยและอภิปรายเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งแสดงผลดังนี้

4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

4.2 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

4.3 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

4.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

4.5 การอภิปรายผล ซึ่งมีรายละเอียดของผลการศึกษาคือ

4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมีโดยใช้วิธีทางสถิติ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ผลการคำนวณค่าสถิติได้ผลดังตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	Min	Max	Mean	SD	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t
ก่อนเรียน	51	28	4	19	12.59	3.72	-11.35	-16.639*
หลังเรียน	51	28	15	28	23.94	3.15		

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

จากตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 51 คน ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า ผลคะแนนสอบก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.72 นักเรียนสามารถทำคะแนนได้ต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนนและนักเรียนสามารถทำคะแนนได้สูงสุดเท่ากับ 19 คะแนน และผลการทดสอบหลังเรียนพบว่า ผลคะแนนสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.94 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.15 นักเรียนสามารถทำคะแนนได้ต่ำสุดเท่ากับ 15 คะแนนและนักเรียนสามารถทำคะแนนได้สูงสุดเท่ากับ 28 คะแนน คะแนนผลต่างของค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 11.35 จากการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธุกรรม เฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ค่า t เท่ากับ -16.639 สามารถแสดงข้อมูลสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียน โดยดูได้จากการเลือกคำตอบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลเปรียบเทียบการเลือกคำตอบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

ข้อ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	ตอบตัวเลือกถูก	ตอบตัวเลือกและเหตุผลถูก	ตอบตัวเลือกถูก	ตอบตัวเลือกและเหตุผลถูก
1	47	28	51	44
2	44	21	51	45
3	39	15	49	41
4	39	3	51	24
6	42	14	51	50
7	42	2	49	28
8	33	1	39	32
9	35	0	49	32
10	38	5	51	29
11	26	2	48	45
12	42	7	51	50
13	37	6	50	48
14	36	1	50	49

จากตารางที่ 4.2 ผลเปรียบเทียบการเลือกคำตอบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย นักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องเกิน 50 % ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดคือ 51 คน แต่ไม่สามารถให้เหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้นของนักเรียนได้ โดยเฉพาะข้อ 9 นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลในการเลือกข้อนั้นได้ แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย จะพบว่าจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกถูกมีเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน และนักเรียนยังสามารถให้เหตุผลในการเลือกตัวเลือกข้อนั้นเพิ่มมากขึ้นเกิน ร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด คือ 51 คน ยกเว้นข้อที่ 4 นักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลในการเลือก

คำตอบข้อนั้นได้เกินร้อยละ 50 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนและมีความสามารถในการให้เหตุผลเพิ่มมากขึ้น

4.2 วิเคราะห์ทัศนคติของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

ตารางที่ 4.3 คะแนนร้อยละทัศนคติรายข้อก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละเนื้อหาด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

หัวข้อ	ร้อยละทัศนคติของนักเรียน									
	SU		PU		PS		SA		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
กิจกรรมที่ 1 การจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ ข้อที่ 1	50.9	86.2	11.7	-	35.2	13.7	1.9	-	-	-
กิจกรรมที่ 2 การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ ข้อที่ 2	35.2	88.2	47.0	7.8	3.9	3.9	7.8	-	5.8	-
กิจกรรมที่ 3 การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ข้อที่ 3	29.4	80.3	41.1	9.8	3.9	5.8	13.7	-	11.7	3.9

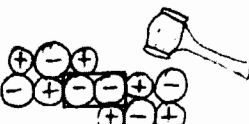
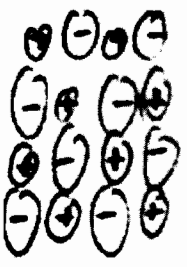
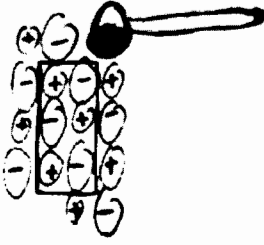
ตารางที่ 4.3 คะแนนร้อยละโมติรายชื่อก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละเนื้อหาด้วยการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย (ต่อ)

หัวข้อ	ร้อยละโมติของนักเรียน									
	SU		PU		PS		SA		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
กิจกรรมที่ 4 ปฏิกิริยาของ สารประกอบไอ ออนิก	5.8	47.0	60.7	23.5	9.8	29.4	9.8	-	13.7	-
ข้อที่ 4	17.6	64.7	47.0	1.9	5.8	25.4	15.6	5.8	13.7	1.9
ข้อที่ 5										
กิจกรรมที่ 5 รูปร่างของ โมเลกุล	27.4	98.0	19.6	-	37.2	1.9	13.7	-	1.9	-
ข้อที่ 6	3.9	50.9	25.4	5.8	52.9	43.1	17.6	-	-	-
ข้อที่ 7	1.9	54.9	41.1	-	21.5	29.4	35.2	13.7	-	1.9
ข้อที่ 8	-	58.8	23.5	1.9	45.0	39.2	27.4	-	3.9	-
ข้อที่ 9	9.8	41.1	37.2	1.9	27.4	56.8	19.6	-	5.8	-
ข้อที่ 10	1.9	84.3	19.6	1.9	31.3	13.7	45.0	-	3.9	-
ข้อที่ 11										
กิจกรรมที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับ เรโซแนนซ์	13.7	98.0	27.4	-	41.1	1.9	17.6	-	-	-
ข้อที่ 12	13.7	94.1	41.1	1.9	17.6	3.9	21.5	-	5.8	-
ข้อที่ 13	1.9	92.1	29.4	1.9	39.2	5.8	29.4	-	-	-
ข้อที่ 14										

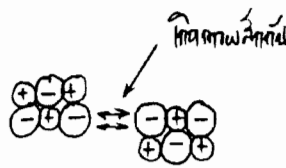
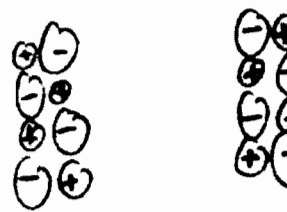
จากตารางที่ 4.3 คะแนนร้อยละโมติรายชื่อก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละเนื้อหา
ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า

หลังการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนและมีความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น โดยสังเกตได้จาก ร้อยละมโนคติของนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้ถูกต้องมีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมาก โดยร้อยละมโนคติของนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้เพิ่มมากขึ้นจากมากไปน้อยตามลำดับคือ แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ รูปร่างของโมเลกุล การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปฏิกริยาของสารประกอบไอออนิก และการจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ ตามลำดับ ซึ่งพบว่าในเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ นักเรียนสามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้เพิ่มมากขึ้นมากที่สุด และในเรื่องการจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำนักเรียนสามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้เพิ่มมากขึ้นน้อยสุด

ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
1. ข้อใดเป็นเหตุผลที่ทำให้ผลึกเกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์ NaCl) เกิดการแตกหักเมื่อมีแรงกระทำบนผลึก 1. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนไม่แข็งแรง 2. การผลักกันของประจุไอออนชนิดเดียวกัน 3. อะตอมของธาตุคลอรีนมีคุณสมบัติเป็นอโลหะ 4. อะตอมของธาตุโซเดียมมีการให้อิเล็กตรอนแก่อะตอมของธาตุคลอรีน จงวาดภาพการออกแรงกระทำต่อผลึก NaCl (ก่อนกระทำ / แรงที่กระทำ / หลังกระทำ)	 ก่อนกระทำ 	 ก่อนกระทำ 

ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี (ต่อ)

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน																									
	แรงที่กระทำ  หลังกระทำ	แรงที่กระทำ  หลังกระทำ																									
2. สาร A มีพลังงานไฮเดรชัน 754 kJ/mol มีพลังงานแลตทิส 850 kJ/mol สาร B มีพลังงานไฮเดรชัน 590 kJ/mol มีพลังงานแลตทิส 450 kJ/mol เมื่อนำสาร A และ B ละลายน้ำ สารทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร และเมื่อสัมผัสสถานะทั้งสองจะรู้สึกอย่างไร <table border="1"><thead><tr><th></th><th>สาร A</th><th>สัมผัสสถานะ</th><th>สาร B</th><th>สัมผัสสถานะ</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.</td><td>คูค</td><td>เย็น</td><td>คาย</td><td>ร้อน</td></tr><tr><td>2.</td><td>คาย</td><td>เย็น</td><td>คูค</td><td>ร้อน</td></tr><tr><td>3.</td><td>คูค</td><td>เย็น</td><td>คูค</td><td>เย็น</td></tr><tr><td>4.</td><td>คาย</td><td>ร้อน</td><td>คาย</td><td>ร้อน</td></tr></tbody></table> จงแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสาร A และ B ตามลำดับ		สาร A	สัมผัสสถานะ	สาร B	สัมผัสสถานะ	1.	คูค	เย็น	คาย	ร้อน	2.	คาย	เย็น	คูค	ร้อน	3.	คูค	เย็น	คูค	เย็น	4.	คาย	ร้อน	คาย	ร้อน	สาร A : $850 - 754 = +96$ คูคความร้อน จับแล้วเย็น สาร B : $450 - 590 = -140$ คายพลังงาน จับแล้วร้อน	-
	สาร A	สัมผัสสถานะ	สาร B	สัมผัสสถานะ																							
1.	คูค	เย็น	คาย	ร้อน																							
2.	คาย	เย็น	คูค	ร้อน																							
3.	คูค	เย็น	คูค	เย็น																							
4.	คาย	ร้อน	คาย	ร้อน																							

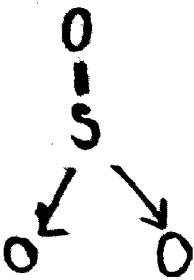
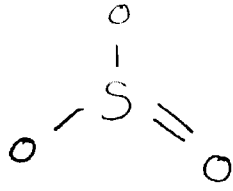
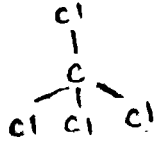
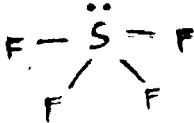
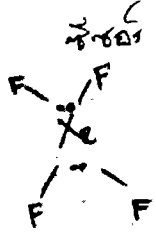
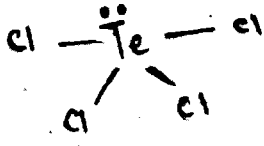
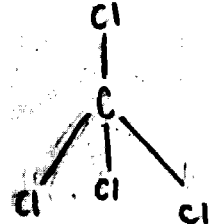
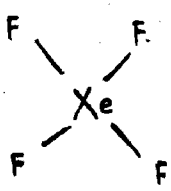
ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำ
แบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี (ต่อ)

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน												
3. ข้อมูลแสดงค่าพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการละลายของสาร X, Y และ Z ดังนี้ <table border="1"> <thead> <tr> <th>สาร</th><th>พลังงานแลตทิซ (KJ/mol)</th><th>พลังงานไฮเดรชัน (KJ/mol)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td><td>750</td><td>745</td></tr> <tr> <td>Y</td><td>550</td><td>590</td></tr> <tr> <td>Z</td><td>700</td><td>690</td></tr> </tbody> </table> ถ้าสาร X, Y และ Z ในจำนวนโมลเท่ากัน ละลายน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร การเปรียบเทียบอุณหภูมิของแต่ละสารละลาย ข้อใดถูกต้อง 1. $X > Y > Z$ 2. $Y > X > Z$ 3. $Y > Z > X$ 4. $Z > X > Y$ จงแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสาร X Y และ Z ตามลำดับ พร้อมบอกว่าการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบใด	สาร	พลังงานแลตทิซ (KJ/mol)	พลังงานไฮเดรชัน (KJ/mol)	X	750	745	Y	550	590	Z	700	690	สาร X : $750 - 754 = -4$ คายความร้อน สาร Y : $550 - 590 = -40$ คายความร้อน สาร Z : $700 - 690 = +10$ ดูดความร้อน	-
สาร	พลังงานแลตทิซ (KJ/mol)	พลังงานไฮเดรชัน (KJ/mol)												
X	750	745												
Y	550	590												
Z	700	690												

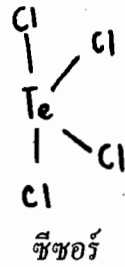
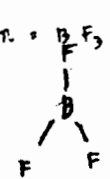
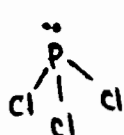
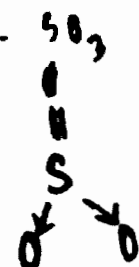
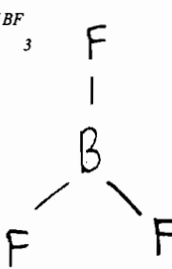
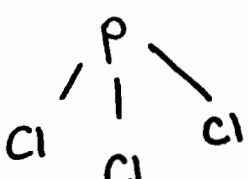
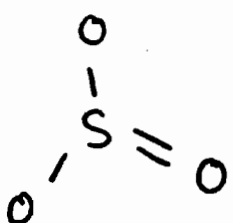
ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี (ต่อ)

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน																									
4. เมื่อหยดสารละลาย A ลงในสารละลาย B จะได้ตะกอนขาวของสาร C และเมื่อหยดสารละลาย A ลงในสารละลาย D จะไม่เกิดตะกอนชนิดใดๆ ขึ้นเลย อยากทราบว่า สาร A, B, C และ D ชุดใดสอดคล้องกับข้อมูลข้างต้น <table><tr><td></td><td>สาร A</td><td>สาร B</td><td>สาร C</td><td>สาร D</td></tr><tr><td>1</td><td>Ca(NO3)₂</td><td>Na₂SO₄</td><td>NaNO₃</td><td>NaCl</td></tr><tr><td>2</td><td>Ba(NO₃)₂</td><td>Na₂SO₄</td><td>BaSO₄</td><td>Na₂CO₃</td></tr><tr><td>3</td><td>Ca(NO₃)₂</td><td>Na₃PO₄</td><td>Ca₃(PO₄)₂</td><td>NaNO₃</td></tr><tr><td>4</td><td>Ba(NO₃)₂</td><td>NaCl</td><td>BaCl₂</td><td>NaOH</td></tr></table> จงเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาของสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B และสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร		สาร A	สาร B	สาร C	สาร D	1	Ca(NO3) ₂	Na ₂ SO ₄	NaNO ₃	NaCl	2	Ba(NO ₃) ₂	Na ₂ SO ₄	BaSO ₄	Na ₂ CO ₃	3	Ca(NO ₃) ₂	Na ₃ PO ₄	Ca ₃ (PO ₄) ₂	NaNO ₃	4	Ba(NO ₃) ₂	NaCl	BaCl ₂	NaOH	A + B : 3Ca(NO₃)₂(aq) +2Na₃PO₄(aq) A B ↓ Ca₃(PO₄)₂(s) + 6NaNO₃(aq) C D A + D : Ca(NO₃)₂(aq) + 2NaNO₃(aq) A D ↓ Ca(NO₃)₂(aq) + 2NaNO₃(aq)	A + B : Ca + PO₄ → Ca(PO₄)₂ A + D : Ca + NO₃ →CaNO₃
	สาร A	สาร B	สาร C	สาร D																							
1	Ca(NO3) ₂	Na ₂ SO ₄	NaNO ₃	NaCl																							
2	Ba(NO ₃) ₂	Na ₂ SO ₄	BaSO ₄	Na ₂ CO ₃																							
3	Ca(NO ₃) ₂	Na ₃ PO ₄	Ca ₃ (PO ₄) ₂	NaNO ₃																							
4	Ba(NO ₃) ₂	NaCl	BaCl ₂	NaOH																							
5. สารละลายคู่ใดทำปฏิกิริยาแล้วมีตะกอนเกิดขึ้น 1. CaCl₂ + NH₄NO₃ 2. BaCl₂ + Na₂CO₃ 3. Zn + HCl 4. Na₃PO₄ + KCl จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากคำตอบของนักเรียน	BaCl₂(aq) + Na₂CO₃(aq) ↓ BaCO₃(s) + 2NaCl(aq)	Ba + CO₃ →BaCO₃																									

ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำ
แบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี (ต่อ)

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
6. รูปร่างโมเลกุลของ SO_3 มีลักษณะอย่างไร 1. รูปตัวที 2. ทรงเหลี่ยมสี่หน้า 3. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม 4. สามเหลี่ยมแบนราบ จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของ SO_3		
7. โมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างเป็นทรงเหลี่ยมสี่หน้า คือข้อใด 1. CCl_4 2. SF_4 3. XeF_4 4. TeCl_4 จงวาดโครงสร้างโมเลกุลที่เกิดขึ้นของสารประกอบ CCl_4 SF_4 XeF_4 และ TeCl_4 ตามลำดับ	 ทรงเหลี่ยมสี่หน้า   สี่เหลี่ยมแบนราบ  สี่เหลี่ยมแบนราบ	 ทรงเหลี่ยมสี่หน้า  สี่เหลี่ยมแบนราบ  สี่เหลี่ยมแบนราบ

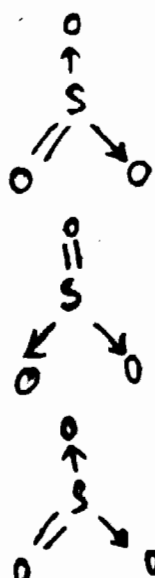
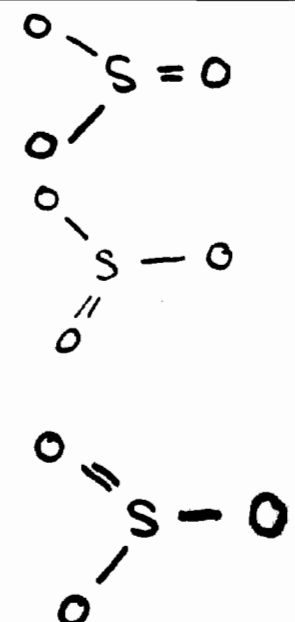
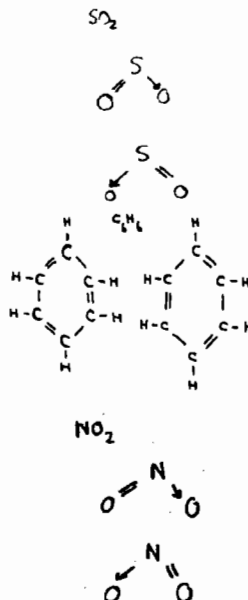
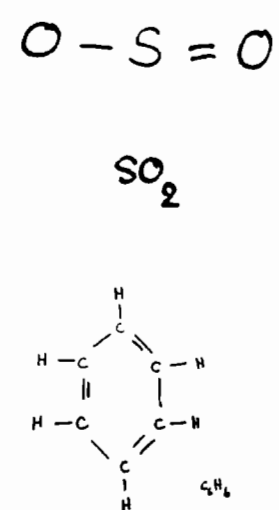
ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำ
แบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี (ต่อ)

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
		 ซีซอร์
8. กำหนดธาตุ X Y และ Z มีเลขอะตอมเท่ากับ 5 15 และ 16 ตามลำดับ จงพิจารณาสารประกอบต่อไปนี้ ก. XF_3 ข. YCl_3 ค. ZO_3 สารประกอบในข้อใดที่มีรูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม - ข้อ ก เท่านั้น - ข้อ ก และ ข - ข้อ ข เท่านั้น - ข้อ ข และ ค จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบในข้อ ก ข และ ค ตามลำดับ	ก. BF_3  ข. PCl_3  ค. SO_3 	$\text{XF}_3 / \text{BF}_3$  $\text{YCl}_3 / \text{PCl}_3$  $\text{ZO}_3 / \text{SO}_3$ 

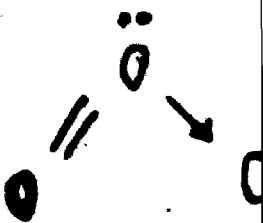
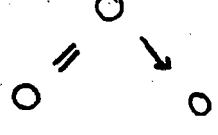
ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี (ต่อ)

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน									
3 <table border="1"> <tr> <td>รูปตัว T</td><td>รูปตัว T</td><td></td></tr> <tr> <td>4</td><td>สามเหลี่ยม</td><td>พีระมิดฐานสามเหลี่ยม</td></tr> <tr> <td>สามเหลี่ยมแบนราบ</td><td>พีระมิดฐานสามเหลี่ยม</td><td>รูปตัว T</td></tr> </table> จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ NF_3, BF_3 และ ClF_3 ตามลำดับ	รูปตัว T	รูปตัว T		4	สามเหลี่ยม	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	สามเหลี่ยมแบนราบ	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	รูปตัว T	BF_3 ClF_3 	ClF_3
รูปตัว T	รูปตัว T										
4	สามเหลี่ยม	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม									
สามเหลี่ยมแบนราบ	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	รูปตัว T									
11. โมเลกุลของน้ำมีรูปทรงเป็นมุมงอ ถ้าโปรตอน (H^+) สร้างพันธะกับอะตอมของ O ใน H_2O โดยใช้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของ O จะได้ H_3O^+ มีรูปทรงเป็นอย่างไร - สามเหลี่ยมแบนราบ - พีระมิดฐานสามเหลี่ยม - ทรงเหลี่ยมสี่หน้า - ทรงเหลี่ยมแปดหน้า จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของ H_2O และ H_3O^+	H_3O^+ H_2O 	H_2O H_3O^+									

ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำ
แบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี (ต่อ)

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
12. สารประกอบ SO_3 สามารถเขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้กี่แบบ 1. 1 แบบ 2. 2 แบบ 3. 3 แบบ 4. 4 แบบ จงเขียนสูตรโครงสร้างของ SO_3		
13. สารประกอบในข้อใดต่อไปนี้สามารถเกิดเรโซแนนซ์ได้ 1. CO_2, NO และ H_2S 2. N_2O, H_2O และ NH_3 3. SO_2, C_6H_6 และ NO_2 4. OCl_2, PCl_3 และ CH_4 จงเขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ของสารแต่ละตัวจากคำตอบของนักเรียน		

ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี (ต่อ)

ข้อสอบ	ความเข้าใจที่ถูกต้อง	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
		$\text{O} - \text{N} = \text{O}$ NO_2
14. ข้อใดต่อไปนี้นักกล่าว<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับสารประกอบ O_3 1. สารประกอบ O_3 มีความเสถียรมาก 2. พลังงานพันธะของสารประกอบ O_3 มีค่าเท่ากัน 3. สารประกอบ O_3 มีการสร้างพันธะเดี่ยวทั้งหมด 4. ความยาวพันธะของสารประกอบ O_3 มีค่าเท่ากัน จงเขียนโครงสร้างของสารประกอบ O_3		

จากตารางแสดงความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเรื่องพันธะเคมี พบว่า

ข้อที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจในขั้นก่อนแรงกระทำว่าผลึกโซเดียมคลอไรด์มีแรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบจึงเขียนไอออนบวกกับไอออนลบสลับกันไปเรื่อยๆ ขึ้นแรงที่กระทำ นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเมื่อออกแรงกระทำกับผลึกโซเดียมคลอไรด์นั่นคือผลึกของโซเดียมคลอไรด์จะแตกหักออกจากกันได้เมื่อไอออนชนิดเดียวกันจะอยู่ชิดกันจึงออกแรงผลักดันทำให้ผลึกโซเดียมคลอไรด์เกิดการแตกหักออกจากกันได้ แต่นักเรียนมีการวาดไอออนชนิด

ต่างกันอยู่ใกล้กัน จึงไม่สามารถที่กระตุ้นหลังการกระทำที่นักเรียนวาดมาได้ นั่นคือผลลัพท์โดยรวมคลอไรด์ไม่สามารถแตกหักออกจากกันได้นั่นเอง

ข้อที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจในการเขียนการเปลี่ยนแปลงพลังงานซึ่งสามารถอธิบายกระบวนการหาค่าพลังงานและสามารถบอกได้ว่าเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบใด

ข้อที่ 3 นักเรียนมีความเข้าใจในการเขียนการเปลี่ยนแปลงพลังงานซึ่งสามารถอธิบายกระบวนการหาค่าพลังงานและเปรียบเทียบค่าพลังงานตามลำดับได้

ข้อที่ 4 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนคือสมการที่นักเรียนเขียนขึ้นมานั้นเป็นการเขียนสมการไอออนิกสุทธิที่แสดงเฉพาะสารที่เข้าทำปฏิกิริยาแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

ไอออนบวก (aq) + ไอออนลบ (aq) → สารประกอบไอออนิกที่ไม่ละลายน้ำ (s) และสมการจะสมบูรณ์ได้นั้นจะต้องทำให้ดุลทั้งจำนวนอะตอมและจำนวนประจุโดยการเติมเลขข้างหน้าไอออนและสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาแต่สิ่งที่นักเรียนเขียนของสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B นั้นนักเรียนไม่มีการแสดงประจุของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาและสถานะของสารทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนสารประกอบไอออนิกที่ไม่ละลายน้ำได้ถูกต้อง ต่อมานักเรียนได้เขียนการทำปฏิกิริยาของสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร D นั้นปรากฏว่านักเรียนไม่มีการแสดงประจุของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาและสถานะของสารทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนสารประกอบไอออนิกที่ละลายน้ำได้ถูกต้องเช่นกัน แต่ยังมีอีกหนึ่งวิธีในการเขียนสมการการเกิดการเกิดปฏิกิริยาแบบสมการไอออนิกได้เช่นกันดังการเขียนแบบความเข้าใจที่ถูกต้อง

ข้อที่ 5 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนคือสมการที่นักเรียนเขียนขึ้นมานั้นเป็นการเขียนสมการไอออนิกสุทธิที่แสดงเฉพาะสารที่เข้าทำปฏิกิริยาแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

ไอออนบวก(aq) + ไอออนลบ(aq)→ สารประกอบไอออนิกที่ไม่ละลายน้ำ(s) และสมการจะสมบูรณ์ได้นั้นจะต้องทำให้ดุลทั้งจำนวนอะตอมและจำนวนประจุโดยการเติมเลขข้างหน้าไอออน และสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาแต่สิ่งที่นักเรียนเขียนสมการเกิดการเกิดปฏิกิริยานั้นปรากฏว่านักเรียนไม่มีการแสดงประจุของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาและสถานะของสารทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนสารประกอบไอออนิกที่ไม่ละลายน้ำได้ถูกต้องเช่นกัน แต่ยังมีอีกหนึ่งวิธีในการเขียนสมการ การเกิดการเกิดปฏิกิริยาแบบสมการไอออนิกได้เช่นกันดังการเขียนแบบความเข้าใจที่ถูกต้อง

ข้อที่ 6 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการเขียนสูตรโครงสร้างโมเลกุลของ SO_3 คือ ในการเขียนสูตรโครงสร้างโมเลกุลของสาร SO_3 จะเกิดทั้งหมด 3 พันธะ แบ่งเป็นเกิดพันธะ

โคออร์ดิเนต 2 พันธะ และพันธะคู่ 1 พันธะ แต่นักเรียนมีการเขียนพันธะคู่ 1 พันธะ และพันธะเดี่ยว 2 พันธะ นักเรียนจึงเขียนสูตรโครงสร้างโมเลกุลของสาร SO_3 ได้ไม่ถูกต้อง

ข้อที่ 7 การเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ CCl_4 ซึ่งมีรูปร่างเป็นทรงสี่เหลี่ยมหน้าเกิด 4 พันธะ ไม่เหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ SF_4 ซึ่งมีรูปร่างทรงสี่หน้าบิดเบี้ยวเกิด 4 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 1 คู่ โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ XeF_4 ซึ่งมีรูปร่างสี่เหลี่ยมแบนราบ เกิด 4 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 2 คู่ โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ TeCl_4 ซึ่งมีรูปร่างซีซอร์นันเกิด 4 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 1 คู่ ซึ่งจากการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบดังกล่าวพบว่า นักเรียนสามารถมีความเข้าใจในการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสาร CCl_4 ได้ถูกต้อง แต่โครงสร้างโมเลกุลของสาร SF_4 , XeF_4 และ TeCl_4 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนคือนักเรียนไม่ได้เติมอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่เหลือจากการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารนั้นๆ

ข้อที่ 8 การเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ XF_3 ซึ่งมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมแบนราบเกิด 3 พันธะ ไม่เหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ YCl_3 ซึ่งมีรูปร่างพีระมิดฐานสามเหลี่ยมเกิด 3 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 1 คู่ โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ ZO_3 ซึ่งมีรูปร่างสามเหลี่ยมแบนราบเกิด 3 พันธะไม่เหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ซึ่งพันธะที่เกิดขึ้นประกอบไปด้วยพันธะคู่ 1 พันธะ และพันธะโคออร์ดิเนต 2 พันธะ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องในการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของ XF_3 แต่โครงสร้างโมเลกุลของสาร YCl_3 และ ZO_3 นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนคือ YCl_3 นักเรียนไม่ได้เติมอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่เหลือจากการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารนั้น ส่วน ZO_3 ในการสร้างพันธะนักเรียนไม่ได้เขียนพันธะที่เกิดขึ้นแบบโคออร์ดิเนต

ข้อที่ 9 การเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ XCl_2 ซึ่งมีรูปร่างเส้นตรงเกิด 2 พันธะ ไม่เหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ YCl_4 ซึ่งมีรูปร่างทรงสี่หน้าเกิด 4 พันธะ ไม่เหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ ZCl_2 ซึ่งมีรูปร่างมุมงอเกิด 2 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 2 คู่ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องในการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของ XCl_2 และ YCl_4 แต่โครงสร้างโมเลกุลของสาร ZCl_2 นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนคือนักเรียนไม่ได้เติมอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่เหลือจากการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารนั้น

ข้อที่ 10 การเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ NF_3 ซึ่งมีรูปร่างพีระมิดฐานสามเหลี่ยมเกิด 3 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 1 คู่ โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ BF_3 ซึ่งมีรูปร่างสามเหลี่ยมแบนราบเกิด 3 พันธะไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ โครงสร้าง

โมเลกุลของสารประกอบ ClF_3 ซึ่งมีรูปร่างตัวที่เกิด 3 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 2 คู่ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องในการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของ BF_3 แต่โครงสร้างโมเลกุลของ NF_3 และ ClF_3 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนคือ นักเรียนไม่ได้มีการเติมอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่เหลือจากการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารนั้น

ข้อที่ 11 การเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ H_2O ซึ่งมีรูปร่างมุมงอกเกิด 2 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 2 คู่ โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ H_3O^+ ซึ่งมีรูปร่างพีระมิดฐานสามเหลี่ยมเกิด 3 พันธะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ 1 คู่ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนคือ นักเรียนไม่ได้มีการเติมอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่เหลือจากการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารนั้นและในโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ H_3O^+ นักเรียนต้องมีการสร้างพันธะแบบโคออร์ดิเนต 1 พันธะ

ข้อที่ 12 การเขียนสูตรโครงสร้างของ SO_3 สามารถเขียนได้ทั้งหมด 3 แบบ ซึ่งในการสร้างพันธะสามารถสร้างพันธะได้ทั้งหมด 3 พันธะ แต่ละพันธะประกอบไปด้วยพันธะคู่ 1 พันธะ และพันธะโคออร์ดิเนต 2 พันธะ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการสร้างพันธะโดยนักเรียนสร้างพันธะเดี่ยวแทนพันธะโคออร์ดิเนตจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรโครงสร้างโมเลกุลได้ถูกต้อง

ข้อที่ 13 สารประกอบที่สามารถเกิดโรเซแนนซ์ได้นั้น คือสารที่สามารถเขียนสูตรโครงสร้างโมเลกุลได้มากกว่า 1 แบบ ดังนั้น โครงสร้างโมเลกุลของ SO_2 จะประกอบไปด้วยการสร้างพันธะโคออร์ดิเนต 1 พันธะ และพันธะคู่ 1 พันธะ โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ C_6H_6 จะประกอบไปด้วยพันธะเดี่ยว และพันธะคู่สลับกันไป โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ NO_2 จะประกอบไปด้วยการสร้างพันธะโคออร์ดิเนต 1 พันธะ และพันธะคู่ 1 พันธะ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องในการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของ C_6H_6 และนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของ SO_2 และ NO_2 คือในการสร้างพันธะนักเรียนไม่มีการสร้างพันธะแบบโคออร์เนตจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรโครงสร้างโมเลกุลได้ถูกต้อง

ข้อที่ 14 โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ O_3 ประกอบไปด้วย 2 พันธะ คือพันธะโคออร์ดิเนต 1 พันธะ และพันธะคู่ 1 พันธะ และเหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนคือนักเรียนไม่มีการเติมอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่เหลือจากการเขียนโครงสร้างโมเลกุลของสารนั้นทำให้นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างโมเลกุลไม่ถูกต้อง

4.3 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

จากเกณฑ์การพิจารณาที่ใช้จำแนกความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งแบ่งไว้เป็น 6 ระดับ
ดังนี้

- CP - CERP หมายถึง ทำนายถูกต้องและคำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย
- CP - PCERP หมายถึง ทำนายถูกต้องและคำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย
- CP - WERP หมายถึง ทำนายถูกต้องและคำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย
- WP - CERP หมายถึง ทำนายไม่ถูกต้องและคำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย
- WP - PCERP หมายถึง ทำนายไม่ถูกต้องและคำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการ

ทำนาย

- WP - WERP หมายถึง ทำนายไม่ถูกต้องและคำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย
- เมื่อ C คือ Correct (ถูกต้อง) P คือ Prediction (ทำนาย) E คือ Explanation

(คำอธิบาย) R คือ Reason (เหตุผล) W คือ Wrong (ผิด)

จากการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย สามารถวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียน ได้ตามตารางที่

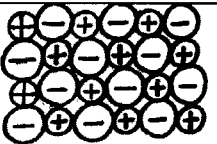
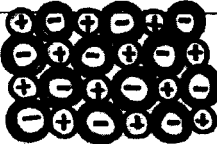
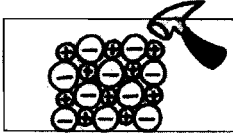
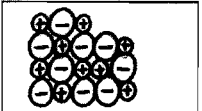
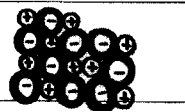
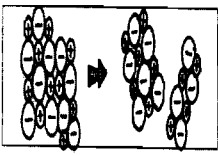
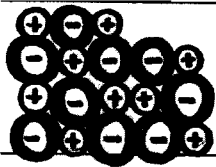
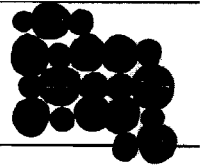
4.3.1

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะ
แนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

กิจกรรม	ร้อยละของนักเรียน						รวม
	CP- CERP	CP- PCERP	CP- WERT	WP- CERP	WP- PCERP	WP- WERP	
POE 1	26	20	5	-	-	-	51
POE 2	35	13	3	-	-	-	51
POE 3	24	7	9	1	2	8	51
POE 4	14	11	-	24	-	2	51
POE 5	20	16	7	8	-	-	51
POE 6	25	17	-	-	9	-	51

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบายจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 51 คน พบว่าจากกิจกรรม POE ทั้งหมดนั้น นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถทำนายถูกต้องและให้คำอธิบายถูกต้องจากสิ่งที่นักเรียนได้ทำนายไว้ ยกเว้นกิจกรรม POE4 ที่นักเรียนทำนายไม่ถูกต้อง แต่สามารถให้คำอธิบายจากสิ่งที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมได้ถูกต้อง

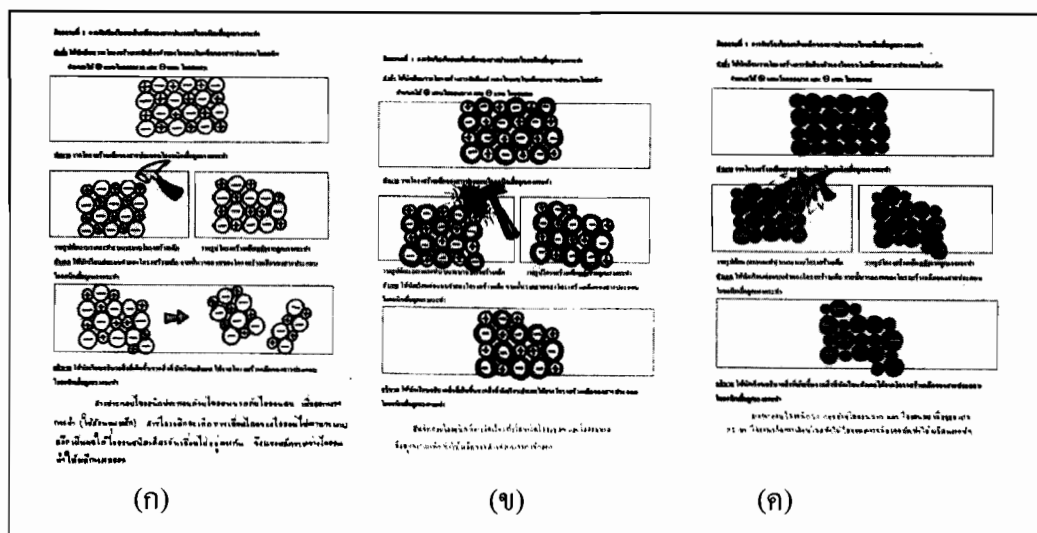
ตารางที่ 4.6 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE1

POE 1	CP-CERP	CP-PCERP	CP-WERT
คำสั่ง ให้นักเรียนวาด โครงสร้างการจัดเรียงตัว ของไอออนในผลึกของ สารประกอบไอออนิก กำหนดให้ $\oplus$ แทน ไอออนบวก และ $\ominus$ แทน ไอออนลบ			
ทำนาย ให้วาดโครงสร้าง ผลึกของสารประกอบไอ ออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ	 วาดรูปก้อน (แรง กระทำ) บนระนาบ โครงสร้างผลึก  วาดรูปโครงสร้าง ผลึกหลังจากถูกแรง กระทำ	 วาดรูปก้อน (แรง กระทำ) บนระนาบ โครงสร้างผลึก  วาดรูปโครงสร้าง ผลึกหลังจากถูกแรง กระทำ	 วาดรูปก้อน (แรง กระทำ) บนระนาบ โครงสร้างผลึก  วาดรูปโครงสร้าง ผลึกหลังจากถูก แรงกระทำ
สังเกต ให้นักเรียนต่อ แบบจำลองโครงสร้าง ผลึก จากนั้นวาดภาพของ โครงสร้างผลึกของ สารประกอบไอออนิก เมื่อถูกแรงกระทำ			

ตารางที่ 4.6 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE1 (ต่อ)

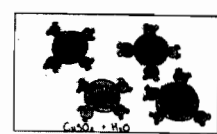
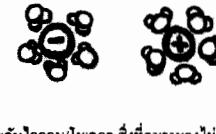
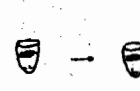
POE 1	CP-CERP	CP-PCERP	CP-WERT
อธิบายให้นักเรียน อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่ง ที่นักเรียนสังเกตได้จาก โครงสร้างผลึกของ สารประกอบไอออนิก เมื่อถูกแรงกระทำ	สารประกอบไอ ออนิกประกอบด้วย ไอออนบวกและ ไอออนลบ เมื่อออก แรงกระทำ (ใช้ก้อน ทุบ) สารไอออนิกจะ เกิดการเลื่อนไถลของ ไอออนไปตาม ระนาบผลึกเป็นผลให้ ไอออนชนิดเดียวกัน เลื่อนไปอยู่ตรงกัน จึง เกิดแรงผลักระหว่าง ไอออน ทำให้ผลึก แตกออก	สารประกอบไอออน ิก มีการจัดเรียงตัว โดยเกิดไอออนลบ และไอออนบวก เมื่อ ถูกแรงกระทำ ทำให้ ผลึกของสารประกอบ แตกหักออก	สารประกอบไอ ออนิก ประกอบด้วย ไอออนบวกและ ไอออนลบ เมื่อ ออกแรงกระทำ ไอออนเกิดการ เลื่อนไถล ทำให้ ไอออนต่างชนิด เจอกัน ทำให้ผลึก แตกหัก

จากกิจกรรม POE 1 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในผลึกของสารประกอบไอออนิกเป็นอย่างดีที่ว่าสารประกอบไอออนิกนั้นประกอบไปด้วยไอออนบวกและไอออนลบสลับกันไปตามโครงสร้างและเมื่อออกแรงกระทำจะเกิดการเลื่อนไถลของไอออนตามแนวระนาบทำให้ผลึกของสารประกอบไอออนิกเกิดการแตกหัก แต่เมื่อนักเรียนอธิบายเหตุผลจากสิ่งที่เกิดขึ้นพบว่า ผู้วิจัยนักเรียนสามารถแบ่งกลุ่มการให้เหตุผลทั้งหมดได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (CP-CERP) นักเรียนสามารถให้คำอธิบายได้ถูกต้องดังนี้เมื่อผลึกถูกแรงกระทำ ทำให้ไอออนชนิดเดียวกันเกิดการเคลื่อนที่ตรงกัน ทำให้เกิดแรงผลักระหว่างไอออนจึงแตกหักออกจากกัน กลุ่มที่ 2 (CP-PCERP) นักเรียนเพียงอธิบายว่าการที่ผลึกไอออนิกเกิดการแตกหักเนื่องจากผลึกไอออนิกประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบ และกลุ่มที่ 3 (CP-WERP) นักเรียนอธิบายว่าการที่ผลึกไอออนิกเกิดการแตกหักเกิดจากการที่ไอออนบวกและไอออนลบเกิดการเลื่อนไถลมาชนกันจึงเกิดการแตกหักของผลึกของสารประกอบไอออนิก ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 1 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) CP-WERP

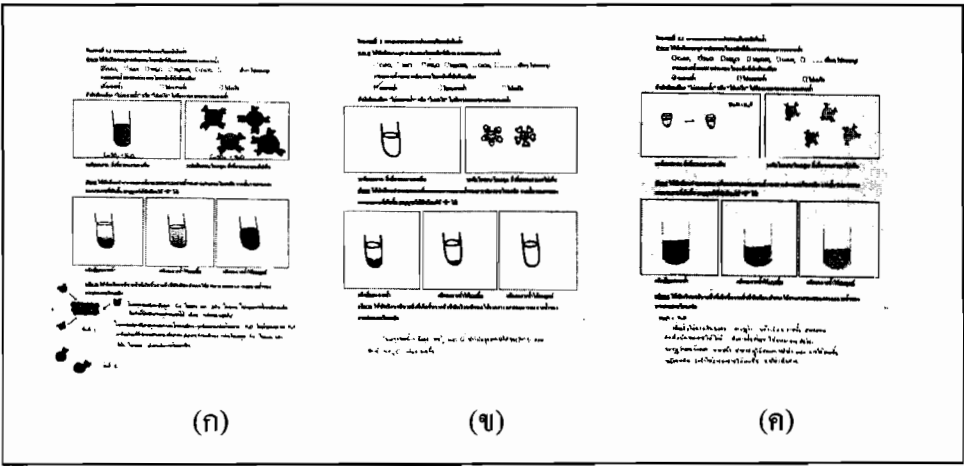
ตารางที่ 4.7 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 2

POE 2	CP-CERP	CP-PCERP	CP-WERT
ทำนายให้นักเรียนระบุสารประกอบไอออนิกที่ต้องการทดสอบการละลายน้ำ ☐ CuSO_4 ☐ NaCl ☐ NH_4Cl ☐ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ☐ CaCO_3 ☐ (อื่นๆ โปรดระบุ) การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกที่นักเรียนเลือก ☐ ละลายน้ำ ☐ ไม่ละลายน้ำ ☐ ไม่แน่ใจ นักเรียนเลือก “ไม่ละลายน้ำ” หรือ “ไม่แน่ใจ” ไม่ต้องวาดภาพของการละลายน้ำ	CuSO_4 ละลายน้ำ  $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ระดับมหภาค : สิ่งที่ตาเรามองไม่เห็น  $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ระดับไอออน/โมเลกุล:สิ่งที่ตาเรามองไม่เห็น 	NH_4Cl ละลายน้ำ  ระดับมหภาค : สิ่งที่ตาเรามองไม่เห็น  ระดับไอออน/โมเลกุล:สิ่งที่ตาเรามองไม่เห็น 	NaCl ละลายน้ำ  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ระดับมหภาค : สิ่งที่ตาเรามองไม่เห็น  ระดับไอออน/โมเลกุล:สิ่งที่ตาเรามองไม่เห็น 

ตารางที่ 4.7 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 2 (ต่อ)

POE 2	CP-CERP	CP-PCERP	CP-WERT
สังเกตให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก จากนั้นวาดภาพของกระบวนการที่เกิดขึ้น (อนุญาตให้นักเรียนใช้ “สี” ได้)	ผลึกเริ่มละลาย ผลึกละลายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น  เบื้อง	 ผลึกเริ่มละลาย ผลึกละลายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น  ผลึกละลายน้ำได้สมบูรณ์	ผลึกเริ่มละลาย ผลึกละลายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น  ผลึกละลายน้ำได้สมบูรณ์
อธิบายให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก	โมเลกุลของน้ำจะดึงดูด Cu ไอออน และ SO_4 ไอออน ให้หลุดจากโครงสร้างผลึกซึ่งต้องใช้พลังงานคู่กันเข้าไป เรียก พลังงานแลตทิซ ไอออนแต่ละชนิดหลุดออกจากโครงผลึกจะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุล H_2O โดยโมเลกุลของ H_2O จะหันด้านที่มีขั้วตรงกันข้ามเข้าหากัน เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล Cu ไอออน และ SO_4 ไอออน เรียกพลังงานไฮเดรชัน	โมเลกุลของน้ำจะดึงดูด NH_4^+ และ Cl^- ทำให้หลุดจากผลึกของสารประกอบ ทำให้ NH_4Cl เกิดละลายขึ้น	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$: เมื่อเริ่มใส่น้ำลงในหลอด ปรากฏว่า ผลึกเริ่มละลายน้ำ สังเกตจากการเริ่มการละลายได้ไม่คิด ค่อยมาเมื่อปล่อย ให้สารละลายต่อไป ปรากฏว่าสารน้อยลง หมายถึง สามารถดูได้ด้วยตาเปล่าว่า สารละลายได้มากขึ้น หลังจากนั้น เขย่าให้สารละลายมากขึ้น จนไม่เห็นสาร

จากกิจกรรม POE 2 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าสารประกอบไอออนิกมีทั้งละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้ และนักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกได้ แต่การอธิบายการละลายน้ำของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถสามารถแบ่งกลุ่มได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (CP-CERP) โมเลกุลของน้ำจะดึงดูดให้ไอออนบวกและไอออนลบให้หลุดจากโครงสร้างผลึกซึ่งต้องใช้พลังงานคู่กันเข้าไป เรียกว่า พลังงานแลตทิซ และเมื่อไอออนแต่ละชนิดหลุดออกจากโครงผลึกจะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำ โดยโมเลกุลของน้ำจะหันด้านที่มีขั้วตรงกันข้ามเข้าหากัน เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลไอออน เรียกว่า พลังงานไฮเดรชัน กลุ่มที่ 2 (CP-PCERP) อธิบายว่าการที่สารประกอบไอออนิกละลายน้ำนั้นเกิดจากโมเลกุลของน้ำดึงดูดไอออนบวกและไอออนลบทำให้ผลึกหลุดออกจากกันสารประกอบจึงเกิดการละลายขึ้น และกลุ่มที่ 3 (CP-WERP) นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกบอกได้เพียงแต่ว่าเมื่อเวลาผ่านไปสารประกอบไอออนิกจะสามารถละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.2

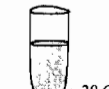
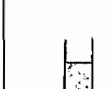
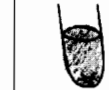


ภาพที่ 4.2 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE2 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) CP-WERP

ตารางที่ 4.8 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 3

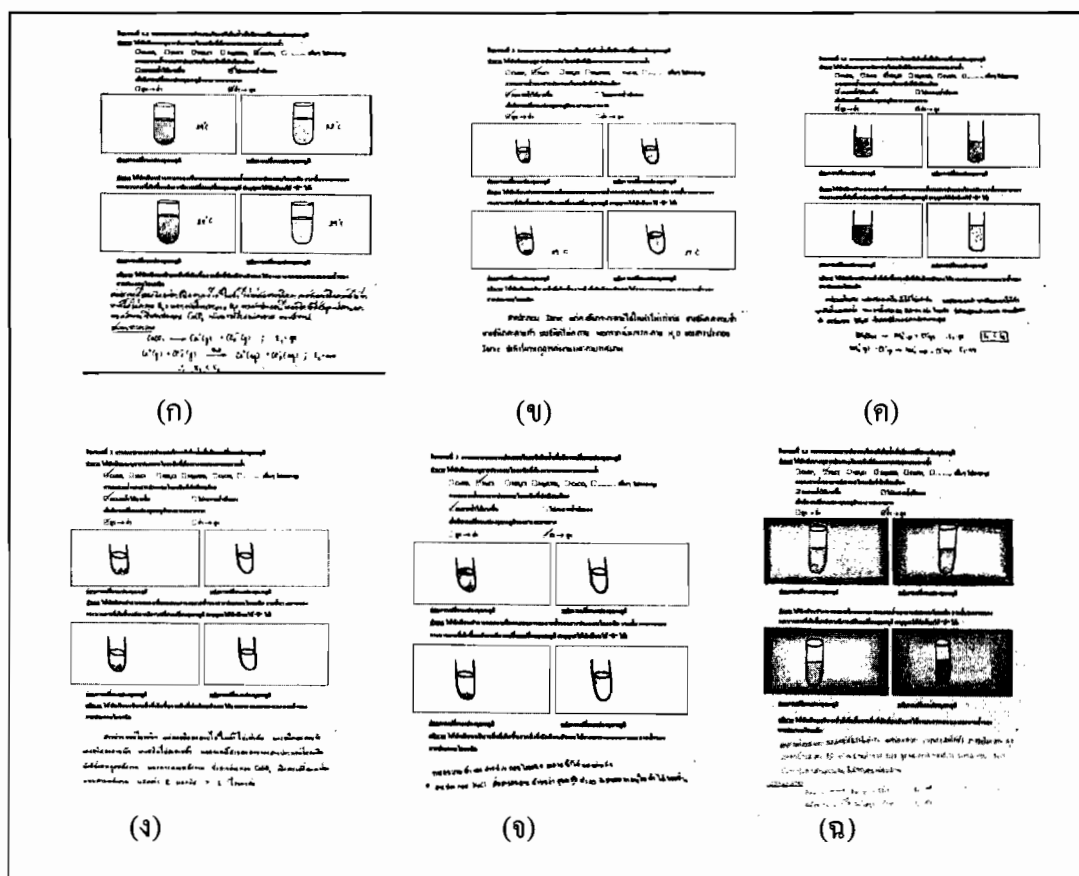
POE 3	CP-CERP	CP-PCERP	CP-WERT	WP-CERP	WP-PCEAR	WP-WERP
ทำนาย ให้นักเรียน ระบุสารประกอบไอ ออนิกที่ต้องการ ทดสอบการละลายน้ำ ☐ CuSO ₄ ☐ NaCl ☐ NH ₄ Cl ☐ Mg(OH) ₂ ☐ CaCO ₃ ☐ (อื่นๆ โปรดระบุ) การละลายน้ำของ สาร ประกอบไอออนิกที่ นัก เรียนเลือก ☐ ละลายน้ำได้มากขึ้น ☐ ไม่ละลายน้ำน้อยลง เมื่อมีการเปลี่ยน แปลงอุณหภูมิของ สารละลายจาก ☐ สูง → ต่ำ ☐ ต่ำ → สูง	- CaCO ₃ - ไม่ละลายน้ำ น้อยลง - ต่ำ → สูง  29 C° ก่อนการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ  32 C° หลังการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	- NaCl - ละลายน้ำ ได้มากขึ้น - ต่ำ → สูง  ก่อนการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	- NH ₄ Cl - ละลายน้ำ ได้มากขึ้น - สูง → ต่ำ  ก่อนการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	- CuSO ₄ - ละลายน้ำ ได้มากขึ้น - สูง → ต่ำ  ก่อนการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	- NaCl - ละลายน้ำ ได้มากขึ้น - สูง → ต่ำ  ก่อนการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	- NaCl - ละลายน้ำ ได้มากขึ้น - ต่ำ → สูง  ก่อนการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ

ตารางที่ 4.8 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 3 (ต่อ)

POE 3	CP-CERP	CP-PCERP	CP-WERT	WP-CERP	WP-PCEAR	WP-WERP
สังเกต ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก จากนั้นวาดภาพของกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (อนุญาตให้นักเรียนใช้ "สี" ได้)	 ก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	 ก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	 ก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	 ก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	 ก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	 ก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ  หลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
อธิบาย ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก	สารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดละลายได้ในน้ำไม่เท่ากันบางชนิดละลายช้า บางชนิดละลายเร็ว บางชนิดไม่ละลายน้ำ นอกจากการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกมีทั้งจุดหลอมเหลวและคายพลังงาน ซึ่งสารประกอบ CaCO_3 เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายพลังงาน	การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกละลายน้ำได้แตกต่างกัน สารประกอบ NaCl เมื่อละลายน้ำพบว่าอุณหภูมิต่ำลง จึงสามารถละลายในน้ำได้มากขึ้น	สารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดละลายได้ในน้ำไม่เท่ากันบางชนิดละลายช้าบางชนิดละลายเร็ว บางชนิดไม่ละลายน้ำ นอกจากการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกมีทั้งจุดหลอมเหลวและคายพลังงาน ซึ่งสารประกอบ NH_4Cl เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายพลังงาน $E1 < E2$	สารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดละลายได้ในน้ำไม่เท่ากันบางชนิดละลายช้าบางชนิดละลายเร็ว บางชนิดไม่ละลายน้ำ นอกจากการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกมีทั้งจุดหลอมเหลวและคายพลังงาน ซึ่งสารประกอบ CuSO_4 เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายพลังงาน $E > E2$ เกลือ E ไอออน	สารประกอบไอออนิก บางชนิดละลายช้าบางชนิดละลายเร็ว บางชนิดไม่ละลายน้ำ นอกจากการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกมีทั้งจุดหลอมเหลวและคายพลังงาน	สารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดละลายได้ในน้ำไม่เท่ากันบางชนิดละลายช้าบางชนิดละลายเร็ว บางชนิดไม่ละลายน้ำ นอกจากการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกมีทั้งจุดหลอมเหลวและคายพลังงาน ซึ่งสารประกอบ NaCl เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เปลี่ยนแปลงพลังงาน

จากกิจกรรม POE 3 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ พบว่า นักเรียนมีการทำนายสารประกอบไอออนิกเมื่อละลายน้ำแล้วมีอุณหภูมิสูงขึ้น และอุณหภูมิต่ำลง แต่เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแล้วพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลจากสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติ สามารถแบ่งเหตุผลได้ทั้งหมด 6 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (CP-CERP) นักเรียนให้เหตุผลว่าสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดละลายน้ำไม่เท่ากันบางชนิดละลายช้า บาง

ชนิดละลายได้เร็ว บางชนิดไม่ละลายน้ำ ซึ่งการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกมีทั้งดูดพลังงานและคายพลังงาน ซึ่งถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นแสดงว่าเกิดการคายพลังงาน และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงเกิดการดูดพลังงาน กลุ่มที่ 2 (CP-PCERP) การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกเกิดจากพลังงานแลตทิซและพลังงานไฮโดรเจน จึงสามารถทำให้สารประกอบเกิดการละลายน้ำได้ กลุ่มที่ 3 (CP-WERP) นักเรียนให้เหตุผลว่าการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก จะต้องมีการคายพลังงานแลตทิซและพลังงานไฮโดรเจน การที่สารประกอบไอออนิกละลายได้นั้นเกิดจากพลังงานแลตทิซต้องมากกว่าพลังงานไฮโดรเจน กลุ่มที่ 4 (WP-CERP) นักเรียนอธิบายว่าการที่สารประกอบไอออนิกละลายน้ำได้ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อนหรือคายความร้อน ขึ้นอยู่กับพลังงานแลตทิซ ถ้าพลังงานแลตทิซมากกว่าไฮโดรเจนแสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน และถ้าพลังงานไฮโดรเจนมากกว่าพลังงานแลตทิซจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน กลุ่มที่ 5 (WP-PCERP) นักเรียนอธิบายว่าสารประกอบไอออนิกละลายน้ำได้แตกต่างกัน แต่เมื่อสารประกอบไอออนิกละลายน้ำแล้ว อุณหภูมิต่ำลงจะสามารถละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น กลุ่มที่ 6 (WP-WERP) นักเรียนอธิบายว่าความสามารถในการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกสามารถละลายน้ำได้เท่ากัน ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE3 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP

(ก)

(ข)

(ค)

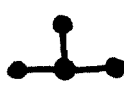
(ง)

ภาพที่ 4.4 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE4 (ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP

(ค) WP-CERP (ง) WP-WERP

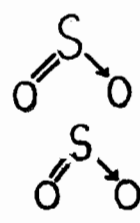
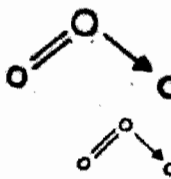
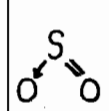
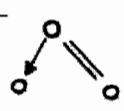
จากกิจกรรม POE 4 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกพบว่า นักเรียนมีการทำนายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไอออนิกทั้งเกิดตะกอนและไม่เกิดตะกอน แต่เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแล้วพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลจากสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติสามารถแบ่งเหตุผลได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (CP-CERP) นักเรียนเขียนสมการเคมีการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกพร้อมทั้งระบุสีของตะกอนที่เกิดขึ้น กลุ่มที่ 2 (CP-PCERP) นักเรียนเขียนสมการเคมีการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกยังไม่ถูกต้องแต่สามารถบอกได้ว่าการเกิดปฏิกิริยาของสารสามารถให้ตะกอนหรือไม่ให้ตะกอน กลุ่มที่ 3 (WP-CERP) นักเรียนไม่สามารถเขียนสมการเคมีการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ทุกตัว แต่สามารถบอกสีของตะกอนที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง และกลุ่มที่ 4 (WP-WERP) นักเรียนไม่สามารถเขียนสมการเคมีการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกได้ แต่สามารถบอกได้เพียงว่าเกิดตะกอนหรือไม่ ดังแสดงใน ภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.9 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 5

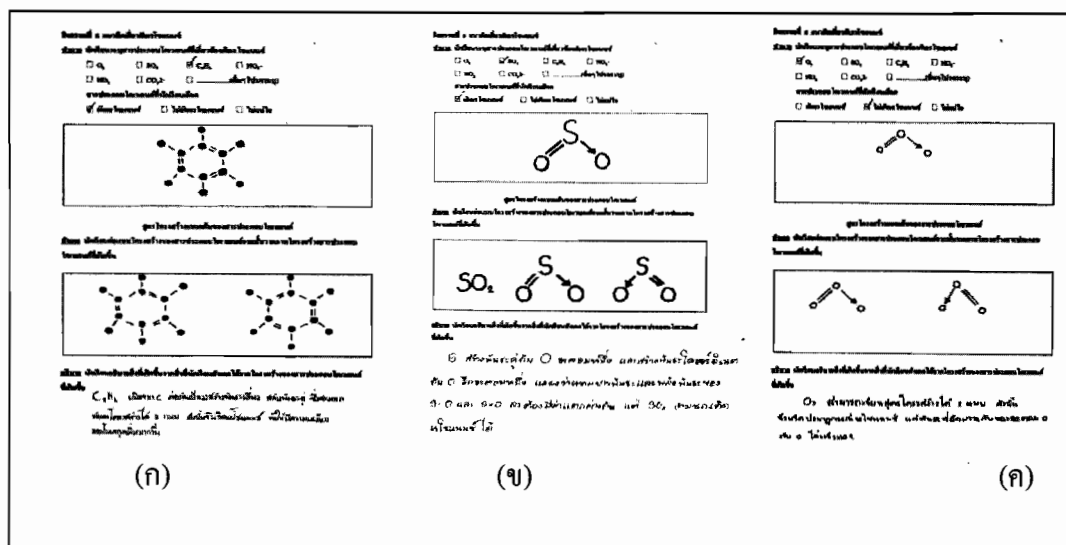
POE 5	CP-CERP	CP-PCERP	CP-WERT	WP-CERP
คำสั่ง นักเรียนเลือกจำนวนลูกบอลที่ต้องการสร้างรูปร่างโมเลกุล ☐ ลูกบอล 3 ลูก ☐ ลูกบอล 4 ลูก ☐ ลูกบอล 5 ลูก ☐ ลูกบอล 6 ลูก ☐ ลูกบอล 7 ลูก ☐(อื่นๆ โปรดระบุ)	ลูกบอล 6 ลูก	ลูกบอล 6 ลูก	ลูกบอล 4 ลูก	ลูกบอล 4 ลูก
รับชม วาดภาพรูปร่างโมเลกุลที่เกิดขึ้น หรือ ไม่ต้องวาดภาพเมื่อไม่เกิดรูปร่าง				
สังเกต นักเรียนตอบแบบจำลองรูปร่างโมเลกุลจากนั้นวาดภาพของรูปร่างโมเลกุลที่เกิดขึ้น				
อธิบาย นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากรูปร่างโมเลกุลที่สร้างขึ้น	อะตอมกลางเกิดพันธะเดี่ยวกับอะตอมข้างเคียง 5 พันธะ และอะตอมกลาง ไม่มีอิเล็กตรอนเหลือพันธะหลักกันให้ห่างมากที่สุด ทำให้โมเลกุลมีรูปร่างพีระมิดฐานสามเหลี่ยม มีมุมระหว่างพันธะเป็น 120° และ 90° เช่น PCl_5	มีอะตอมกลาง 1 อะตอม มีอะตอมล้อมรอบ 5 อะตอม มี 5 พันธะ ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รูปร่างเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม	รูปร่างสามเหลี่ยมแบนราบเกิดจากอะตอมจำนวน 4 อะตอม มาสร้างพันธะซึ่งกันและกัน	จากรูปร่างโมเลกุลสามเหลี่ยมแบนราบโมเลกุลโทเวนด์ใดๆ อะตอมกลางมี 3 พันธะและอะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จะเรียกโมเลกุลนี้ว่า สามเหลี่ยมแบนราบ ยกตัวอย่างเช่น BCl_3 มีมุมระหว่างพันธะเป็น 120°

จากกิจกรรม POE 5 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเขียนรูปร่างของโมเลกุลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนรูปร่างโมเลกุลจากจำนวนอะตอมได้ มีเพียงบางส่วนที่เขียนรูปร่างไม่ถูกต้อง แต่สามารถให้เหตุผลได้หลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติ สามารถแบ่งเหตุผลได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (CP-CERP) นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าอะตอมกลางสามารถเกิดพันธะกับอะตอมข้างเคียง และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวหรือไม่ โดยองค์ประกอบเหล่านั้นจะเป็นตัวกำหนดรูปร่างโมเลกุลของสารนั้นและมุมที่เกิดขึ้นเกิดจากการผลักกันให้ห่างมากที่สุด โดยแต่ละรูปร่างโมเลกุลจึงมีมุมที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน กลุ่มที่ 2 (CP-PCERP) นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดรูปร่างโมเลกุลของสารได้ว่าเกิดจากการสร้างพันธะระหว่างอะตอม และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามุมที่เกิดขึ้นทางเท่าใดกลุ่มที่ 3 (CP-WERT) นักเรียนสามารถบอกรูปร่างโมเลกุลที่เกิดขึ้นได้ว่าเกิดจากอะตอมจำนวนกี่อะตอม กลุ่มที่ 4 (WP-CERP) นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ารูปร่าง

ตารางที่ 4.10 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE 6

POE 6	CP-CERP	CP-PCERP	WP-CERP
ทำนาย นักเรียนระบุสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกี่ยวข้องกับเรโซแนนซ์ ☐ O_3 ☐ SO_2 ☐ C_6H_6 ☐ NO_3^- ☐ NO_2 ☐ CO_3^{2-} ☐(อื่นๆ โปรดระบุ) สารประกอบโคเวเลนต์ที่นักเรียนเลือก ☐ เกิดเรโซแนนซ์ ☐ ไม่เกิดเรโซแนนซ์ ☐ ไม่แน่ใจ	C_6H_6 เกิดเรโซแนนซ์ 	SO_2 เกิดเรโซแนนซ์ 	O_3 ไม่เกิดเรโซแนนซ์ 
สังเกต นักเรียนตอบแบบโครงสร้างของสารประกอบโคเวเลนต์จากนั้นวาดภาพโครงสร้างสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดขึ้น	 		
อธิบาย นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากโครงสร้างของสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดขึ้น	C_6H_6 เกิดจากคาร์บอน ค่อกันเป็นวงสร้างพันธะเดี่ยว สลับพันธะคู่ ซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างได้ 2 แบบ ดังนั้นจึงเกิดเรโซแนนซ์ ทำให้มีความเสถียรของโมเลกุลเพิ่มมากขึ้น	S สร้างพันธะคู่กับ O อะตอมหนึ่ง และสร้างพันธะโคออร์ดิเนต กับ O อีกอะตอมหนึ่ง แสดงว่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะของ S-O และ S = O จะต้องมีความแตกต่างกัน แต่ SO_2 สามารถเกิดเรโซแนนซ์ได้	O_3 สามารถเขียนสูตรโครงสร้างได้ 2 แบบ ดังนั้น จึงเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ แต่พันธะที่ยึดเกาะของอะตอม O กับ O ไม่แข็งแรง

จากกิจกรรม POE 6 ซึ่งเป็นกิจกรรมของแนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าสารประกอบที่นักเรียนเลือกนั้นสามารถเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์หรือไม่ แต่เมื่อมาให้เหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์กับพบว่า สามารถแบ่งเหตุผลได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (CP-CERP) นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ได้จากการที่นักเรียนเขียนโครงสร้างของสารประกอบ โดยสามารถเขียนโครงสร้างได้มากกว่า 1 แบบ และคุณสมบัติของสารประกอบที่เกิดปรากฏการณ์นั้นจะทำให้โมเลกุลมีความเสถียรมากยิ่งขึ้น นักเรียนกลุ่มที่ 2 (CP-PCERP) นักเรียนอธิบายได้ว่าถ้าสามารถเขียนโครงสร้างได้มากกว่า 1 แบบจะทำให้เกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ แต่ความยาวและพลังงานในการสร้างพันธะของแต่ละอะตอมจะไม่เท่ากัน กลุ่มที่ 3 (WP-WERP) นักเรียนอธิบายถึงโครงสร้างของสารประกอบที่สามารถเกิดเรโซแนนซ์ได้ แต่พันธะที่ใช้ในการสร้างโมเลกุลของสารจะไม่แข็งแรงสามารถที่จะทำลายพันธะได้ง่าย ดังแสดงในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรม POE6(ก) CP-CERP (ข) CP-PCERP (ค) WP-PCERP

4.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

ตารางที่ 4.11 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทบาทของครูในชั้นเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย (n = 51)

หัวข้อพิจารณา	ค่ากลาง	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1. ครูอธิบายวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรมอย่างชัดเจน	4.39	0.66	มาก
2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรม	4.31	0.58	มาก
3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม	4.39	0.77	มาก
4. ครูให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเมื่อเจออุปสรรคขณะทำกิจกรรม	4.57	0.57	มากที่สุด
5. ครูตอบคำถามแก่นักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย	4.61	0.56	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม	4.45	0.63	มาก

จากตารางที่ 4.11 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทบาทของครูในชั้นเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย (n = 51) พบว่า

นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทบาทของครูในชั้นเรียนอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และเมื่อพิจารณารายละเอียดของข้อคำถาม พบว่า ครูตอบคำถามแก่นักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.61 รองลงมาคือ ครูให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเมื่อเจออุปสรรคขณะทำกิจกรรม มีค่าเฉลี่ย คือ 4.57 และครูกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.31

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการ
ทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย (n = 51)

หัวข้อพิจารณา	ค่ากลาง	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1. นักเรียนมีความสุขสนุกสนานกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain: POE	4.14	0.66	มาก
2. นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain: POE	4.18	0.68	มาก
3. การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain: POE ทำ ให้นักเรียนอยากเรียนรู้มากขึ้น	4.20	0.82	มาก
4. การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain: POE ทำ ให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	4.29	0.72	มาก
5. การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain: POE ทำ ให้นักเรียนมีทักษะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.37	0.62	มาก
6. นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิก ในกลุ่ม	4.41	0.69	มาก
7. นักเรียนได้มีส่วนร่วมต่อการทำงานเป็นทีม	4.61	0.60	มากที่สุด
8. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสิ่งที่นักเรียน สังเกตได้ต่อสมาชิกในทีม	4.45	0.69	มาก
9. การอภิปรายร่วมกันภายในทีมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ ในเนื้อหามากยิ่งขึ้น	4.24	0.85	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม	4.32	0.70	มาก

จากตารางที่ 4.12 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ($n = 51$) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และเมื่อพิจารณารายละเอียดของข้อคำถาม พบว่า นักเรียนได้มีส่วนร่วมต่อการทำงานเป็นทีม มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.61 รองลงมาคือ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ต่อสมาชิกในทีมมีค่าเฉลี่ย คือ 4.45 และนักเรียนมีความสนุกสนานกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain: POE มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.14

ตารางที่ 4.13 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ($n = 51$)

หัวข้อพิจารณา	ค่ากลาง	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำมากขึ้น	4.43	0.63	มาก
2. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการละลายของ สารประกอบไอออนิกในน้ำมากขึ้น	4.33	0.62	มาก
3. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากขึ้น	4.24	0.70	มาก
4. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกมากขึ้น	4.27	0.63	มาก
5. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องรูปร่างของโมเลกุลมากขึ้น	4.35	0.62	มาก
6. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์มากขึ้น	4.20	0.74	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม	4.30	0.66	มาก

จากตารางที่ 4.13 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ($n = 51$) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อ

กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และเมื่อพิจารณารายละเอียดของข้อคำถาม พบว่า การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำมากขึ้น มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ 4.43 รองลงมาคือ การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องรูปร่างของโมเลกุลมากขึ้นมีค่าเฉลี่ย คือ 4.35 และการจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์มากขึ้น มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.14

4.5 การอภิปรายผล

4.5.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย มีการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งครูคอยช่วยส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาคำตอบ มีการทำงานเป็นทีม รู้จักการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีรูปแบบและขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน นักเรียนทุกคนได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน จึงทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และมีความกระตือรือร้นในการเรียนจึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนดังกล่าวสามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจ ค้นหา และหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนให้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการทำนายผล และการให้อธิบายในกรณีที่ผลการสังเกตที่ได้มีความขัดแย้งกับคำทำนาย นักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดขึ้นมาใหม่ให้ถูกต้องตามความเป็นจริง โดยครูต้องพยายามทำให้นักเรียนทุกคนรู้สึกว่าการทำนาย คำอธิบายล้วนแต่มีประโยชน์ สามารถช่วยนักเรียนหาคำอธิบายที่ถูกต้องได้ จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมๆกันทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนเพิ่มมากยิ่งขึ้น

4.5.2 วิเคราะห์หัตถ์โนมติของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

นักเรียนที่ได้รับการจัดการการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมีสามารถทำให้หัตถ์โนมติของ

นักเรียนเพิ่มมากขึ้นดูได้จากคะแนนร้อยละ โหมดรายชื่อก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละเนื้อหา พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนและมีความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น โดยสังเกตได้จากร้อยละ โหมดของนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้ถูกต้องมีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมาก ทั้งนี้เพราะจากกระบวนการดังกล่าวนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัว ของนักเรียนเอง จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนเรื่องพันธะเคมีเพิ่มมากขึ้น แต่จะเห็นได้ว่าการทำข้อสอบนักเรียนในข้อที่ 4 นักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นจาก ก่อนเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 เนื่องมาจากนักเรียนยังอาจเกิดความไม่เข้าใจในการเขียนสมการ ดังกล่าว จึงทำให้คะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

4.5.3 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะ

แนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า จากกิจกรรม POE ทั้งหมดนั้น เมื่อพิจารณาเป็น 6 ระดับ พบว่า ในขั้นทำนายนักเรียนมีทั้งทำนายถูกต้องและไม่ถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนยังเกิดความไม่เข้าใจของเนื้อหาว่าเป็นเช่นไร แต่เมื่อนักเรียนได้ลงมือทำในขั้นสังเกต ในขั้นนี้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีการให้เหตุผลจากสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง แต่ก็มีนักเรียนส่วนน้อยที่มีการให้เหตุผลไม่ถูกต้อง ทั้งนี้อาจเกิดจากนักเรียนยังไม่เกิดความเข้าใจในกิจกรรมที่ทำ โดยกิจกรรมที่นักเรียนสามารถทำนายและอธิบายได้ถูกต้อง เรียงตามลำดับ คือ การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ การจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ รูปร่างของโมเลกุล และปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก ตามลำดับ

4.5.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะ

แนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

นักเรียนที่ได้รับการจัดการการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทบาทของครูในชั้นเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทบาทของครูในชั้นเรียนอยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า นักเรียนมี

ความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะอาจเป็นผลมาจากนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ได้มีการคิดวางแผน ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ และเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายและสนใจในการหาคำตอบนั้นๆ โดยมีครูคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำต่อการจัดกิจกรรมการเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียนรู้ดังกล่าว

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผล และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลแยกเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

5.1.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรม

จากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย สามารถเห็นได้ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.59 คะแนน และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.94 คะแนน จึงสามารถกล่าวได้ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ค่า t เท่ากับ -16.639 ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย มีการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งครูคอยช่วยส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาคำตอบ มีการทำงานเป็นทีม รู้จักการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีรูปแบบและขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน นักเรียนทุกคนได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน จึงทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้และมีความกระตือรือร้นในการเรียน นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจของตนเองจากสิ่งที่กระทำ ซึ่งลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการเน้นบทบาทของนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนมีอิสระในการแสวงหาความรู้จากกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ตลอดจนในการทำกิจกรรมนักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการ

เรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการช่วยเหลือระหว่างนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5.1.2 วิเคราะห์โน้มนวนิของนักเรียนจากการจัดกิจกรรม

จากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย สามารถเห็นได้ว่าหลังจากการจัดกิจกรรม นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนและมีความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น โดยสังเกตได้จากร้อยละโน้มนวนิของนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้ถูกต้องมีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมาก โดยร้อยละโน้มนวนิของนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้เพิ่มมากขึ้นจากมากไปน้อยตามลำดับคือ แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ รูปร่างของโมเลกุล การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปฏิริยาของสารประกอบไอออนิก และการจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ ตามลำดับ ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้คิดเอง ทำเอง แสวงหาความรู้และค้นพบความรู้ต่างๆ ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ และยังมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จึงเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ตลอดจนนักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น จากการทดลองด้วยตนเอง จึงส่งผลให้ร้อยละโน้มนวนิของนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้เพิ่มมากขึ้น

5.1.3 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรม

จากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เป็นข้อมูลสนับสนุนว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอยู่ในระดับใด โดยผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรม POE ทั้งหมด 6 กิจกรรม คือ การจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปฏิริยาของสารประกอบไอออนิก รูปร่างของโมเลกุล และแนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ ซึ่งพิจารณาเป็น 6 ระดับ พบว่า ในขั้นทำนายนักเรียนมีทั้งทำนายถูกต้องและไม่ถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนยังเกิดความไม่เข้าใจของเนื้อหาว่าเป็นเช่นไร แต่เมื่อนักเรียนได้ลงมือทำในขั้นสังเกต ในขั้นนี้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีการให้เหตุผลจากสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง แต่ก็มีนักเรียนส่วนน้อยที่มีการให้เหตุผลไม่ถูกต้อง ทั้งนี้อาจเกิดจากนักเรียนยังไม่เกิดความเข้าใจในกิจกรรมที่ทำ โดยกิจกรรมที่นักเรียนสามารถทำนายและอธิบายได้ถูกต้อง เรียงตามลำดับ คือ การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ

การจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ รูปร่างของโมเลกุล และ ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก ตามลำดับ

ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย เนื่องจากมีกิจกรรมกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากการให้นักเรียนได้เลือกสิ่งที่น่าสนใจ ทำการทดลองจากสิ่งเหล่านั้น และ ระหว่างการเรียนการสอน นักเรียนให้ความสนใจ กระตือรือร้นต่อการจัดกิจกรรมประกอบการสอน มีความอยากรู้อยากเห็น ช่างสังเกต ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว กิจกรรม POE ยังฝึกให้นักเรียนได้มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนนักเรียน ส่งเสริมให้มีการกล้าแสดงออกในการเสนอความคิดและอภิปรายอีกด้วย จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจากการจัดกิจกรรม ดังนั้น การจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้

5.1.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรม

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทบาทของครูในชั้นเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ($n = 51$) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทบาทของครูในชั้นเรียนอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 เนื่องจากครูจะคอยช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ และคอยชี้แนะเมื่อนักเรียนเจอปัญหาขณะทำกิจกรรม

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ($n = 51$) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 .เนื่องจากในการจัดกิจกรรม มีการทำงานเป็นทีม รู้จักการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจน นักเรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน จึงทำให้เกิดองค์ความรู้และมีความกระตือรือร้นในการเรียน

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ($n = 51$) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 เนื่องจากในแต่ละกิจกรรมนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม ที่คอยให้คำปรึกษาหรือช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ตลอดจนแต่ละกิจกรรมนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการที่จะหาคำตอบ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนุกต่อการจัดกิจกรรม

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาในเนื้อหาเรื่องพันธะเคมีเพิ่มเติมโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบายเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น

วัสดุสิ่งของที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ต้องมีการจัดเตรียมให้เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน และสามารถหาได้ง่าย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ให้นักเรียนมีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น ต้องมีการปรับเนื้อหาและเวลาให้มีความเหมาะสม การปรับปรุงให้ภาษาชัดเจน เข้าใจง่าย เพื่อเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการทำนาย การสังเกต การอธิบาย มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองมากกว่าเนื้อหาการบรรยาย

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

กิจกรรมที่ 1 การจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ

คำสั่ง ให้นักเรียนวาดโครงสร้างการจัดเรียงตัวของไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิก

กำหนดให้ $\oplus$ แทนไอออนบวก และ $\ominus$ แทน ไอออนลบ

ทำนาย วาดโครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ

วาดรูปค้อน (แรงกระทำ) บนระนาบโครงสร้างผลึก วาดรูปโครงสร้างผลึกหลังจากถูกแรงกระทำ

สังเกต ให้นักเรียนต่อแบบจำลองโครงสร้างผลึก จากนั้นวาดภาพของโครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ

อธิบาย ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากโครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ

กิจกรรมที่ 2 การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ

ทำนาย ให้นักเรียนระบุสารประกอบไอออนิกที่ต้องการทดสอบการละลายน้ำ

☐ CuSO_4 ☐ NaCl ☐ NH_4Cl ☐ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ☐ CaCO_3 ☐ (อื่นๆ โปรดระบุ)

การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกที่นักเรียนเลือก

☐ ละลายน้ำ

☐ ไม่ละลายน้ำ

☐ ไม่แน่ใจ

ถ้านักเรียนเลือก “ไม่ละลายน้ำ” หรือ “ไม่แน่ใจ” ไม่ต้องวาดภาพของการละลายน้ำ

ระดับมหภาค: สิ่งที่ตาคนเรามองเห็น

ระดับไอออน/โมเลกุล: สิ่งที่ตาคนเรามองไม่เห็น

สังเกต ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก จากนั้นวาดภาพของกระบวนการที่เกิดขึ้น (อนุญาตให้นักเรียนใช้ “สี” ได้)

ผลึกเริ่มละลายน้ำ

ผลึกละลายน้ำได้มากขึ้น

ผลึกละลายน้ำได้สมบูรณ์

อธิบาย ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

กิจกรรมที่ 3 การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ทำนาย ให้นักเรียนระบุสารประกอบไอออนิกที่ต้องการทดสอบการละลายน้ำ

☐ CuSO_4 ☐ NaCl ☐ NH_4Cl ☐ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ☐ CaCO_3 ☐ (อื่นๆ โปรดระบุ)

การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกที่นักเรียนเลือก

☐ ละลายน้ำได้มากขึ้น

☐ ไม่ละลายน้ำน้อยลง

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายจาก

☐ สูง $\rightarrow$ ต่ำ

☐ ต่ำ $\rightarrow$ สูง

ก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

หลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

สังเกต ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก จากนั้นวาดภาพของกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (อนุญาตให้นักเรียนใช้ “สี” ได้)

ก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

หลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

อธิบาย ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

กิจกรรมที่ 4 ปฏิริยาของสารประกอบไอออนิก

ทำนายให้นักเรียนระบุปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้

สารประกอบ	NaCO_3	NH_4Cl	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน
Na_2SO_4	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน
KI	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน

ถ้านักเรียนเลือก “เกิดตะกอน” ให้วาดภาพของตะกอนที่เกิดขึ้น

สารประกอบ	NaCO_3	NH_4Cl	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$			
Na_2SO_4			
KI			

สังเกต ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก จากนั้นวาดภาพของตะกอนที่เกิดขึ้นหลังจากที่ผสมสาร (อนุญาตให้นักเรียนใช้ “สี” ได้)

สารประกอบ	NaCO_3	NH_4Cl	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน
Na_2SO_4	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน
KI	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน	☐ เกิดตะกอน ☐ ไม่เกิดตะกอน

อธิบาย ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งเขียนสมการเคมี(ถ้ามี) จากผลที่สังเกตได้

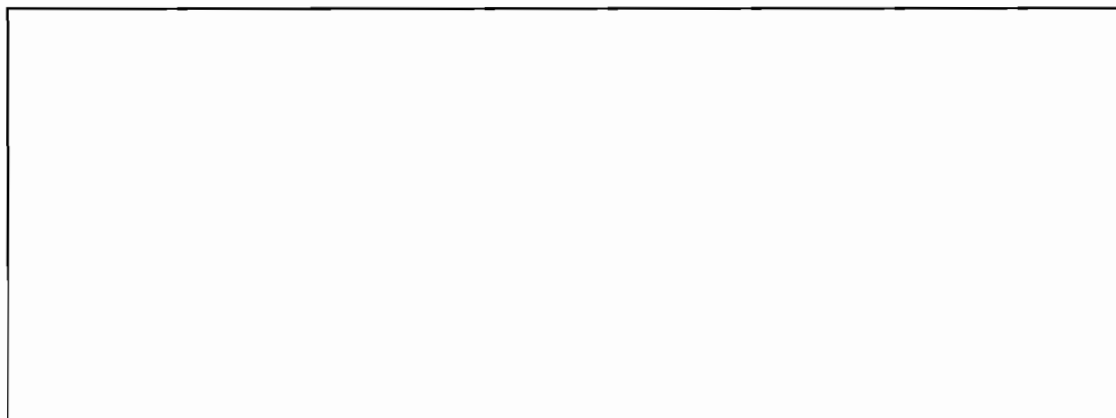
สารประกอบ	NaCO_3	NH_4Cl	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$			
Na_2SO_4			
KI			

กิจกรรมที่ 5 รูปร่างของโมเลกุล

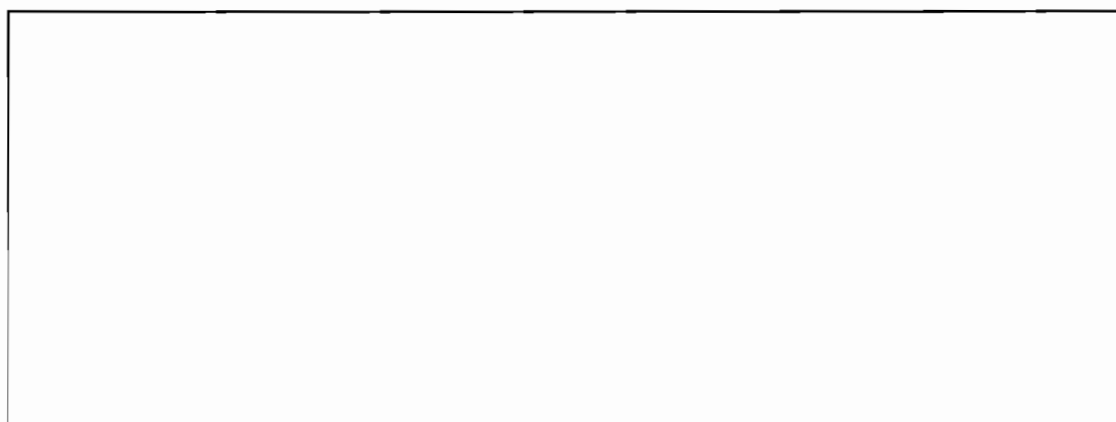
คำสั่ง นักเรียนเลือกจำนวนลูกบอลที่ต้องการสร้างรูปร่างโมเลกุล

- ☐ ลูกบอล 3 ลูก ☐ ลูกบอล 4 ลูก ☐ ลูกบอล 5 ลูก
☐ ลูกบอล 6 ลูก ☐ ลูกบอล 7 ลูก ☐(อื่นๆ โปรดระบุ)

ทำนาย วาดภาพรูปร่างโมเลกุลที่เกิดขึ้น หรือ ไม่ต้องวาดภาพเมื่อไม่เกิดรูปร่าง



สังเกต นักเรียนต่อแบบจำลองรูปร่างโมเลกุล จากนั้นวาดภาพของรูปร่างโมเลกุลที่เกิดขึ้น



อธิบาย นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากรูปร่างโมเลกุลที่สร้างขึ้น

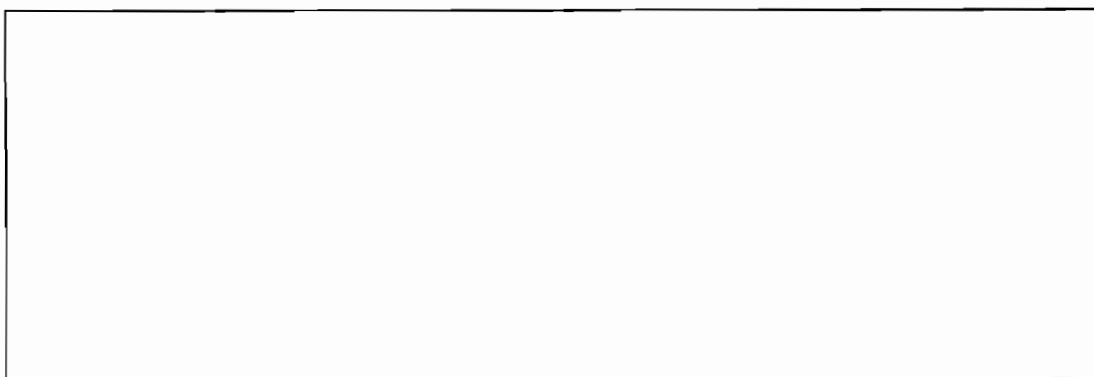
กิจกรรมที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

ทำนาย นักเรียนระบุสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกี่ยวข้องกับเรโซแนนซ์

- ☐ O_3 ☐ SO_2 ☐ C_6H_6 ☐ NO_3^-
☐ NO_2 ☐ CO_3^{2-} ☐(อื่นๆโปรดระบุ)

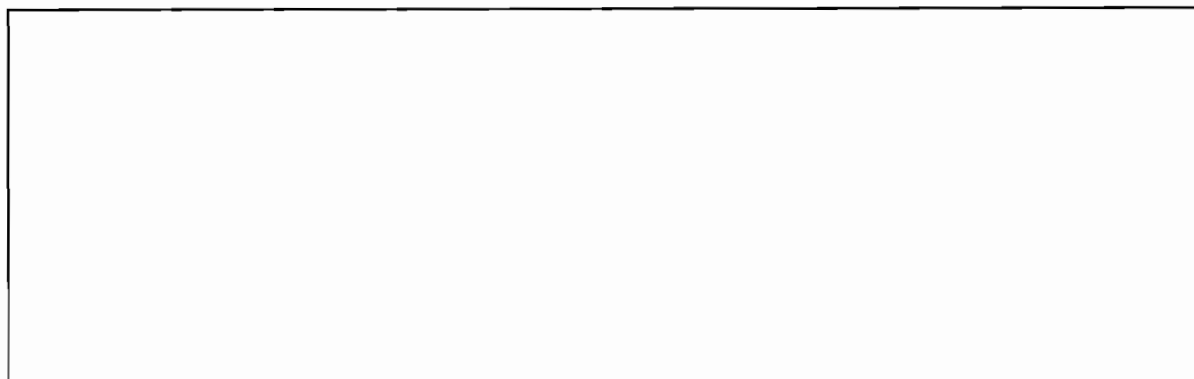
สารประกอบโคเวเลนต์ที่นักเรียนเลือก

- ☐ เกิดเรโซแนนซ์ ☐ ไม่เกิดเรโซแนนซ์ ☐ ไม่แน่ใจ



สูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบโคเวเลนต์

สังเกต นักเรียนต่อแบบโครงสร้างของสารประกอบโคเวเลนต์จากนั้นวาดภาพโครงสร้างสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดขึ้น



อธิบาย นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากโครงสร้างของสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดขึ้น

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

แบบทดสอบวัดความรู้เรื่องพันธะเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมให้เหตุผลประกอบในการเลือกข้อ
นั้น

- ข้อใดเป็นเหตุผลที่ทำให้ผลึกเกลือแกง(โซเดียมคลอไรด์ NaCl) เกิดการแตกหักเมื่อมีแรงกระทำ
บน ผลึก
 - แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนไม่แข็งแรง
 - การผลักกันของประจุไอออนชนิดเดียวกัน
 - อะตอมของธาตุคลอรีนมีคุณสมบัติเป็นโลหะ
 - อะตอมของธาตุโซเดียมมีการให้อิเล็กตรอนแก่อะตอมของธาตุคลอรีน

จงวาดภาพการออกแรงกระทำต่อผลึก NaCl (ก่อนกระทำ / แรงที่กระทำ / หลังกระทำ)

- สาร A มีพลังงานไฮเดรชัน 754 kJ/mol มีพลังงานแลตทิซ 850 kJ/mol สาร B มีพลังงานไฮ
เดรชัน 590 kJ/mol มีพลังงานแลตทิซ 450 kJ/mol เมื่อนำสาร A และ B ละลายน้ำ สารทั้ง
สองมีการ เปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร และเมื่อสัมผัสสถานะทั้งสองจะรู้สึกอย่างไร

	สาร A	สัมผัสสถานะ	สาร B	สัมผัสสถานะ
1.	ดูด	เย็น	คาย	ร้อน
2.	คาย	เย็น	ดูด	ร้อน
3.	ดูด	เย็น	ดูด	เย็น
4.	คาย	ร้อน	คาย	ร้อน

จงแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสาร A และ B ตามลำดับ

3. ข้อมูลแสดงค่าพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการละลายของสาร X Y และ Z ดังนี้

สาร	พลังงานแลตทิซ (KJ/mol)	พลังงานไฮเดรชัน (KJ/mol)
X	750	745
Y	550	590
Z	700	690

ถ้าสาร X, Y และ Z ในจำนวนโมลเท่ากัน ละลายน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร การเปรียบเทียบ อุณหภูมิของแต่ละสารละลาย ข้อใดถูกต้อง

1. $X > Y > Z$
2. $Y > X > Z$
3. $Y > Z > X$
4. $Z > X > Y$

จงแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสาร X Y และ Z ตามลำดับ พร้อมบอกว่าการเปลี่ยนแปลง พลังงานแบบใด

4. เมื่อหยดสารละลาย A ลงในสารละลาย B จะได้ตะกอนขาวของสาร C และเมื่อหยดสารละลาย A ลงในสารละลาย D จะไม่เกิดตะกอนชนิดใดๆ ขึ้นเลย อยากทราบว่า สาร A, B, C และ D ชุดใดสอดคล้องกับข้อมูลข้างต้น

	สาร A	สาร B	สาร C	สาร D
1	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Na_2SO_4	NaNO_3	NaCl
2	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	Na_2SO_4	BaSO_4	Na_2CO_3
3	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Na_3PO_4	$\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$	KCl
4	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	NaCl	BaCl_2	NaOH

จงเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาของสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B และสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร D

5. สารละลายชุดใดทำปฏิกิริยาแล้วมีตะกอนเกิดขึ้น

- $\text{CaCl}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$
- $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$
- $\text{Zn} + \text{HCl}$
- $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{KCl}$

จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากคำตอบของนักเรียน

6. รูปร่างโมเลกุลของ SO_3 มีลักษณะอย่างไร

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. รูปตัวที | 2. ทรงเหลี่ยมสี่หน้า |
| 3. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม | 4. สามเหลี่ยมแบนราบ |

จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของ SO_3

7. โมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างเป็นทรงเหลี่ยมสี่หน้า คือข้อใด

- | | | | |
|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| 1. CCl_4 | 2. SF_4 | 3. XeF_4 | 4. TeCl_4 |
|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|

จงวาดโครงสร้างโมเลกุลที่เกิดขึ้นของสารประกอบ CCl_4 SF_4 XeF_4 และ TeCl_4 ตามลำดับ

8. กำหนดธาตุ X Y และ Z มีเลขอะตอมเท่ากับ 5 15 และ 16 ตามลำดับ จงพิจารณาสารประกอบ

ต่อไปนี้

- | | | |
|------------------|-------------------|------------------|
| ก. XF_3 | ข. YCl_3 | ค. ZO_3 |
|------------------|-------------------|------------------|

สารประกอบในข้อใดที่มีรูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. ข้อ ก เท่านั้น | 2. ข้อ ก และ ข |
| 3. ข้อ ข เท่านั้น | 4. ข้อ ข และ ค |

จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบในข้อ ก ข และ ค ตามลำดับ

9. ธาตุ $_4X$, $_{14}Y$ และ $_{34}Z$ เมื่ออยู่ในรูปสารประกอบคลอไรด์มีสูตร $XC l_2$, YCl_4 และ ZCl_2 มีรูปร่างโมเลกุลอย่างไร ตามลำดับ

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. เส้นตรง, ทรงเหลี่ยมสี่หน้า, เส้นตรง | 2. เส้นตรง, ทรงเหลี่ยมสี่หน้า, มุมงอ |
| 3. มุมงอ, สี่เหลี่ยมแบนราบ, เส้นตรง | 4. มุมงอ, ทรงเหลี่ยมสี่หน้า, มุมงอ |

จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ $XC l_2$, YCl_4 และ ZCl_2 ตามลำดับ

10. เมื่อใช้แบบจำลอง VSEPR ทำนายรูปร่างโมเลกุลของ NF_3 , BF_3 และ ClF_3 ข้อใดเป็นไปได้

	NF_3	BF_3	ClF_3
1.	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	สามเหลี่ยมแบนราบ	รูปตัว T
2.	รูปตัว T	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	สามเหลี่ยมแบนราบ
3.	รูปตัว T	รูปตัว T	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม
4.	สามเหลี่ยมแบนราบ	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	รูปตัว T

จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ NF_3 , BF_3 , และ ClF_3 ตามลำดับ

11. โมเลกุลของน้ำมีรูปทรงเป็นมุมงอ ถ้าโปรตอน (H^+) สร้างพันธะกับอะตอมของ O ใน H_2O โดยใช้

อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของ O จะได้ H_3O^+ มีรูปทรงเป็นอย่างไร

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. สามเหลี่ยมแบนราบ | 2. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม |
| 3. ทรงเหลี่ยมสี่หน้า | 4. ทรงเหลี่ยมแปดหน้า |

จงวาดโครงสร้างโมเลกุลของ H_2O และ H_3O^+

12. สารประกอบ SO_3 สามารถเขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้กี่แบบ

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 1. 1 แบบ | 2. 2 แบบ | 3. 3 แบบ | 4. 4 แบบ |
|----------|----------|----------|----------|

จงเขียนสูตรโครงสร้างของ SO_3

13. สารประกอบในข้อใดต่อไปนี้อาจเกิดเรโซแนนซ์ได้

1. CO_2 , NO และ H_2S
2. N_2O , H_2O และ NH_3
3. SO_2 , C_6H_6 และ NO_2
4. OCl_2 , PCl_3 และ CH_4

จงเขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ของสารแต่ละตัวจากคำตอบของนักเรียน

14. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสารประกอบ O_3

1. สารประกอบ O_3 มีความเสถียรมาก
2. พลังงานพันธะของสารประกอบ O_3 มีค่าเท่ากัน
3. สารประกอบ O_3 มีการสร้างพันธะเดี่ยวทั้งหมด
4. ความยาวพันธะของสารประกอบ O_3 มีค่าเท่ากัน

จงเขียนโครงสร้างของสารประกอบ O_3

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสอบถามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict Observe Explain:POE เรื่อง พันธะเคมี

เลขที่.....

อายุ.....ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้ ใช้เพื่อสำรวจความคิดเห็น ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE เรื่องพันธะเคมี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบระดับความคิดเห็นระหว่าง 1 ถึง 5 ที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุดโดยนักเรียนเลือก

1 : ไม่เห็นด้วยที่สุด

2 : ไม่เห็นด้วย

3 : ปานกลาง

4 : เห็นด้วย

5 : เห็นด้วยที่สุด

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น
1	ครูอธิบายวัตถุประสงค์ของการทำงานอย่างชัดเจน	1 2 3 4 5
2	ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรม	1 2 3 4 5
3	ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม	1 2 3 4 5
4	ครูให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเมื่อเจออุปสรรคขณะทำกิจกรรม	1 2 3 4 5
5	ครูตอบคำถามแก่นักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย	1 2 3 4 5
6	นักเรียนมีความสนุกสนานกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE)	1 2 3 4 5
7	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE)	1 2 3 4 5
8	การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE) ทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้มากขึ้น	1 2 3 4 5

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น
9	การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	1 2 3 4 5
10	การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE) ทำให้นักเรียนมีทักษะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	1 2 3 4 5
11	นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่ม	1 2 3 4 5
12	นักเรียนได้มีส่วนร่วมต่อการทำงานเป็นทีม	1 2 3 4 5
13	นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ต่อสมาชิกในทีม	1 2 3 4 5
14	การอภิปรายร่วมกันภายในทีมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น	1 2 3 4 5
15	การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำมากขึ้น	1 2 3 4 5
16	การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำมากขึ้น	1 2 3 4 5
17	การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากขึ้น	1 2 3 4 5
18	การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกมากขึ้น	1 2 3 4 5
19	การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องรูปร่างของโมเลกุลมากขึ้น	1 2 3 4 5
20	การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์มากขึ้น	1 2 3 4 5

ภาคผนวก ง
บทความ

ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล [1] เพราะ วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้น มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) [2]

วิชาเคมีเป็นแขนงหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการสอดแทรกเนื้อหาในหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น เนื้อหาเคมีส่วนใหญ่มีความซับซ้อนและมักเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค (microscopic) ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น โครงสร้างอะตอม พันธเคมี เป็นต้น ซึ่งในบางครั้งผู้สอนต้องใช้แบบจำลอง (model) หรือสัญลักษณ์ (symbol) ต่างๆ ในการอธิบายเพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ [3] โดยเฉพาะเนื้อหาในเรื่องพันธเคมีแล้วถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญอย่างยิ่งในวิชาเคมี เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนเคมีในเนื้อหาต่อไป ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาเคมี สมดุลเคมี กรด-เบส และเคมีอินทรีย์ เป็นต้น [4]

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยอาศัยแนวคิดของการสร้างองค์ความรู้ ตามรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา เรื่องพันธะไอออนิก นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหาดำเนินการแก้ปัญหา ประเมินผล และสามารถตรวจสอบการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี [5] การสอนที่ส่งเสริมเพื่อเปลี่ยนโมเดลที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี โดยใช้การสอนตามทฤษฎีของ Posner และคณะ [6] ทำให้นักเรียนมีโมเดลที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น การจัดการเรียนการสอนเรื่องพันธะเคมี โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยวิธีการสอนแบบ SE ร่วมกับแผนผังโน้ต สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น [7] การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีค่าชี้แนะ กับการสอนแบบครูบอกความรู้จากตำรา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [8] การศึกษาเรื่องของไหล บนพื้นฐานทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain : POE) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาความคิดที่แสดงออกมาได้ใกล้เคียงกับพัฒนาความคิดทางวิทยาศาสตร์ [9] จากงานวิจัยดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่า หากนักเรียนได้รับการพัฒนาความคิดหรือความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนจะสามารถส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ขึ้นและเกิดการพัฒนาความคิดที่ต่อเนื่องทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นตลอดจนมีเจตคติต่อการเรียน

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช วิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเรื่องพันธะเคมีไม่ถูกต้อง อาจเนื่องมาจาก ข้อจำกัดด้านการสอน และวิธีการสอนที่ใช้ นอกจากนี้ เนื้อหาบทเรียนในส่วนมากเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับนามธรรม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะจัดการเรียนรู้อย่างมีแบบแผนทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เพื่อพัฒนาการเรียนรู้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธเคมี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน จากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย
2. เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี ด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย (prediction-observation-explanation, POE)
3. เพื่อสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี จากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบแผนการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนแบบกลุ่มเดียว (one-group pretest-posttest design)

ดังนี้

$T_1 \text{ ---- } X \text{ ---- } T_2$

เมื่อ T_1 คือ การสอบก่อนการจัดการเรียนรู้แบบใช้กิจกรรม (Pre-test)

X คือ การจัดการเรียนรู้แบบใช้กิจกรรม (Treatment)

T_2 คือ การสอบหลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้กิจกรรม (Post-test)

เนื้อหาการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง พันธะเคมี ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 12 ชั่วโมง ดังนี้

- | | |
|--|-----------------|
| 1. การจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 2. การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 3. การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 4. ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 5. รูปร่างของโมเลกุล | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 6. แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ | จำนวน 2 ชั่วโมง |

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมธรรมนาราช อำเภอมือง จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 จำนวน 51 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

แบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

แบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ การทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย แสดงดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

หัวข้อ	รายละเอียดของกิจกรรม		
	การทำนาย	การสังเกต	การอธิบาย
สมบัติของสารประกอบไอออนิก	นักเรียนทำนายโครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ	นักเรียนตอบแบบจำลองโครงสร้างผลึก และสังเกตโครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ	นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ จากโครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ
การละลายของสารประกอบไอออนิก	นักเรียนทำนายสารประกอบไอออนิกจากการทดสอบการละลายน้ำ	นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก และสังเกตการละลายน้ำของสารประกอบดังกล่าว	นักเรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ จากการทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบความเข้าใจวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และอธิบายเหตุผลประกอบตัวเลือกในแต่ละข้อ จำนวน 14 ข้อ
2. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์แบบ Likert scale 5 ระดับ ได้แก่ 5, 4, 3, 2 และ 1 โดยที่ 5 หมายถึง เห็นด้วยที่สุด 4 หมายถึง เห็นด้วย 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดการเรียนการสอนแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติดังนี้ ความถี่ และร้อยละ โดยเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: เกณฑ์ในการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียน

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรม
ความเข้าใจถูกต้อง (Sound understanding, SU)	ตัวเลือกถูก เหตุผลถูก
ความเข้าใจบางส่วน (Partial understanding, PU)	ตัวเลือกถูก แต่ให้เหตุผลไม่ครบถ้วนโดยเหตุผลถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีส่วนผิด
ความเข้าใจที่ขาดตกบกพร่องบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misunderstanding, PS)	ตัวเลือกถูก แต่เหตุผลบางส่วนถูกต้องและบางส่วนผิด
ความเข้าใจขาดตกบกพร่องบางส่วน (Specific Misunderstanding, SM)	ตัวเลือกผิด เหตุผลผิด
ความไม่เข้าใจ (No understanding, NU)	ไม่ตอบตัวเลือก ไม่ตอบเหตุผล

2. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติดังนี้ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

ผลการวิจัย

นักเรียนมีความเข้าใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ตารางที่ 3) พบว่า การทดสอบก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.59 คะแนน การทดสอบหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.94 คะแนน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการจัดการเรียนการสอนแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ค่า t เท่ากับ 16.639 และเมื่อวิเคราะห์ร้อยละความเข้าใจของนักเรียน พบว่า หลังการจัดการเรียนการสอนแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย นักเรียนมีร้อยละความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบตัวเลือกได้เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 : เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบขึ้นแบบ แนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	Min	Max	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t
ก่อนเรียน	51	28	4	19	12.59	3.72		
หลังเรียน	51	28	15	28	23.94	3.15	-11.35	-16.639*

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

ตารางที่ 4 : คะแนนร้อยละความเข้าใจรายข้อก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละเนื้อหาด้วยการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบขึ้นแบบ แนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

หัวข้อ	ร้อยละโมดูลของนักเรียน									
	SU		PU		PS		SM		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
สมบัติของสารประกอบไอออนิก										
ข้อที่ 1	50.9	86.2	11.7	-	35.2	13.7	1.9	-	-	-
การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ										
ข้อที่ 2	35.2	88.2	47.0	7.8	3.9	3.9	7.8	-	5.8	-
ข้อที่ 3	29.4	80.3	41.1	9.8	3.9	5.8	13.7	-	11.7	3.9
ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก										
ข้อที่ 4	5.8	47.0	60.7	23.5	9.8	29.4	9.8	-	13.7	-
ข้อที่ 5	17.6	64.7	47.0	1.9	5.8	25.4	15.6	5.8	13.7	-
รูปร่างโมเลกุล										
ข้อที่ 6	27.4	98.0	19.6	-	37.2	1.9	13.7	-	1.9	-
ข้อที่ 7	3.9	50.9	25.4	5.8	52.9	43.1	17.6	-	-	-
ข้อที่ 8	1.9	54.9	41.1	-	21.5	29.4	35.2	13.7	-	1.9
ข้อที่ 9	-	58.8	23.5	1.9	45.0	39.2	27.4	-	3.9	-
ข้อที่ 10	9.8	41.1	37.2	1.9	27.4	56.8	19.6	-	5.8	-
ข้อที่ 11	1.9	84.3	19.6	1.9	31.3	13.7	45.0	-	3.9	-
แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์										
ข้อที่ 12	13.7	98.0	27.4	-	41.1	1.9	17.6	-	-	-
ข้อที่ 13	13.7	94.1	41.1	1.9	17.6	3.9	21.5	-	5.8	-
ข้อที่ 14	1.9	92.1	29.4	1.9	39.2	5.8	29.4	-	-	-

จากตารางคะแนนร้อยละความเข้าใจรายข้อก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละเนื้อหาด้วยการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบขึ้นแบบ แนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบขึ้นแบบ แนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนและมีความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น โดยสังเกตได้จากร้อยละความเข้าใจของนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้ถูกต้อง มีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมาก โดยร้อยละความเข้าใจของนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบและสามารถ

เขียนเหตุผลได้เพิ่มมากขึ้นจากมากไปน้อยตามลำดับคือ แนวคิดเกี่ยวกับเวโรแนบซ์ รูปร่างของโมเลกุล การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ ปฏิริยาของสารประกอบไอออนิก และสมบัติของสารประกอบไอออนิก ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ในเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับเวโรแนบซ์ นักเรียนสามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้เพิ่มมากขึ้นมากที่สุด และในเรื่องสมบัติของสารประกอบไอออนิก นักเรียนสามารถเลือกคำตอบและสามารถเขียนเหตุผลได้เพิ่มมากขึ้นน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาตามแนวคิดเรื่องสมบัติของสารประกอบไอออนิก พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง (Sound understanding, SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน โดยเข้าใจว่า สารประกอบไอออนิกประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบ เมื่อทุบเปลือกของสารประกอบไอออนิกจะเกิดการเคลื่อนไถลของไอออนไปตามระบบ เป็นผลให้ไอออนชนิดเดียวกันเคลื่อนไปอยู่ตรงกัน จึงเกิดแรงผลักระหว่างไอออน ทำให้ผลึกแตกออกจากกัน เมื่อพิจารณาตามแนวคิดเรื่องการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำโดยเป็นการอธิบายถึงกระบวนการละลายน้ำของสารและพลังงานที่เกี่ยวข้องในการละลายพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง (Sound understanding, SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน โดยเข้าใจว่าชั้นแรกโมเลกุลของน้ำจะดึงดูดไอออนให้หลุดจากโครงผลึก ซึ่งต้องใช้พลังงานปริมาณหนึ่งที่เรียกว่า พลังงานแลตทิซ ชั้นที่สองไอออนแต่ละชนิดหลุดออกจากโครงผลึกจะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำ โดยโมเลกุลของน้ำจะหันด้านที่มีขั้วตรงข้ามเข้าหากัน เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับไอออน ซึ่งจะคายพลังงานออกมาปริมาณหนึ่งที่เรียกว่า พลังงานไฮเดรชัน เมื่อพิจารณาแนวคิดเรื่องปฏิริยาของสารประกอบไอออนิกพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง (Sound understanding, SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน โดยเข้าใจว่าในการเขียนสมการไอออนิกนั้น จะต้องแสดงไอออนอิสระของสารประกอบไอออนิกในสารละลายครบทุกชนิด และในการเขียนสมการไอออนิกสุทธิจะแสดงเฉพาะไอออนที่เข้าทำปฏิริยากันแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาแนวคิดเรื่องรูปร่างโมเลกุลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง (Sound understanding, SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน โดยเข้าใจว่าเมื่อนักเรียนเขียนโครงสร้างแบบเส้น นักเรียนดูจำนวนพันธะของสารและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว แล้วนำมาพิจารณารูปร่างในแบบต่าง ๆ เช่น รูปร่างเส้นตรง เมื่อเขียนโครงสร้างแบบเส้นจะสามารถนับพันธะได้ 2 พันธะไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว เมื่อพิจารณาแนวคิดเรื่องเวโรแนบซ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง (Sound understanding, SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน โดยเข้าใจว่า สารประกอบที่เกิดเวโรแนบซ์นั้นสามารถเขียนสูตรโครงสร้างได้มากกว่า 1 แบบ ซึ่งสารใดเกิดเวโรแนบซ์จะมีความเสถียร

ตารางที่ 5: แสดงความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบสืบเสาะแนวท้าวด้วยการทำนาอ-การใส่แกลบ-การอธิบาช (n=51)

หัวข้อพิจารณา	mean	S.D	ระดับ
1. นักเรียนมีความสนุกสนานกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE)	4.14	0.66	มาก
2. นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE)	4.18	0.68	มาก
3. การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE) ทำให้นักเรียนอยากเรียนรู่มากขึ้น	4.20	0.82	มาก
4. การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น	4.29	0.72	มาก
5. การจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE) ทำให้นักเรียนมีทักษะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.37	0.62	มาก
6. นักเรียนมีส่วนร่วมต่อการทำหามาเป็นทีม	4.61	0.60	มากที่สุด
7. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำมากขึ้น	4.43	0.63	มาก

หัวข้อพิจารณา	mean	S.D	ระดับ
8. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการละเลยของสารประกอบไอออนิกในน้ำมากขึ้น	4.33	0.62	มาก
9. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกมากขึ้น	4.27	0.63	มาก
10. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องรูปร่างของโมเลกุลมากขึ้น	4.35	0.62	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.31	0.66	มาก

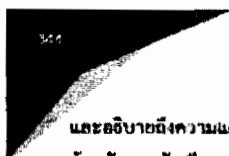
จากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมโดยมีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 และค่า S.D เท่ากับ 0.66 เมื่อพิจารณารายละเอียดของข้อคำถาม พบว่า นักเรียนได้มีส่วนร่วมต่อการทำงานเป็นทีม มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ 4.61 รองลงมาคือการจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการจัดเรียงไอออนในอิเล็กของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำมากขึ้น และนักเรียนมีความสนุกสนานกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ Predict Observe Explain (POE) มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.14 (ตารางที่ 5) โดยจะเห็นว่านักเรียนได้มีส่วนร่วมต่อการทำงานเป็นทีม นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ส่วนในหัวข้ออื่นๆ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

อภิปรายผล

จากการจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับผลต่างกันหลังจากการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสื่อเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงสามารถหาคะแนนเฉลี่ยเปรียบเทียบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพราะว่า การจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย มีการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งครูคอยช่วยเหลือให้นักเรียนค้นหาคำตอบ มีการทำงานเป็นทีม รู้จักการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีรูปแบบและขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน นักเรียนทุกคนได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน จึงทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ และมีความกระตือรือร้นในการเรียน [10] จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนมากขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนในระดับมาก ทั้งนี้ยังเป็นผลมาจากนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ได้มีการคิดวางแผน ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ และเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายและสนใจในการหาคำตอบนั้น ๆ [11] เช่นเดียวกับการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการทำนาย-สังเกต-การอธิบาย เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถส่งเสริมแนวคิดของนักเรียนให้เกิดความเข้าใจได้ ด้วยอาเช่น การพัฒนาความเข้าใจเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและเจตคติที่ดีต่อการเรียนเพิ่มขึ้น [12] การศึกษาเรื่องของโพลีเมอร์พื้นฐานทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถทำให้นักเรียนมีความคิดที่แสดงออกมาใกล้เคียงกับความคิดทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น [13]

สรุป

การจัดกิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับสิ่งที่นักเรียนเลือก ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้



และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต [14] จากกระบวนการดังกล่าวนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง ต่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนเรื่องพันธะเคมีเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาในเนื้อหาเรื่องพันธะเคมีเพิ่มเติมโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยการทำนาย - การสังเกต-การอธิบายเพื่อศึกษาลึกซึ้งขึ้น

วัสดุสิ่งของที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน คือมีการจัดเตรียมให้เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน และสามารถจัดหาได้ง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย ให้นักเรียนมีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น คือมีการปรับเนื้อหาและเวลาให้มีความเหมาะสม การปรับปรุงใ้ภาษาชัดเจน เข้าใจง่าย เพื่อเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] ไพฑูรย์ สุชาติรณ. 2545. สัมมนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารประกอบการเรียนวิชา 506713: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [2] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวิภาสพรวร, 2546.
- [3] สุภาพร อินบุญน. (2541). มโนทัศน์ภาคเปลี่ยนในเรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- [4] Taber, K.S., & Coll, R.K. (2002). Bonding. In J.K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), Chemical Education : Towards Research-based Practice. Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 213-234
- [5] ศิวพร ศรีมงคล. (2550). การเรียนรู้โมเดลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา. รายงานการศึกษานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [6] วิลาวัณย์ ลาบุญเรือง. (2543). ผลการสอนเคมีเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ภาคเปลี่ยนโมเลกุลเคมีเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [7] ศรีบุญตาม ไชยศรี. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกโมเดล. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [8] Davis, Maynord. (1979). The Effectiveness of a Guided Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum. Dissertation Abstracts International. 39(1): 4161-A
- [9] สกกรานต์ มุตศรีแก้ว. (2553). ตัวตนความคิด เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- [10] Webb, N., Troper, J., & Fall, R. (1995). Construtive activity and learning in collaborative small groups. *J. Educ. Psychol.*, 87, 406-423.
- [11] พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2544). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้น.
- [12] รุจิระ กาวีสุข. (2554). การพัฒนาความเข้าใจเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบฟานาซ-สังเกด-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษามัธยมศึกษาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- [13] สงกรานต์ มุสศรีแก้ว. (2553). ตัวแทนความคิด เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองโดยใช้รูปแบบการสอนแบบฟานาซ-สังเกด-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษามัธยมศึกษาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [14] White, R.T., & Gunstone, R.F. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer Press.

ภาคผนวก จ

เกณฑ์การวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการจัดกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 การจัดเรียงไอออนในผลึกของสารประกอบไอออนิกเมื่อถูกแรงกระทำ

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
CP-CERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย	ผลึกแตกหัก	สารประกอบไอออนิกประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบเมื่อทุบผลึกจะเกิดการเลื่อนไถลของไอออนตามระนาบผลึก ทำให้ไอออนชนิดเดียวกันเลื่อนไปอยู่ตรงกัน จึงเกิดการผลักระหว่างไอออนส่งผลให้ผลึกแตกออก
CP-PCERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย	ผลึกแตกหัก	สารประกอบไอออนิกเปราะและแตกหักได้ง่ายเนื่องจากเกิดไอออนบวกและไอออนลบ
CP-WERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย	ผลึกแตกหัก	สารประกอบไอออนิกเกิดจากไอออนบวกและไอออนลบเมื่อออกแรงกระทำทำให้ไอออนบวกและไอออนลบเลื่อนเจอกันจึงเกิดการผลักออกจากกัน
WP-CERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย	ผลึกไม่แตกหัก	สารประกอบไอออนิกเกิดจากไอออนบวกและไอออนลบเมื่อออกแรงกระทำจึงไม่สามารถทำให้ผลึกเลื่อนออกจากกันได้
WP-PCERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย	ผลึกไม่แตกหัก	สารประกอบไอออนิกไม่สามารถแตกหักได้เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
WP-WERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย	ผลึกไม่แตกหัก	สารประกอบไอออนิกไม่สามารถแตกหักออกจากกันได้เพราะเป็นพันธะที่แข็งแรง

กิจกรรมที่ 2 การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
CP-CERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย	CuSO_4 , NaCl , NH_4Cl , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 ละลายน้ำ	โมเลกุลของน้ำดึงดูดไอออนบวกและไอออนลบให้หลุดออกจากกันโดยดูดกลืนพลังงานเข้าไป เรียกว่า พลังงานแลตทิซ เมื่อไอออนหลุดออกจากกัน โครงผลึกจะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลน้ำ จะเกิดการคายพลังงาน เรียกว่า พลังงานไฮเดรชัน
CP-PCERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย	CuSO_4 , NaCl , NH_4Cl , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 ละลายน้ำ	โมเลกุลของน้ำจะเข้าไปอยู่ระหว่างไอออนบวกและไอออนลบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคจะถูกทำลายทำให้เกิดการละลายของสารประกอบ
CP-WERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย	CuSO_4 , NaCl , NH_4Cl , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 ละลายน้ำ	การละลายน้ำของสารต้องใช้ พลังงานแลตทิซและ พลังงานไฮเดรชันที่มีค่าเท่ากัน
WP-CERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย	CuSO_4 , NaCl , NH_4Cl , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3	การละลายน้ำของสารประกอบเกิดจากการใช้ พลังงานเข้าไปทำลาย

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
		ไม่ละลายน้ำ	โครงสร้างให้หลุดออกจากกัน
WP-PCERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องบางส่วน สำหรับการทำนาย	CuSO_4 , NaCl , NH_4Cl , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 ไม่ละลายน้ำ	การละลายน้ำของสารประกอบเกิดจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้ำกับไอออนของสารประกอบ
WP-WERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้อง สำหรับการทำนาย	CuSO_4 , NaCl , NH_4Cl , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 ไม่ละลายน้ำ	การละลายน้ำของสารเกิดจากพลังงานแลตทิซหรือพลังงานไฮเดรชันอย่างใดอย่างหนึ่ง

กิจกรรมที่ 3 การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
CP-CERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้อง สำหรับการทำนาย	CuSO_4 อุณหภูมิสูงขึ้น NaCl , NH_4Cl , อุณหภูมิต่ำลง $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง	เมื่อสารละลายน้ำแล้วมีอุณหภูมิสูงขึ้นแสดงว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบคายความร้อน นั่นคือพลังงานแลตทิซ น้อยกว่าพลังงานไฮเดรชัน แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลงแสดงว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบดูดความร้อน นั่นคือพลังงานแลตทิซ มากกว่าพลังงานไฮเดรชัน
CP-PCERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้อง บางส่วนสำหรับการทำนาย	CuSO_4 อุณหภูมิสูงขึ้น NaCl , NH_4Cl , อุณหภูมิต่ำลง $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3	การละลายน้ำของสารละลายประกอบไปด้วยพลังงานแลตทิซและพลังงานไฮเดรชัน

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
		อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง	
CP-WERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายไม่ ถูกต้องสำหรับการ ทำนาย	CuSO_4 อุณหภูมิสูงขึ้น NaCl , NH_4Cl , อุณหภูมิต่ำลง $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง	การละลายน้ำของสารละลาย พลังงานแลตทิซต้องมากกว่า พลังงานไฮเดรชันเสมอ
WP-CERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้อง สำหรับการทำนาย	CuSO_4 อุณหภูมิต่ำลง NaCl , NH_4Cl , อุณหภูมิสูงขึ้น $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง	พลังงานแลตทิซและ พลังงานไฮเดรชันจะเป็น ตัวกำหนดว่าการละลายของ สารละลายเป็นแบบดูดความร้อนหรือคายความร้อน
WP-PCERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้อง บางส่วนสำหรับ การทำนาย	CuSO_4 อุณหภูมิต่ำลง NaCl , NH_4Cl , อุณหภูมิ สูงขึ้น $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง	การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของ อุณหภูมิเป็นตัวแสดง ความสามารถในการละลาย ของสาร
WP-WERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายไม่ ถูกต้องสำหรับการ ทำนาย	CuSO_4 อุณหภูมิต่ำลง NaCl , NH_4Cl , อุณหภูมิสูงขึ้น $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง	พลังงานแลตทิซหรือ พลังงานไฮเดรชันไม่มีผลต่อ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของ อุณหภูมิ

กิจกรรมที่ 4 ปฏิริยาของสารประกอบไอออนิก

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
CP-CERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้อง สำหรับการทำนาย	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ เกิดตะกอน	เมื่อนำสารละลายไอ ออนิกมาผสมกันสามารถ เกิดตะกอนขึ้นได้และไม่เกิด ตะกอนเนื่องจากได้เกิดการ แตกตัวเป็นไอออนอยู่ใน

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
		$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KI}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KI}$ ไม่เกิดตะกอน	ของเหลว
CP-PCERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้อง บางส่วนสำหรับการ ทำนาย	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ เกิดตะกอน $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KI}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KI}$ ไม่เกิดตะกอน	เมื่อนำสารละลายของ สารประกอบไอออนิก2 ชนิดมาผสมกันจะทำให้ เกิดปฏิกิริยาเคมีสังเกตได้ จากการเกิดตะกอนของสาร
CP-WERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้อง สำหรับการทำนาย	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ เกิดตะกอน $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KI}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KI}$ ไม่เกิดตะกอน	สารละลายของสารประกอบ ไอออนิกสามารถละลาย น้ำได้ทุกตัวเนื่องจากไอออน บวกและไอออนลบถูกแยก ออกจากกัน
WP-CERP	ทำนายไม่ถูกต้อง	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ เกิดตะกอน $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KI}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KI}$ ไม่เกิดตะกอน	การนำสารละลายไอ

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
	คำอธิบายถูกต้อง สำหรับการทำนาย	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ ไม่เกิดตะกอน $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KI}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KI}$ เกิดตะกอน	ไอออนิกมาผสมกันอาจเกิด ตะกอนหรือไม่เกิดตะกอนก็ ได้
WP- PCERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้อง บางส่วนสำหรับการ ทำนาย	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ ไม่เกิดตะกอน $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KI}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KI}$ เกิดตะกอน	สารประกอบไอออนิกที่ ละลายน้ำได้คือเมื่อรวมกับ หมู่ IA และ NH_4^+ เท่านั้น
WP-WERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้อง สำหรับการทำนาย	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ ไม่เกิดตะกอน $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KI}$	สารละลายของสารประกอบ ไอออนิกเมื่อนำมาผสมกัน จะเกิดตะกอนเสมอ

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
		$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KI}$ เกิดตะกอน	

กิจกรรมที่ 5 รูปร่างของโมเลกุล

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
CP-CERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย	3 , 4 , 5 , 6 , 7 อะตอม	รูปร่างโมเลกุลของสารขึ้นอยู่กับจำนวนอะตอม พันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รูปร่างที่เกิดขึ้นจะมีขนาดของมุมที่ต่างกัน
CP-PCERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย	3 , 4 , 5 , 6 , 7 อะตอม	จำนวนอะตอมที่ไม่เท่ากัน จะทำให้เกิดรูปร่างที่แตกต่าง แต่จำนวนมุมย่อมเท่ากันเสมอ
CP-WERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย	3 , 4 , 5 , 6 , 7 อะตอม	การบอกรูปร่างของโมเลกุลสามารถดูได้จากจำนวนอะตอมเท่านั้น
WP-CERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย	3 , 4 , 5 , 6 , 7 อะตอม	รูปร่างที่ประกอบด้วยจำนวนอะตอมมากยังทำให้ขนาดของมุมแคบลง
WP-PCERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย	3 , 4 , 5 , 6 , 7 อะตอม	การเกิดรูปร่างโมเลกุลเกิดจากแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนที่ทำให้อยู่ใกล้กันมากที่สุด เพื่อให้เกิดความเสถียร
WP-WERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย	3 , 4 , 5 , 6 , 7 อะตอม	รูปร่างโมเลกุลของสารต้องประกอบด้วยจำนวนอะตอมตั้งแต่ 3 อะตอมขึ้นไป

กิจกรรมที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

ประเภท	คำอธิบาย	คำทำนาย	เหตุผลของการทำนาย
CP-CERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย	O_3 , SO_2 , C_6H_6 , NO_3 , เกิดเรโซแนนซ์	สารประกอบที่เกิดเรโซแนนซ์สามารถเขียนสูตรโครงสร้างได้มากกว่า 1 แบบจะทำให้โมเลกุลมีเสถียรภาพเพิ่มขึ้น
CP-PCERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย	O_3 , SO_2 , C_6H_6 , NO_3 , เกิดเรโซแนนซ์	สารประกอบที่เกิดเรโซแนนซ์สามารถเขียนสูตรโครงสร้างได้มากกว่า 1 แบบแต่ละโครงสร้างจะแสดงสมบัติทางเคมีที่ต่างกัน
CP-WERP	ทำนายถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย	O_3 , SO_2 , C_6H_6 , NO_3 , เกิดเรโซแนนซ์	สารประกอบที่เกิดเรโซแนนซ์คือสารคนละสารกันแต่สามารถเขียนสูตรโมเลกุลได้เหมือนกัน
WP-CERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องสำหรับการทำนาย	O_3 , SO_2 , C_6H_6 , NO_3 , ไม่เกิดเรโซแนนซ์	สารประกอบที่เกิดเรโซแนนซ์คือสารที่มีลักษณะทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีเหมือนกันทุกประการ
WP-PCERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายถูกต้องบางส่วนสำหรับการทำนาย	O_3 , SO_2 , C_6H_6 , NO_3 , ไม่เกิดเรโซแนนซ์	สารประกอบที่เกิดเรโซแนนซ์จะเกิดพันธะที่ไม่แข็งแรงจึงง่ายต่อการทำลาย
WP-WERP	ทำนายไม่ถูกต้อง คำอธิบายไม่ถูกต้องสำหรับการทำนาย	O_3 , SO_2 , C_6H_6 , NO_3 , ไม่เกิดเรโซแนนซ์	สารประกอบที่เกิดเรโซแนนซ์จะต้องมีการ์บอนเป็นองค์ประกอบ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

นางสาวปิยธิดา พัทธมา

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2551

ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู

มหาวิทยาลัยบูรพา, พ.ศ. 2552

ประวัติการทำงาน

โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช

จังหวัดอุบลราชธานี, พ.ศ. 2552 – ปัจจุบัน

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ครู คศ.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29

