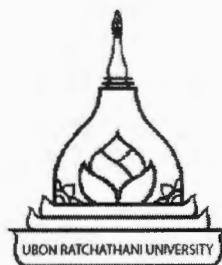


การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ณัฐนันท์ เฉลิยวพงษ์

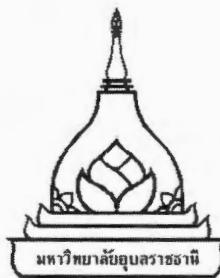
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์นี้เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



DEVELOPMENT OF ACHIEVEMENT AND EXPERIMENTAL SKILLS ON
CHEMICAL REACTIONS BY USING 5E INQUIRY LEARNING
INCORPORATED WITH PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)
TECHNIQUE FOR GRADE 8 STUDENT

NATTHANUN CHALIAWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2018
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ในรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย นางสาวณัฐนันท์ เฉลียวพงษ์

คณะกรรมการสอบ

ดร.กุลธิดา นุกูลธรรม

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาصر

กรรมการ

ดร.สุภาพ ตาเมือง

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาصر)

.....
ชริตา
.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชริตา ปุกหุต)

คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
อรุณรัตน์
.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2561

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ และความเมตตากรุณากอย่างดียิ่ง จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.กุลธิดา นฤกุลธรรม ประธานกรรมการสอบ ดร.สุภาพ ตามเมือง กรรมการสอบ คณาจารย์ และบุคลากรประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทุกท่านที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำ อันมีคุณค่ายิ่ง ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะ แก้ไข ติดตาม และสนับสนุนให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอดตั้งแต่ต้นจนทำให้ วิทยานิพนธ์นี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยการ คณบัญชี ครุ และนักเรียนโรงเรียนยโสธรพิทยาคมที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว เพื่อน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือสนับสนุนด้านต่าง ๆ ตลอดมา และขอน้อมระลึกถึงพระคุณของครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จด้วยดี และหากมีข้อบกพร่อง ด้วยประการใด ๆ ผู้วิจัยขอນ้อมรับด้วยความยินดียิ่ง

ณัฐนันท์ เฉลียวพงษ์

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โดย : ณัฐนันท์ เฉลียวพงษ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตรศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร

คำสำคัญ : สืบเสาะ, ทำนาย-สังเกต-อธิบาย, ปฏิกิริยาเคมี

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยใช้คำมาสร้างความสนใจ และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ในขั้นสร้างความสนใจร่วมกับกิจกรรมทำนายที่เน้นการตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การสำรวจ และอธิบายข้อมูลด้วยกระบวนการสืบเสาะ (5Es) ต่อไป เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นแบบปรนัยจำนวน 28 ข้อ และแบบประเมินทักษะการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย 21.34 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.80) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย 6.98 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.94) อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และมีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนจริงเป็น 75.09 หรือมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ $\langle \vartheta \rangle$ เท่ากับ 0.68 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความก้าวหน้าปานกลาง และนักเรียนมีทักษะการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 78.75 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนได้

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF ACHIEVEMENT AND EXPERIMENTAL SKILLS ON
CHEMICAL REACTIONS BY USING 5E INQUIRY LEARNING
INCORPORATED WITH PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE) TECHNIQUE
FOR GRADE 8 STUDENT

AUTHOR : NATTHANUN CHALIWPONG

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

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

KEYWORDS : 5E INQUIRY LEARNING, PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN, CHEMICAL
REACTION

This study aimed to enhance students' learning achievement and experimental skills on chemical reactions by using 5Es inquiry learning incorporated with the predict-observe-explain technique. The participants were 41 grade-8 students at Yasothon Pittayakom School during the academic semester of 1/2019. The scientific-oriented question and prediction were used to draw students' attention and motivation in forming a hypothesis for the question during the engagement step and to further explore and explain the data via the 5E inquiry process. The data was gathered by a learning achievement test on chemical reactions (28 multiple-choice items) and an evaluation of experimental skills. The dependent samples t-test analysis indicated that the students' post-test score (mean 21.34 and SD 1.80) was statistically significantly higher than their pre-test score (mean 6.98 and SD 1.94) at the 95% confidence level. The actual learning gain for the class was 75.09% and the normalized gain $\langle g \rangle$ was 0.68 which was classified in medium gain. The percentage of experimental skill score was 78.75%. The results verified that the 5Es inquiry learning incorporated with the predict-observe-explain technique was effective to develop students' achievement and experimental skills on chemical reactions.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	9
2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย	16
2.3 ทักษะการทดลอง	18
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี	18
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และ เทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย	20
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลอง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนของการวิจัย	27
3.2 กลุ่มเป้าหมาย	27
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	28
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	41
3.5 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	45
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	
4.1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียน	49
4.2 ผลการศึกษาทักษะการทดลอง	57
4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะการทดลอง	61
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	63
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	
ก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	77
ข แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี	85
ค แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี	103
ง แบบประเมินทักษะการทดลอง	112
จ รายนามผู้เขียนวชาญ	122
ประวัติผู้วิจัย	124

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้จัดการเรียนการสอนโดยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย	6
2.1 ลักษณะจำเป็นของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของ การสืบเสาะหาความรู้	12
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	28
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ เทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	31
3.3 ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	43
3.4 ประเด็นการประเมินทักษะการทดลอง	44
3.5 ความหมายของระดับคะแนนในการประเมินทักษะการทดลอง	45
4.1 ผลการทดสอบค่าที่ แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (คะแนนเต็ม 28 คะแนน)	49
4.2 ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain; $\langle g \rangle$) รายห้อง	50
4.3 ผลการทดสอบค่าที่ แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี รายแผน	53
4.4 ผลการประเมินทักษะการทดลองของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ของนักเรียนจำนวน 41 คน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	57
4.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 41 คน ใน การเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี การวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 28 ข้อ	61
	121

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 ภาพความสัมพันธ์ของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	51
4.2 ความก้าวหน้าของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	51
4.3 ภาพความสัมพันธ์ของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายหัวข้อ	54
4.4 ความก้าวหน้าของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายหัวข้อ	54
4.5 กิจกรรมทดลองในแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวสัมผัสร่วม ของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	55
4.6 ภาพความสัมพันธ์ของจำนวนคนที่ตอบถูกก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายหัวข้อ	56
4.7 ความก้าวหน้าของจำนวนคนที่ตอบถูกก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายหัวข้อ	57
4.8 คะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ยของนักเรียน	58
4.9 ตัวอย่างการอภิปรายผลการทดลองของนักเรียน เรื่อง ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	59
4.10 คะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ยของนักเรียนเป็นรายบุคคล	60
4.11 คะแนนทักษะการทดลองของนักเรียนเป็นรายหัวข้อเฉลี่ย	60
4.12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง ของนักเรียนเป็นรายบุคคล	62

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นมุ่งให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและอาชีพการทำงานต่าง ๆ ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ ผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาระบบการคิดของมนุษย์ทั้งการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล การคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมถึงการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลด้วยข้อมูลที่หลากหลายมีหลักฐานรองรับสามารถตรวจสอบได้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้เรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, 2551) ดังนั้นครูต้องจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ได้รับความรู้ที่คงทนมากกว่าการเรียนรู้โดยการฟังบรรยายจากครู นอกจากนี้ทักษะการทดลองเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ที่ดีจะมีทักษะการทดลองที่ดีด้วย ดังนั้นนักเรียนที่มีทักษะการทดลองที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลลัพธ์จากการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย (มิรันตี โพพาวงษ์, 2557) ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติฝึกคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงทำให้เข้าใจและเกิดทักษะกระบวนการ มีความรู้สร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลด้วย

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการวิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้ 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ซึ่งเป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงหรืออธิบายหรืออธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินนักเรียน

ในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) การเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นกิจกรรมหรือวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักรูปแบบค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง (Good, 1973) ดังนั้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Science inquiry) จึงเป็นการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำ, 2551; Good, 1973) ในการสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวมข้อมูล ร่องรอยหลักฐานต่าง ๆ มาใช้ในการอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น (ปราญชลี นนทะวัน และคณะ, 2558) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น (วรุนันท์ ชัยกิตติพันธ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2558) ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้ (บุษยา แสงทอง และสุภาพร พรไตร, 2559) และพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง (ศักดิ์ศรี สุภารัตน์, 2554) การเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากที่เรียน ยังมีส่วนช่วยทำให้เกิดความคิดเห็นในการเรียน (สุราทิพย์ บุญส่ง และสุภาพร พรไตร, 2559)

การเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ประกอบ ด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำนาย (Predict) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำนายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ 2) ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องลงมือค้นคว้าหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนายไว้ 3) ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายผลการทดลองเบรียบเทียบกับสิ่งที่นักเรียนทำนายไว้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สำรวจและค้นหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตน (รุจิระ การิสุข, 2554) นักเรียนได้วางแผนและลงมือปฏิบัติรวมถึงอธิบาย เบรียบเทียบระหว่างการทำนายกับผลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล (ศราวุฒ นาเสจิยม, 2553) เป็นรูปแบบที่กระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ใน การเรียนรู้ และเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น (Kearney, 2004) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ (ณรากรณ์ บุญกิจ, 2553) สามารถพัฒนาความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ และทำให้นักเรียนเกิดความรู้ที่คงทน เนื่องจากนักเรียนคิดค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง (มิรันตี โพ假装, 2557)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นกิจกรรมที่สร้างความสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน (อิกมะร์ อ่าวนากะจิ และศักดิ์ศรี สุภารัตน์, 2558) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง (สนทยา บังพรหม และศักดิ์ศรี สุภารัตน์, 2558) นอกจากนี้การวางแผนและการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้เกิดการ

แลกเปลี่ยนเรียนรู้และเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้ (สนทya บังพร� และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558) พัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง สมดุลเคมี (อิกมะร์ อาไวกะจิ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558; พนัสดา มาตรราช และคณะ, 2559) สารละลาย (ไฝ พันงาน และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2560) และไฟฟ้าเคมี (สนทya บังพร� และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558) ให้สูงขึ้นได้ นอกจากนี้ กฤชภู พันนชัย และคณะ (2560) ยังรายงานว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิค ทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นสร้างความสนใจ ในเรื่อง สมดุลเคมี และมีกิจกรรมการทดลองอย่างง่าย ในกิจกรรมหลัก ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และพบว่านักเรียนมีคะแนนโน้มติจากแบบทดสอบแบบจำลองทาง ความคิดสูงกว่าใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ในทุกหัวข้อ เนื่องจากแบบทดสอบ แบบจำลองความคิดทำให้นักเรียนสามารถอธิบายหรือเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้โดยผ่าน รูปร่าง รูปภาพ สัญลักษณ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนจดจำเนื้อหา ความรู้ได้กว่าการใช้คำพูดหรือ ข้อความ

สำหรับเนื้อหาเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น มีผู้วิจัยได้ศึกษา เกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหานี้มากพอสมควร ตัวอย่างเช่น การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปที่มีการนำภาพการ์ตูนมาประกอบการ นำเสนอเนื้อเรื่อง มีการใช้คำพูดของตัวการ์ตูนช่วยในการเสริมแรง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนสูงขึ้น และการทำบทเรียนแบบรูปเล่มช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน นักเรียนสามารถนำ กลับไปทบทวนได้ด้วยตนเองทุกที่ทุกเวลา (พิศน์ณิชา กุลปฐวีวัฒน์ และคณะ, 2556) และการจัดการ เรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ให้นักเรียนได้ทำนายผลการทดลอง ก่อนทำการทดลอง และได้ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองรวมถึงในขั้นอธิบายนักเรียนได้แลกเปลี่ยน เรียนรู้กันในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ทำให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (มิรันตี โพพาวษ์, 2557) นอกจากนี้ เนื้อหาปฏิกิริยาเคมียังมีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education เพื่อศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมอยู่ใน ระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบขั้นตอนด้วยการ ทำโครงงาน ได้ใช้ความรู้จากทั้ง 4 วิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น (ดารารัตน์ ชัยพิลา และสกนธ์ชัย ชะนุนันท์, 2559)

โรงเรียนยโสธรพิทยาคมเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษที่มีจำนวนนักเรียนมาก รวมถึงจำนวน นักเรียนต่อห้องมากด้วย การจัดการเรียนรู้ค่อนข้างลำบากโดยเฉพาะนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 2 ที่ส่วนใหญ่ขาดความกระตือรือร้น ขาดความสนใจในการเรียนรู้ในห้องเรียน นอกจากนี้ ธรรมชาติของรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมองว่าเป็นวิชาที่ยาก ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่ำ จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย ในการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสหธิพยาคในปี การศึกษา 2559-2560 ที่ผ่านมาพบว่าเนื้อหาเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เป็นเนื้อหาที่นักเรียนส่วนมากมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สังเกตจากคะแนนการทดสอบรายจุดประสงค์ คะแนนใบงานหรือชิ้นงาน ต่าง ๆ ของนักเรียนจะได้คะแนนต่ำกว่าเนื้อหาอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน เหตุผลที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ นักเรียนคิดว่าเนื้อหาเกี่ยวกับเคมีเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็นได้ ยากต่อความเข้าใจ ทำให้ นักเรียนไม่ได้ตอบ ขาดความสนใจ ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นในระหว่างเรียน และเมื่อทำแบบทดสอบ ทำให้ได้คะแนนค่อนข้างต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กฤญญา พันนชัย และคณะ (2560) ได้กล่าวไว้ นอกเหนือนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการทดลองต่ำ สังเกตจากเมื่อมีกิจกรรมการทดลอง นักเรียนยังตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปและ อภิปรายผลการทดลองไม่ได้ด้วยตนเอง ต้องสอบถามครุกร่อนเสมอ รวมถึงการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ต่าง ๆ ยังขาดความคล่องแคล่ว ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำงาน-สังเกต-อธิบายที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้น นักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ได้ฝึกทักษะการทดลอง พัฒนา ความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ เทคนิคทำงาน-สังเกต-อธิบาย ที่เป็นกิจกรรมที่สร้างความสนใจและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการ ทำกิจกรรม ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้ผู้วิจัยสนใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อ เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำงาน-สังเกต-อธิบาย ผ่านกิจกรรมการทดลองที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันของนักเรียน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิค ทำงาน-สังเกต-อธิบาย

1.2.2 เพื่อศึกษาทักษะการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการ เรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำงาน-สังเกต-อธิบาย

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ และมีคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มีทักษะการทดลองอยู่ในระดับดี

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ห้อง 16 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม ตำบลโนนเมือง อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 41 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบการสอนในห้องดังกล่าว

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

1.4.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 16 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม ปีการศึกษา 2562

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้เนื้อหา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตร การศึกษาชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาแสดงผลดังตาราง ที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 เนื้อหาและจำนวนค疤ที่ใช้จัดการเรียนการสอน โดยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ลำดับที่	ชื่อเรื่อง	เวลา (ค疤)
1	การเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
2	ชนิดหรือธรรมชาติของสารตั้งต้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
3	พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
4	ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
5	อุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
รวม		10

1.4.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ทำขึ้นในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 16 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 10 ค疤 ค疤ละ 50 นาที

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การจัดการเรียนการสอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบูรณาการเทคนิคเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 จัดกิจกรรมทำนาย (Predict) ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) โดยใช้คำถามที่เหมาะสมกับพัฒนาการและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สนใจในเนื้อหา และให้นักเรียนได้ฝึกการทำนายผลลัพธ์หน้าโดยเน้นการทำนายผลอย่างมีเหตุผล ซึ่งต้องอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการทำนาย เพื่อเป็นการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน และเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์การทำนายหรือสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรมสังเกต (Observe) ในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สำรวจและค้นหาข้อเท็จจริงตามที่ได้ทำนายไว้ โดยนักเรียนเป็นผู้ออกแบบหรือวางแผนการทดลองเพื่อพิสูจน์ ตรวจสอบ ข้อเท็จ (สมมติฐาน) เกี่ยวกับสิ่งที่ได้ทำนายไว้ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) จากนั้นลงมือทดลอง หรือพิสูจน์ เพื่อหาคำตอบ ในขั้นนี้

นักเรียนจะได้ฝึกฝนทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การออกแบบ การสังเกต การทดลอง การบันทึกผลการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 จัดกิจกรรมอธิบาย (Explain) ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) แล้ว นักเรียนต้องนำข้อมูล ข้อสนับสนุนต่างๆที่ได้ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 จัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำหลักการและความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากใบงานหรือแบบทดสอบ

1.5.2 กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี หมายถึง กิจกรรมต่างๆที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผนที่ผู้จัดได้จัดทำขึ้น

1.5.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้จัดสร้างขึ้น จำนวน 5 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 10 คาบ โดยผู้จัดกำหนดกิจกรรมของนักเรียนทุกขั้นตอนด้วยตนเอง

1.5.4 แบบทดสอบวัดผลสมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ ที่ผู้จัดสร้างขึ้น

1.5.5 ทักษะการทดลอง หมายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยทักษะย่อย 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการปฏิบัติการทดลอง ทักษะบันทึกผลการทดลอง และทักษะสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

1.5.6 แบบประเมินทักษะการทดลอง หมายถึงแบบประเมินทักษะการทดลองที่ผู้จัดสร้างขึ้น และใช้การประเมินทักษะการทดลองของนักเรียน ประกอบด้วยทักษะย่อย 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการปฏิบัติการทดลอง ทักษะการบันทึกผลการทดลอง และทักษะสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.6.2 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

1.6.3 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- (1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
- (2) การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย
- (3) ทักษะการทดลอง
- (4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
- (5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในเรื่อง ปฏิกริยาเคมี
- (6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลอง

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1970) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติมีการกระตุ้นให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัยครอกรู้ โดยครูทำหน้าที่ในการเตรียมข้อมูล เอกสาร ต่าง ๆ ส่งเสริมการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้าใจหรือมองเห็นภาพ อธิบายได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้น มุ่งเน้นการใช้กระบวนการกลุ่ม ไม่เน้นความจำเกี่ยวกับศพท์ทางวิชาการ

Good (1973) ได้อธิบายความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 ประเด็น คือ

(1) การสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือกลวิธีในการจัดให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาโดยการกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น เสาแสวงหาความรู้ ให้นักเรียนตั้งคำถามและพยายามค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

(2) การสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ซึ่งปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด และสังเกต ประดิษฐ์ คิดค้น หัววิธีการ มีการตีความ และสรุปอย่างมีเหตุผล

National Research Council (NRC) (1996) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ ทางกายภาพในธรรมชาติ และเสนอคำอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสสนับสนุนให้ได้ฝึกคิด สังเกต นำเสนอ วิเคราะห์ วิจารณ์ สร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการอื่น ๆ เช่น การสำรวจ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น

ทศนา แรมมนี (2552) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูลการคิดวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโดยแบ่งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ศุภชิດารัตน์ ไมยะปัน (2553) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง กระบวนการที่มุ่งหาความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ในธรรมชาติ โดยส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยการสังเกต การตั้งคำถาม การตรวจสอบหนังสือเอกสารต่าง ๆ การวางแผนการสืบค้น การทบทวนความรู้ที่มีอยู่ เมื่อได้รับหลักฐานใหม่จากการทดลอง การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์และความคิดเชิงเหตุผล

กมลวรรณ กันยาประสีทธิ์ (2558) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการหรือแนวทางที่ทำให้นักเรียนสร้างหรือได้รับองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย (Facilitator) เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักรู้ว่า “เราได้องค์ความรู้ต่าง ๆ มาได้อย่างไร หรือ How we know what we know” หากกว่าแค่รู้ว่า “เรารู้ องค์ความรู้ อะไร หรือ we know what we know”

จากที่กล่าวไปแล้วข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ มุ่งให้นักเรียนหาความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ในธรรมชาติ ด้วยคำถามที่กระตุ้นความสนใจให้นักเรียนตื่นเต้น เกิดความสงสัย ใครรู้ เกิดความคิด รวบรวมข้อมูลและหลักฐาน เสาะแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาประมวลหาคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น จัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ สามารถอธิบาย และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ชัดเจนลึกซึ้ง

2.1.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

กฎกระทรวง กันยาประสีพิธี (2558) กล่าวว่า กิจกรรมที่จัดได้ว่าเป็นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะมีคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการ ดังต่อไปนี้

(1) นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ คนเราจะตั้งคำถามต่าง ๆ ได้ก็ต่อเมื่อเกิดการสังเกต เกิดปัญหาหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ขึ้นในตนเอง แม้ว่าครูจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะ และฝึกกระบวนการสร้างคำถาม แต่จะพบได้ว่าในสถานการณ์จริงเราอาจจะไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องในช่วงเวลานั้นทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อจำกัดของความรู้ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะมาช่วยในการตอบคำถามที่สงสัย ดังนั้นครูควรจะเป็นผู้ช่วย เป็นผู้แนะนำให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดหรือปรับข้อคำถามให้เป็นคำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบ (Testable question) หรือสามารถตั้งสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์

(2) นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐาน หรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้นจากคำถามที่ตั้งขึ้นนักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ หรือทำการทดลองเพื่อหาคำตอบ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น จากการสำรวจ ตรวจสอบหรือจากการทดลอง นักเรียนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยความละเอียด ถูกต้อง และแม่นยำด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การที่จะให้ได้มายังข้อมูลที่ถูกต้อง และแม่นยำนั้น นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงประเมินถึงข้อดี และข้อด้อยของเครื่องมือแต่ละชนิดโดยก่อน เพื่อจะได้เลือกใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมด้วยความชำนาญ ดังนั้นครูจึงควรให้ความสำคัญกับการฝึกทักษะการปฏิบัติการเบื้องต้นก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้

(3) นักเรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูล และหลักฐานที่มี เมื่อนักเรียนเก็บข้อมูลต่าง ๆ ครบถ้วนด้วย จะต้องนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และใช้เป็นหลักฐานในการใช้สร้างคำอธิบาย ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ ด้วยวิธีการที่เหมาะสม อย่างชื่อสัตย์ และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้

(4) นักเรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้หลักฐานสามารถสร้างคำอธิบาย และใช้กระบวนการสังเคราะห์อภิมาเป็นคำอธิบายของตนเองแล้ว นักเรียนควรได้ทำการสืบค้น ศึกษาเพิ่มเติมว่าจากองค์ความรู้ที่นักเรียนได้นั้น มีความสอดคล้อง หรือแตกต่างจากองค์ความรู้อื่น เช่น หลักการกฎ ทฤษฎีหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไร

(5) นักเรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล การที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติ และสืบเสาะด้วยตนเอง ความรู้ใหม่ที่ได้ (ในที่นี้อาจไม่ใช่ความรู้ใหม่ ที่จะไปแต่เป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน) จะช่วยให้นักเรียนได้รู้สึกเห็นคุณค่าของการทำงานแบบนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะไม่สิ้นสุดลงที่การได้ผลการทดลองเท่านั้น แต่นักวิทยาศาสตร์จะนำองค์ความรู้ที่ได้ไปสื่อสารต่อประชาคมโลก ดังนั้นการสื่อสารจึงเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่จำเป็น กล่าวคือการเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้วิพากษ์วิจารณ์ผลงานเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันนั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ และฝึกการให้ และรับข้อเสนอแนะจากผู้อื่น ซึ่งเป็นการช่วยเติมเต็มความรู้ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะรับฟังความคิดเห็น ข้อวิพากษ์ และวิจารณ์จากผู้อื่นได้ด้วย

National Research Council (NRC) (1996) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ลักษณะที่สำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ แต่ระดับของการสืบเสาะหาความรู้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของรูปแบบการสอน กิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้ เช่น ในการตั้งคำถามนั้นอาจจะนักเรียนเป็นผู้คิดคำถามเอง หรือเลือกคำถามที่ต้องการศึกษาจากแหล่งอื่นหรือจากที่ครุกำหนดให้ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะจำเป็นของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะจำเป็น	ระดับการสืบเสาะหาความรู้			
1. นักเรียนมีส่วนร่วม ในประเด็นคำถาม ทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนเป็นผู้ถูก คำถาม	นักเรียนเลือก คำถามและสร้าง คำถามใหม่จาก รายการคำถาม	นักเรียนพิจารณา และปรับคำถาม ที่ครุกำหนดหรือ คำถามจาก แหล่งอื่น	นักเรียนสนใจ คำถามจากสื่อ การสอนหรือ แหล่งอื่น ๆ
2. นักเรียนให้ ความสำคัญกับข้อมูล หลักฐานที่สอดคล้องกับ คำถาม	นักเรียนกำหนด ข้อมูลที่จำเป็น ในการตอบคำถาม และรวมข้อมูล ที่จำเป็น	นักเรียนได้รับ การชี้นำในการเก็บ รวบรวมข้อมูล ที่จำเป็น	นักเรียนได้รับ ข้อมูลเพื่อนำไป วิเคราะห์	นักเรียนได้รับ ข้อมูลและ การบอกเล่า เกี่ยวกับ การวิเคราะห์ข้อมูล

**ตารางที่ 2.1 ลักษณะจำเป็นของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะ
หาความรู้ (ต่อ)**

ลักษณะจำเป็น	ระดับการสืบเสาะหาความรู้			
3. นักเรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล	นักเรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาหลังจากร่วมและสรุปข้อมูล/หลักฐาน	นักเรียนได้รับการซึ้งแน่ใจในการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	นักเรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	นักเรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูล
4. นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นและเชื่อมโยงกับคำอธิบายที่สร้างไว้	นักเรียนได้รับการเข้าเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนได้รับการแนะนำถึงความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้	นักเรียนได้รับการเชื่อมโยงทั้งหมด
5. นักเรียนสื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับการค้นพบของตน	นักเรียนสร้างข้อคิดเห็นใหม่เหตุผลและมีหลักการเพื่อสื่อสารคำอธิบาย	นักเรียนได้รับการฝึกฝนในการพัฒนาวิธีการสื่อสาร	นักเรียนได้รับแนวทางกว้าง ๆ สำหรับการสื่อสารที่ชัดเจน ตรงประเด็น	นักเรียนได้รับคำแนะนำถึงขั้นตอนและวิธีการสื่อสาร
มาก <———— ปริมาณการจัดการเรียนรู้โดยนักเรียน <———— น้อย				
น้อย —————> ปริมาณการชี้นำโดยครูหรือสื่อการสอน —————> มาก				

ที่มา: National Research Council (NRC) (1996: 29)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้เสนอวิถีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยยึดหลักการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำความรู้สู่บทเรียน ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจ หรืออาจเริ่มจากความสนใจของนักเรียนเอง หรืออาจเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม เรื่องที่สนใจจากประสบการณ์ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงจากความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการศึกษา หรือครูอาจนำสื่อต่าง ๆ มาใช้ในการกระตุ้นความสนใจเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนและกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง

การทำกิจกรรมภาคสนาม หรือการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ ให้เพียงพอสำหรับใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้มารวเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลอง รูปภาพ ตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้ง สมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้ ไม่ว่าผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดความเข้าใจได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ให้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ได้

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความรู้ หรือแนวคิด ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้มาในรูปแบบต่าง ๆ ว่ามีความถูกต้องสอดคล้องมากน้อยเพียงใด

จากที่กล่าวไปแล้วข้างต้น จึงสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบ การเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการวิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้ 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงหรืออธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินนักเรียนในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้

2.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในวิชาเคมี

การเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นกิจกรรมหรือวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง (Good, 1973) ดังนั้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ (Science inquiry) จึงเป็นการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ใช้ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำ, 2551; Good, 1973) ในการสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวมข้อมูล ร่องรอย หลักฐานต่าง ๆ มาใช้ในการอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (ชาตรี ฝ่ายคำ, 2551) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น (ปราณชลี นนทะวัน และคณะ, 2558) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น (วรุณันท์ ชัยกิตติพันธ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2558) ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากระดับปัจจุบัน เกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้ (บุญยา แสงทอง และสุภาพร พรไตร, 2559) และพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง (ศักดิศรี สุภาษร, 2554) การเรียนรู้

แบบสืบเสาะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากบทเรียน และยังมีส่วนช่วยทำให้เกิดความคงทนในการเรียน (สุชาติพิย บุญส่ง และสุภาพร พรไตร, 2559) งานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น

ณัฐสุดา กล้าหาญ และเสนอ ชัยรัมย์ (2555) พัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนวทาง ซึ่งผู้วิจัยประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการสอน แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางจำนวน 4 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป พบว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในการทดลอง ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง ส่วนทักษะการประเมิน สมมติฐาน และการตอบคำถามสำคัญ ซึ่งเป็นทักษะย่อยของทักษะการตีความหมาย และลงข้อสรุป นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับน้อย อาจเกิดขึ้นจากนักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ ใน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และยังพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับน้อยกว่า .05 เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกกำหนดปัญหา ฝึกคิด ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการ ทดลอง สรุปผลด้วยตนเองตามหลักของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วิภารัตน์ เสนาผล และเสนอ ชัยรัมย์ (2555) พัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์โดยใช้สารประกอบ ในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับเคมีอินทรีย์ถูกต้องมากขึ้น และนักเรียน มีความพึงพอใจในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับดีมาก นอกจากนี้ยังพบว่ากระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ยังเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการมีความคิดเห็นของตนเอง ความกล้า ในการแสดงความคิดและการตั้งคำถาม อีกทั้งพบว่าการตั้งคำถามและการแนะนำของครู นักเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้เคมีในหัวข้ออื่น ๆ ที่มีความสอดคล้อง กับหัวข้อที่กำลังทำกิจกรรมอยู่ด้วย

ศุภាបิชญ์ กุลธ และศักดิ์ศรี สุภาพร (2555) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะ การแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (26.14, SD = 4.43) สูงกว่าก่อนเรียน (10.38, SD = 5.54) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียน (18.45, SD = 3.13) สูงกว่าก่อนเรียน (7.26, SD = 2.30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส อยู่ในระดับมาก (4.10, SD = 0.69) ทั้งนี้เนื่องจาก

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้ ปฏิบัติกิจกรรม หรือปฏิบัติการทดลองโดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผลด้วยตนเอง ในขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนมีอิสระ ในการศึกษาตามความสนใจ ครูเพียงกระตุ้นโดยใช้คำถาม หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสาขาวิชาทดลองเพื่อฝึกทักษะ การสังเกต ช่วยให้นักเรียนเกิดความ อยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจและสนับสนุนใจที่จะหาคำตอบ และนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างต่อเนื่อง ตามลำดับในแต่ละหัวข้อที่เรียน

2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict - Observing - Explain; POE) เป็นรูปแบบการเรียนรู้หนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ ขั้นทำนาย ขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

ขั้นทำนาย (Predict) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการทำนายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือทำนายผลการทดลองที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เป็นการทำนายอย่างมีเหตุผล ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ และความรู้เดิม

ขั้นสังเกต (Observing) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลอง หรือพิสูจน์สิ่งที่นักเรียนได้ทำนายไว้ โดยการพิสูจน์หรือทดลองนั้นนักเรียนจะได้เลือกวิธีการ และออกแบบการทดลอง หรือแนวทางในการดำเนินการพิสูจน์ด้วยตนเอง

ขั้นอธิบาย (Explaining) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อธิบาย เปรียบเทียบระหว่างผลการทดลองที่ได้กับสิ่งที่ได้ทำนายไว้ ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกทักษะการ比べยับเทียบและแสดงเหตุผลต่าง ๆ

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สำรวจ และค้นหาเหตุผลมา อธิบายเกี่ยวกับความคิดของตน (รุจิระ การสุข, 2554) นักเรียนได้วางแผน และลงมือปฏิบัติ รวมถึงการอธิบาย เปรียบเทียบระหว่างการทำนายกับผลที่ได้จากการสังเกต (ศราวุฒ นาเสี้ยม, 2553) อย่างมีเหตุผล เป็นรูปแบบที่กระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ในการเรียนรู้และเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากยิ่งขึ้น (Kearney, 2004) ส่งเสริมให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ (ณรงค์ บุญกิจ, 2553) สามารถพัฒนาความเข้าใจและผลลัพธ์ที่ ทางการเรียนได้ และทำให้นักเรียนเกิดความรู้ที่คงทน เนื่องจากนักเรียนได้คิดค้นหาคำตอบได้ ด้วยตนเอง (มิรันตี โพพาวงษ์, 2557) งานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย- สังเกต-อธิบาย เช่น

ณราภรณ์ บุญกิจ (2553) ศึกษาตัวแหนนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสงจากการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่า ตัวแหนนความคิดของนักเรียน ก่อนการจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธี POE นักเรียนมีตัวแหนนความคิดที่หลากหลายและนักเรียนส่วนใหญ่จะใช้ประสบการณ์ และความรู้เดิมของตนเองเพื่ออธิบาย และคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการแก้ไขปัญหาของนักเรียน นักเรียนได้ออกแบบและทดลองค้นหา คำตอบด้วยตัวเองสอดคล้องตามความรู้เดิมของแต่ละคน นักเรียนรู้จักคิดวางแผนแก้ปัญหาเพื่อหา คำตอบของเหตุการณ์ที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้ความรู้อธิบายเหตุการณ์อื่นได้ หลังจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธี POE พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีตัวแหนนความคิดที่ว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง แสดงสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค ซึ่งสอดคล้องตามตัวแหนนความคิดของนักวิทยาศาสตร์มากกว่า ร้อยละ 90

ศราวุธ นาเสียงยม (2553) ใช้การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (12.08) สูงกว่าก่อนเรียน (4.32) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็น 0.73 ซึ่งเป็นความก้าวหน้าระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ทำให้นักเรียน ตื่นเต้น มีความสนใจเรียนมากขึ้น นักเรียนได้ทำนายผลล่วงหน้า จากนั้นนักเรียนได้วางแผนและลงมือปฏิบัติ รวมถึงการอธิบาย เปรียบเทียบระหว่างการทำนายกับผลที่ได้จากการสังเกต กิจกรรมทำให้ นักเรียนรู้สึกไม่ยาก มีความตั้งใจเรียนดี

มิรันตี โพพาวงษ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสล (2557) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน และ ทักษะการทดลองในการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (ร้อยละ 80.36) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 45.23) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ มีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็น 0.64 มีทักษะการทดลองเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก และความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลางทางบวก ($\gamma = 0.53$) นั่นแสดงว่า นักเรียนที่มีคะแนนทักษะการทดลองสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

สุรัส วุฒิพรหม และมานะ ชาติมนตรี (2558) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง กลศาสตร์ของไฟ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ หลังจากได้รับการสอนโดยใช้วิธี POE ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ นักเรียนได้เรียนด้วยกระบวนการ การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายร่วมกับชุดการ

ทดลองราคาถูก อย่างไรก็ตาม พบร้า มีนักเรียนบางส่วนหลังการจัดการเรียนรู้ยังมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนโดยเฉพาะแนวคิดเรื่องความหนาแน่นส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัตถุที่สามารถทดสอบได้่ายตามแรงภายนอกที่มากระทำ

วรรณณ์ ทองติดคำ และอาทิตยา ขาวพราย (2560) พัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและแรงลับอิ่นชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) พบร้า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($41.45, SD = 7.23$) สูงกว่าก่อนเรียน ($21.45, SD = 4.98$) (คะแนนเต็ม 60 คะแนน) และนักเรียนส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในมติ จากความเข้าใจในมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจในมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (AC) เป็นความเข้าใจในมติในระดับสมบูรณ์ (CU) มากขึ้น

2.3 ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง (experimental skills) เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อตอบคำถามวิทยาศาสตร์ โดยผ่านทักษะหลักหรือกระบวนการที่สำคัญ (สาและ ดีไซเอ็ช, 2554; มิรันตี โพพารงษ์, 2557) แบ่งเป็น 4 ทักษะย่อย คือ

(1) ทักษะการออกแบบการทดลอง หมายถึงการวางแผนการทดลองหรือกำหนดวิธีการทดลอง โดยมีการตั้งสมมติฐาน เพื่อนำไปสู่การทำหนดและควบคุมตัวแปร กำหนดวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทดลอง และออกแบบการทดลองที่เหมาะสม

(2) ทักษะการปฏิบัติการทดลอง หมายถึงการดำเนินการทดลองจริงตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งต้องใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือ ต่าง ๆ เป็นต้น

(3) ทักษะการบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติ การจริงลงในแบบบันทึกผลการทดลอง ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจากการสังเกต การวัดปริมาณ โดยข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ

(4) ทักษะการสรุปและอภิปรายผลการทดลอง หมายถึง การอภิปรายผลการทดลองที่ได้โดยเปรียบเทียบกับสมมติฐาน ทฤษฎี ผลการทดสอบหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่มี รวมถึงการสรุปผลการทดลอง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

การวิจัยและการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยเทคนิคต่าง ๆ พบร้า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ชุดกิจกรรมหรือบทเรียน

สำเร็จรูป (ปิยธิดา ลืออุ่ยม และคณะ, 2557; พิศน์ณิชา กุลปฐวีวัฒน์ และคณะ, 2556; วีณา ภูพานุก และสมศักดิ์ อภิบาลศรี, 2555) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิว STEM Education (ดาวรัตน์ ชัยพิลา และสกนธ์ชัย ชนะนันท์, 2559) การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (มิรันตี โพพ่วงษ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2557) การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนของ Underhill (ขวัญชนก ภูทองขา และหล้า ภาณุศาดา, 2555) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เช่น

พิศน์ณิชา กุลปฐวีวัฒน์ และคณะ (2556) พัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า บทเรียนสำเร็จรูปที่ใช้มีความเหมาะสมมาก ($\bar{x} = 4.48$, $SD = 0.47$) และผลการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) เท่ากับ $82.45/83.65$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (เกณฑ์เท่ากับ $80/80$) และความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากมีการนำภาพการ์ตูนมาประกอบการนำเสนอเนื้อเรื่อง ใช้คำพูดของตัวการ์ตูนช่วยในการเสริมแรง มีการจัดลำดับเนื้อหาเป็นกรอบ แต่ละกรอบนำเสนอเนื้อหาเป็นขั้นตอนทีละน้อย มีการแทรกคำถามให้นักเรียนได้คิดและตอบ และนักเรียนได้ข้อมูลย้อนกลับตลอดเวลา

มิรันตี โพพ่วงษ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา (2557) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน และทักษะการทดลองในการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (ร้อยละ 80.36) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 45.23) กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ มีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็น 0.64 มีทักษะการทดลองเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก นั่นแสดงว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถพัฒนาความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน เรื่อง ปฏิกริยาเคมีได้

ดาวรัตน์ ชัยพิลา และสกนธ์ชัย ชนะนันท์ (2559) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงการตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนร้อยละ 88.35 ซึ่งอยู่ใน ระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานเป็นระบบขั้นตอน ด้วยการ ทำโครงงาน ได้ใช้ความรู้จากทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีบางสถานการณ์ ที่นักเรียนบางคนอาจจะยังแก้ปัญหาได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากจำเป็นต้องใช้เวลามากขึ้นหรืออาจจะ ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์มาอำนวยความสะดวกมากขึ้น และยังต้องมีการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องที่เกิด ขึ้นด้วย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

การจัดการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายหรือการจัดการเรียนรู้แบบผสม เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ร่วมการดำเนินการสอนในรูปแบบกระบวนการกลุ่ม (ปิยธิดา ลดาเอี่ยม และคณะ, 2557) การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะซึ่งแนวทางร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีนในการเขียนรายงานผลการทดลอง (ณัฐสุดา กล้าหาญ และเสนอ ชัยรัมย์, 2555) การจัดการเรียนรู้โดยการทดลองในรูปตัวยห์เทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (มีรันตี โพพาวะ และการตั้งรัตน์ วุฒิเสลา, 2559) เป็นต้น เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงยิ่งขึ้น

สำหรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นรูปแบบการรู้ที่ส่งเสริมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนดื่นเด้นกับกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา การจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นรูปแบบที่มีผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการแทรกกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นขยายความรู้ เป็นต้น งานวิจัยที่มีการบูรณาการเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เช่น

อิกมะร์ อ่าวนะกะจิ และศักดิ์ศรี สุภาร (2558) พัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องสมดุลเคมี ด้วยวิภัจจุกการการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($36.30, SD = 7.13$) สูงกว่าก่อนเรียน ($22.23, SD = 4.13$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คิดเป็นร้อยละความก้าวหน้า 23.47 และเมื่อศึกษาความคงทนของมโนมติ เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคงทนของมโนมติเฉลี่ยเป็น $36.51 (SD = 9.20)$ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิภัจจุกการการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องมีการสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และ ค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและการเสริมกิจกรรมการทดลองด้วยเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้ ยังช่วยเพิ่มความเข้าใจให้กับนักเรียนมากขึ้น เนื่องจาก เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจ ให้นักเรียนได้ทำนายสิ่งที่เกิดขึ้น ทำการทดลอง สังเกต บันทึกผล เพื่อศึกษาว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร อธิบายผลที่เกิดขึ้นจริง จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ แล้วสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

สนทยา บังพรม และศักดิ์ศรี สุภาร (2558) พัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี ด้วยวิภัจจุกการการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

ร้อยละ 71.12 (42.67, SD = 8.94) สูงกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.37 (19.42, SD = 6.94) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีร้อยละของความก้าวหน้าคิดเป็น 38.75 แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจมโนติ เรื่อง ไฟฟ้าเคมีของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ การเรียนรู้ด้วยวิภูจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีการวางแผนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมและความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม เกิดเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีส่วนสำคัญในการส่งเสริม กระตุ้นด้วยคำถament ทางวิทยาศาสตร์ คอยแนะนำในการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน และสรุปองค์ความรู้ร่วมกับนักเรียนจนทำให้นักเรียน แก้ไขมโนติที่ผิดเกิดเป็นมโนติที่ถูกต้องหรือมโนติวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ อีกทั้งในกระบวนการสืบเสาะ 5 ขั้น ที่มีการแทรกกิจกรรมการทดลอง POE เข้ามาผสมผสานจะช่วยนักเรียนได้นำองค์ความรู้มาขยายเพิ่มเติมจากเดิมให้เข้าใจมโนติวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้นอีกด้วย

พนัสดา มาตรราช และคณะ (2559) พัฒนาความเข้าใจมโนติวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวิภูจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นสร้างความสนใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนติหลังเรียน (19.32, SD = 6.09) สูงกว่าก่อนเรียน (8.06, SD = 3.21) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และมีความก้าวหน้าทางความเข้าใจมโนติคิดเป็นร้อยละ 28.16 หรือค่า η^2 เป็น 0.35 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยสามารถจำแนกความเข้าใจมโนติได้เป็น มโนติถูกต้องสมบูรณ์ (SU) มโนติถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (MU) และไม่มีมโนติ (NU)

กฤษณ์ พันธ์ชัย และคณะ (2560) ศึกษาความเข้าใจมโนติ และแบบจำลองทางความคิด เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบาย โดยใช้กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นสร้างความสนใจ และมีกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายในกิจกรรมการเรียนรู้หลัก พบร้านักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนติหลังเรียน (19.32, SD = 6.09) สูงกว่าก่อนเรียน (8.06, SD = 3.21) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 คิดเป็นความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 28.16 หรือ η^2 เป็น 0.35 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และจากการวิเคราะห์ร้อยละของมโนติก่อนเรียน และหลังเรียนโดยวิเคราะห์จากคะแนนแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนติ เรื่อง สมดุลเคมี ทั้งตัวเลือกและเหตุผล เมื่อพิจารณา_r> ร้อยละมโนติหลังเรียน พบร้า มีผลรวมร้อยละของนักเรียนที่ไม่มีมโนติ (NU) มโนติผิด (MU) มโนติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) ลดลง ส่วน ผลรวมร้อยละของนักเรียนที่มีมโนติถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (PU) และมโนติถูกต้องสมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้น

ไฝ พันงาม และศักดิ์ศรี สุภารัตน์ (2560) พัฒนาความเข้าใจมโนติ เรื่อง สารละลาย ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นสร้างความสนใจ สำหรับนักเรียน

ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบร่วมกับนักเรียนมีคะแนนความเข้าใจในมติเฉลี่ยหลังเรียน ($31.89, SD = 4.90$) สูงกว่าก่อนเรียน ($15.75, SD = 3.86$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนจริงร้อยละ 35.87 หรือมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ $\langle\varrho\rangle$ เป็น 0.55 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยภายนอกที่ใช้การจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจในมติผิด คลาดเคลื่อนลดลงเหลือร้อยละ 55.00 โดยนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจในมติผิดลดลงเหลือร้อยละ 12.08 และนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจในมติถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 45.00 ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.25 อย่างไรก็ตามมีนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจในมติผิดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 42.92 ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.71 ทั้งนี้อาจจะเป็นนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจในมติผิดที่เปลี่ยนมาเป็นนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจคลาดเคลื่อน จึงทำให้นักเรียนในกลุ่มความเข้าใจคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังถือว่ามีการพัฒนาหรือมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นทิศทางที่ดีขึ้น

จากการวิจัยข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นกิจกรรมที่สร้างความสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน (ยิกมะย์ อัวแวงะจิ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง (สนทยา บังพรม และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558) นอกจากนี้การวางแผน และการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้เกิดการการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้ (สนทยา บังพรม และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558) พัฒนาความเข้าใจในมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง สมดุลเคมี (ยิกมะย์ อัวแวงะจิ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558; พนัสดา และคณะ, 2559) สารละลาย (ไฝ พันงาม และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2560) และไฟฟ้าเคมี (สนทยา บังพรม และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558) ให้สูงขึ้นได้ นอกจากนี้การใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่าย เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การใช้แบบจำลองความคิด ช่วยทำให้นักเรียนสามารถอธิบายหรือเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้โดยผ่านรูปร่าง รูปภาพ สัญลักษณ์ ทำให้นักเรียนจะจำเนื้อหา ความรู้ได้ดีกว่าการใช้คำพูด หรือข้อความ (กฤษฎา พนันชัย และคณะ, 2560)

จากการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามลำดับทีละขั้นตอน จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น นอกจากนี้การทำกิจกรรมชั้aruปแบบเดิมโดยใช้สถานการณ์ที่ต่างออกไปจะช่วยเพิ่มความเข้าใจ และทำให้นักเรียนจำจำเนื้อหาได้ดีขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้ในแบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

- (1) จัดกิจกรรมทำนาย (Predict) ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
- (2) จัดกิจกรรมสังเกต (Observe) ในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
- (3) จัดกิจกรรมอธิบาย (Explain) ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) และ

(4) จัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain) ข้า้อศึกษาในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) โดยใช้สถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิมแต่ยังเป็นเนื้อหา และใช้รูปแบบเดิมซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่ารูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวจะสามารถพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนใน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ เช่น กัน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลองเป็นทักษะที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ทุกคนต้องมีทักษะการทดลองที่ดี นอกจากนี้ทักษะการทดลองยังช่วยส่งเสริมและพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เนื่องจากกิจกรรมการทดลองเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้รับประสบการณ์จริง และพัฒนาทักษะการทดลอง พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ได้แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลอง เช่น

เพ็ญศรี เศรษฐ์ชัย และคณะ (2555) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสารในชีวิตประจำวัน เป็นฐานในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมการ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พบร้า นักศึกษามีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานคิดเป็นร้อยละ 88.00 และมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมการหังเรียนร้อยละ 57.32 ($22.93, SD = 8.42$) สูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 34.00 ($13.60, SD = 3.36$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยมีร้อยละความก้าวหน้าเป็น 23.32 ซึ่งเมื่อจำแนกทักษะกระบวนการชั้นมัธยมการ เป็นรายทักษะ พบร้า การตั้งสมมติฐานเป็นทักษะที่นักศึกษามีการพัฒนามากที่สุด โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 34.13 และการตีความหมาย และลงข้อสรุปเป็นทักษะที่มีการพัฒนาน้อยที่สุดมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.25 และยังพบว่า การระบุและควบคุมตัวแปรเป็นทักษะที่นักศึกษามีคะแนนสูงที่สุด ทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้ และเป็นทักษะเดียวที่มีร้อยละของคะแนนมากกว่า 70 (อยู่ในระดับดี) แสดงว่านักศึกษาเข้าใจและสามารถระบุตัวแปรได้อย่างถูกต้อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน วิทยาศาสตร์ ทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริง ในแต่ละขั้นตอนของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยมีครุภาระและน้ำให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด ทำให้นักศึกษาที่เรียนรู้ค่อนข้างช้าก็สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ประสบความสำเร็จเช่นกัน และยังพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับมาก เพราะนักศึกษาเห็นว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกให้รู้จักสังเกต ทดลอง จากสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัว และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้นอกจากนี้ยังเป็นการนำภูมิปัญญาที่มีอยู่แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์โครงงานนี้จะสามารถสร้างรายได้และลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนได้

มีรันตี โพพาวงษ์ (2557) ได้ศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยแบ่งทักษะการทดลองออกเป็น 3 ทักษะย่อย ได้แก่ ทักษะการออกแบบ

การทดลอง ทักษะการปฏิบัติการทดลอง และทักษะการบันทึกผลการทดลอง โดยในแต่ละทักษะ ประกอบด้วยประเด็น ต่าง ๆ ดังนี้

(1) การออกแบบการทดลอง ประกอบด้วย สมมติฐาน การกำหนดตัวแปร อุปกรณ์ และสารเคมี วิธีการทดลอง และตารางบันทึกผลการทดลอง

(2) การปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วย วิธีดำเนินการทดลอง การเลือกอุปกรณ์ในการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง ความคล่องแคล่วในการทดลอง การบันทึกผล การทดลอง และการดูแล และการเก็บอุปกรณ์หรือเครื่องมือ

(3) การบันทึกการทดลอง ประกอบด้วย สมมติฐาน การกำหนดตัวแปร ตารางบันทึกผล การทดลอง อภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยของมิรันตี โพพางษ์ (2557) พบว่า มีทักษะการทดลองเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก โดยคะแนนทักษะการทดลองของนักเรียนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ทักษะการปฏิบัติการทดลอง (ร้อยละ 83.67) รองลงมาคือทักษะการออกแบบการทดลองทดลอง (ร้อยละ 78.67) และทักษะการทดลองที่ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การบันทึกผลการทดลองทดลอง (ร้อยละ 75.65) โดยประเด็นในการตั้งสมมติฐานและการอภิปรายผลมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 64.76 และ 59.37 ตามลำดับ และความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสัมพันธ์ทางบวก ($\gamma = 0.53$) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เป็นทิศทางเดียวกัน นั่นแสดงว่า นักเรียนที่มีคะแนนทักษะการทดลองสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

Natjareeporn Simmaroon & et al. (2559) พัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการความสามารถในการวิเคราะห์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ขั้นมรดymศึกษาปีที่ 4 โดยบูรณาการการประเมินตามสภาพจริง พบร้า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการความสามารถในการวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการทดลองเป็นกิจกรรมหลัก ได้แก่ โครมาโทกราฟี สมบัติบางประการของคาร์บอโนไดออกไซด์ กรณีเบสในชีวิตประจำวัน อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ และการนำไฟฟ้า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมจะบูรณาการการประเมินตามสภาพจริง เข้ากับรูปแบบการสอนแบบวภจักรเรียนรู้ 5 ขั้น เกิดเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้น ประกอบด้วย 1) ขั้นประเมินตนเองและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ 2) ขั้นวางแผนปฏิบัติตามแผน และตรวจสอบ 3) ขั้นวิเคราะห์สังเคราะห์และต่อยอดประสบการณ์ 4) ขั้นนำเสนอภิปรายซักถาม 5) ขั้นสรุปและประเมินตนเอง และ 6) ขั้นสร้างชื่นงานผลการทดลองโปรแกรม พบร้า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการความสามารถในการวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์หลังการเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมโปรแกรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากนักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมจะได้

ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป ผ่านกิจกรรมการทดลองที่ง่าย เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และยังได้อภิปรายภายในและระหว่างกลุ่มซึ่งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ผลงานให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วย เพราะจิตวิทยาศาสตร์ เป็นศูนย์สมบัติที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มาเรียม วันดาด และคณะ (2559) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบร่วมกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบร่วมกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า ($p < .05$) ยกเว้น ด้านความรู้ความจำที่ไม่แตกต่างกัน ($p > .05$) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) เมื่อพิจารณารายทักษะ พบร่วมกับ 4 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) ยกเว้นทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปที่ต่างกัน ($p > .05$) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้รูปตัววีสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลองและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิค ทำนาย-สังเกต-อธิบายที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และพัฒนาความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่เป็นกิจกรรมที่สร้างความสนใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้ผู้วิจัยสนใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง ในเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผ่านกิจกรรมการทดลองที่ง่าย และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยประเมินทักษะการทดลองใน 4 ทักษะย่อย คือ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการปฏิบัติการทดลอง ทักษะบันทึกผลการทดลอง และทักษะการสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ใน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลองที่สามารถกระตุนความสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม และ

ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะ การทดลองของนักเรียน รวมถึงความสัมพันธ์ทางบวกของทักษะการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ทำให้ผู้วิจัยสนใจในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านคำานวณวิทยาศาสตร์และกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ตามลำดับ ทีลักษณะ และเน้นย้ำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมชั้นรูปแบบเดิมในสถานการณ์ที่ต่างออกไปเพื่อให้ นักเรียนสามารถจำจำเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- (1) แบบแผนการวิจัย
- (2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- (3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- (4) การดำเนินการรวบรวมข้อมูล
- (5) การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.1 แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest and posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$T_1 \xrightarrow{\quad} X \xrightarrow{\quad} T_2 \text{ และ } O_2$$

โดย X แทนจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่องปฏิกริยาเคมี ส่วน T_1 และ T_2 คือ การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ตามลำดับ และ O_2 คือ การประเมินทักษะการทดลองระหว่างเรียน

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ห้อง 16 โรงเรียนไสรพิทยาคม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 41 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบการสอนในห้องดังกล่าว

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้การทดลอง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 5 แผน ใช้เวลาในการวิจัยทั้งสิ้น 10 คาบ ดังแสดงตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย
เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี**

เรื่อง	กิจกรรม
1) การเกิดปฏิกิริยาเคมี	1) ละลายปูนในน้ำ 2) ปฏิกิริยาระหว่างปูนกับขมิ้น 3) ปฏิกิริยาระหว่างผงฟูกับน้ำส้มสายชู 4) เป่าลมหายใจออก (CO_2) กับน้ำปูนใส 5) เปลือกไข่ไก่กับน้ำมะนาว
2) ชนิดหรือรูปแบบชาติของสารตั้งต้น ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1) ปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่ไก่และเปลือกไข่เป็ด กับน้ำมะนาว 2) ปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำ (6% HCl) และ น้ำส้มสายชู (6% CH_3COOH) กับเปลือกไข่ไก่
3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้น ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1) ปฏิกิริยาระหว่างน้ำปูนกับขมิ้นที่หั่นเป็นแผ่นและขมิ้น ที่สับละเอียด 2) ปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำ (HCl) กับก้อน อะลูมิเนียมฟอยล์ก้อนใหญ่ 1 ก้อน และก้อนเล็ก 8 ก้อน (บีบแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ให้แน่นเป็นก้อน โดย ใช้อะลูมิเนียมฟอยล์มวลเท่ากัน)
4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผล ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1) ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจน 3% และไฮโดรเจน 6% กับสารละลายด่างทับทิม 2) ปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างที่มีความเข้มข้น 10% HCl และ 6% HCl กับอะลูมิเนียมฟอยล์

**ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย
เรื่อง ปฏิกริยาเคมี (ต่อ)**

เรื่อง	กิจกรรม
5) อุณหภูมิของการเกิดปฏิกริยาเคมีที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	<p>1) ปฏิกริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำกับก้อนอะลูมิเนียมฟอยล์ในสภาพที่แข็งในน้ำแข็งและแข็งในน้ำอุ่น</p> <p>2) ปฏิกริยาระหว่างน้ำมันนาภกับเปลือกไข่ในสภาพที่แข็งในน้ำแข็งและแข็งในน้ำอุ่น</p>

3.3.1 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพิทยาคม

3.3.1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานการจัดการเรียนรู้ที่ ๑ ๓.๒ และตัวชี้วัดที่ ๑ ๓.๒ ม. ๒/๑-๔ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กระทรวงศึกษาธิการ

3.3.1.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) และรูปแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (5Es) เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.1.4 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชา เรื่องปฏิกริยาเคมี ที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

3.3.1.5 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

3.3.1.6 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

3.3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องของเนื้อหา กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้

3.3.1.8 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกรึ้ง

3.3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายของการวิจัย ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 จัดกิจกรรมทำนาย (Predict) ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) โดยใช้คำถามที่เหมาะสมกับพัฒนาการและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สนใจในเนื้อหา และให้นักเรียนได้ฝึกการทำนาย ผลลัพธ์หน้าโดยเน้นการทำนายผลอย่างมีเหตุผล ซึ่งต้องอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานในการทำนาย เพื่อเป็นการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน และเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ออกแบบ การทดลองเพื่อพิสูจน์การทำนายหรือสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรมสังเกต (Observe) ในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สำรวจและค้นหาข้อมูลตามที่ได้ทำนายไว้ โดยนักเรียนเป็นผู้ออกแบบหรือวางแผนการทดลองเพื่อพิสูจน์ ตรวจสอบ ข้อเท็จ (สมมติฐาน) เกี่ยวกับสิ่งที่ได้ทำนาย ไว้ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) จากนั้นลงมือทดลอง หรือพิสูจน์ เพื่อหาคำตอบ ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ฝึกฝนทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การออกแบบ การทดลอง การสังเกต การทดลอง การบันทึกผลการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 จัดกิจกรรมอธิบาย (Explain) ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) แล้ว นักเรียนต้องนำข้อมูล ข้อนั้นมาอธิบาย ที่ได้ มากิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูป ต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 จัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain) ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำหลักการและความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือ นำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมาน้อยเพียงใด จากใบงานหรือแบบทดสอบ

3.3.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย
เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี แสดงดังตารางที่ 3.2

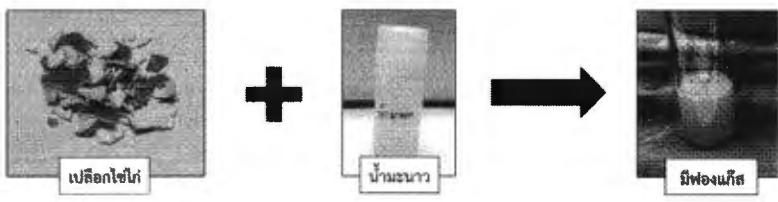
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี (2 คาบ)	<p>E1: ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ร่วมกับการทำนาย (Predict) สร้างความสนใจโดยทำนายผลจากคำานวณวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้</p> <p>1.1 ถ้าละลายปูนในน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร 1.2 ถ้ายดน้ำปูนลงบนผิวขมิ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร 1.3 ถ้าเติมผงฟู่ลงในน้ำส้มสายชูจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร 1.4 ถ้าเป่าลมหายใจใส่น้ำปูนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร</p>

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
	<p>2.3 หยดน้ำส้มสายชูลงในผงฟูจะมีฟองแก๊สเกิดขึ้น ดังภาพ</p> 
	<p>2.4 เมื่อเป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส่จะทำให้น้ำปูนใส่ขุ่นหรือมีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น ดังภาพ</p> 
	<p>E3: ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับการอธิบาย (Explain)</p> <p>นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลองของกลุ่มตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้ ซึ่งรายละเอียดเป็นดังต่อไปนี้</p> <p>3.1 การละลายปูนในน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น</p> <p>3.2 การหยดน้ำปูนลงบนผิวมื้น เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยมีน้ำในรرمชาติที่อยู่ในสภาพกรด (สีเหลือง) ทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำปูน ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ที่เป็นเบส เกิดเป็นมื้นในสภาพเบส (สีแดงส้ม) และน้ำซึ่งจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้จากการเปลี่ยนสีของมื้น</p>

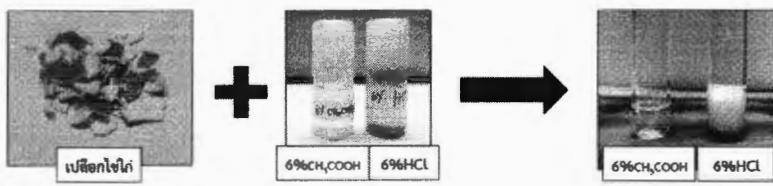
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
	<p>และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้</p> $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: right;">แก๊ส</p> <p>3.3 เมื่อเป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในลมหายใจออกทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำปูนใส ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) เกิดเป็นตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งไม่ละลาย น้ำ และน้ำ (H_2O) ซึ่งจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้จากตะกอนสีขาวที่เกิดขึ้น และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้</p> $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">ตะกอนขาว</p>
	<p>E4: ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ให้นักเรียนทำกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อตอบคำถาม วิทยาศาสตร์ “ถ้าเทน้ำมะนาวลงบนเปลือกไข่ไก่จะเกิดการเปลี่ยนแปลง หรือไม่ อย่างไร” ซึ่งตัวอย่างผลการทดลองแสดงดังภาพ</p> 
	<p>E5: ขั้นประเมิน (Evaluation) ตรวจให้คะแนนใบงาน/แบบทดสอบ/แบบประเมินทักษะการทดลอง</p>

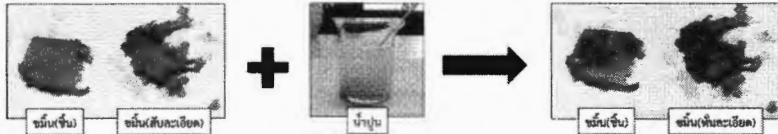
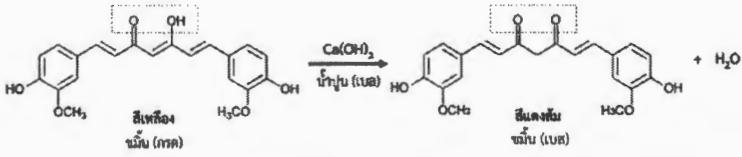
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
2. ชนิดหรือ ธรรมชาติของสาร ตั้งต้นที่มีผลต่อ ¹ การเกิดปฏิกิริยา เคมี (2 คาบ)	<p>E1: ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ร่วมกับการทำนาย (Predict) สร้างความสนใจโดยทำนายผลจากคำถ้าวิทยาศาสตร์ “ถ้าเน้ำ มะนาวลงบนเปลือกไข่ไก่จะให้ผลเหมือนกับการเห็นน้ำมะนาวลงบน เปลือกไข่เป็ดหรือไม่ อย่างไร”</p>
	<p>E2: ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการสังเกต (Observe) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบและวางแผนทำการทดลอง เก็บ รวบรวมข้อมูล เพื่อพิสูจน์ผลที่ทำนายไว้ โดยผลการทดสอบจะพบว่า ถ้าเห็น น้ำมะนาวลงบนเปลือกไข่ไก่จะสังเกตเห็นลักษณะ และปริมาณฟองแก๊สที่ เกิดขึ้นต่างจากการเห็นน้ำมะนาวลงบนเปลือกไข่เป็ด ดังภาพ</p> <div data-bbox="571 1032 1349 1166" style="text-align: center;"> </div> <p>E3: ข้ออธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับการอธิบาย (Explain) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลองของกลุ่ม ตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้ ซึ่งในเปลือก ไข่ไก่และเปลือกไข่เป็ดจะมีแคลเซียมคาร์บอนेट (CaCO_3) และสารอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบที่แตกต่างกัน เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำมะนาว (ที่เป็นกรด) จะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งจะสังเกตเห็นลักษณะ และ ปริมาณฟองแก๊สที่เกิดขึ้นต่างกัน และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้</p> $\text{CaCO}_3 + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7\text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: right;">แก๊ส</p>

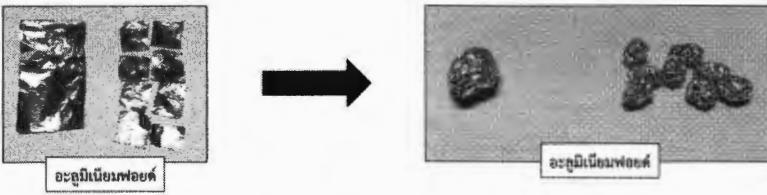
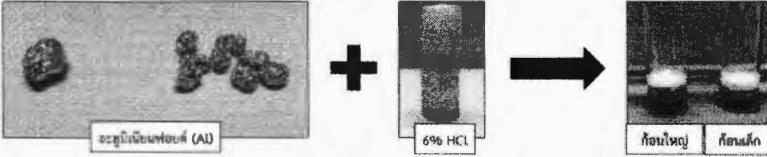
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
	<p>สรุปได้ว่าชนิดหรือธรรมชาติของสารตั้งต้นที่ต่างกันจะให้เกิดปฏิกิริยาได้แตกต่างกัน</p> <p>E4: ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ให้นักเรียนทำกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อตอบคำถามวิทยาศาสตร์ “ถ้าเทน้ำยาล้างห้องน้ำ (6% กรดไฮโดรคลอริก) ลงบนเปลือกไข่ไก่จะให้ผลเหมือนกับการเทน้ำส้มสายชู (6% กรดแอลิติก) ลงบนเปลือกไข่ไก่หรือไม่ อย่างไร” ซึ่งตัวอย่างผลการทำทดลองแสดงดังภาพ</p> 
3. พื้นที่ผิวสัมผัส รวมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (2 คาบ)	<p>E5: ขั้นประเมิน (Evaluation) ตรวจให้คะแนนในงาน/แบบทดสอบ/แบบประเมินทักษะการทำทดลอง</p>
	<p>E1: ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ร่วมกับการทำนาย (Predict) สร้างความสนใจโดยทำนายผลจากคำานวณวิทยาศาสตร์ “ถ้าเทน้ำปูนใส่ไข่ที่หั่นเป็นแผ่นกับไข่ที่สับละเอียดผลที่เกิดขึ้นเหมือนหรือต่างกันอย่างไร”</p> <p>E2: ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการสังเกต (Observe) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบและวางแผนทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อพิสูจน์ผลที่ทำนายไว้ ซึ่งไข่ที่หั่นเป็นแผ่นจะมีพื้นที่</p>

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
	<p>ผิวสัมผัสรวนน้อยกว่ามีน์ที่หันละเอียด ดังนั้นมีน์ที่หันเป็นแผ่นเจิงเกิดปฏิกิริยากับน้ำปูนได้น้อยกว่ามีน์ที่หันละเอียด ซึ่งจะสังเกตเห็นมีน์ที่หันเป็นแผ่นจะมีพื้นที่เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดงสัมบน้อยกว่ามีน์ที่หันละเอียด ดังภาพ</p> 
E3: ข้ออธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับการอธิบาย (Explain)	<p>นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลองของกลุ่มตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้ ซึ่งมีน์ที่หันเป็นแผ่นจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสรวนน้อยกว่ามีน์ที่หันละเอียด ดังนั้นมีน์ที่หันเป็นแผ่นเจิงเกิดปฏิกิริยากับน้ำปูนได้น้อยกว่ามีน์ที่หันละเอียด ซึ่งจะสังเกตเห็นมีน์ที่หันเป็นแผ่นจะมีพื้นที่เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดงสัมบน้อยกว่ามีน์ที่หันละเอียด และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้</p> <p style="text-align: center;">  สารที่ได้รับประทานที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสรวนมากกว่าจะให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารที่ดันที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสรวนน้อยกว่า </p>

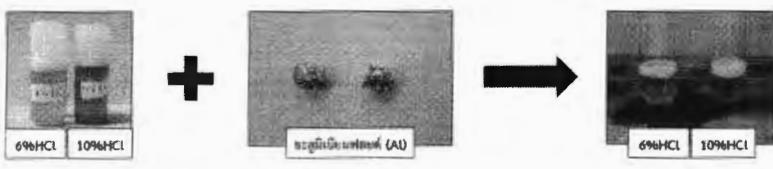
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
	<p>E4: ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ให้นักเรียนทำกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อตอบคำถาม วิทยาศาสตร์ “ถ้าเนื้ยลา้งห้องน้ำลงผงก้อนอะลูมิเนียมฟอยด์ก้อนใหญ่ 1 ก้อน กับก้อนเล็ก 8 ก้อน (บีบแผ่นอะลูมิเนียมฟอยด์ให้แน่นเป็นก้อน โดย ใช้อะลูมิเนียมฟอยด์มวลเท่ากัน) ผลที่เกิดขึ้นเหมือนหรือต่างกันอย่างไร” ซึ่งตัวอย่างผลการทดลองแสดงดังภาพ</p>  
4. ความเข้มข้น ของสารตั้งต้นที่มี ผลต่อการเกิด ปฏิกิริยาเคมี (2 คาบ)	<p>E5: ขั้นประเมิน (Evaluation) ตรวจให้คะแนนใบงาน/แบบทดสอบ/แบบประเมินทักษะการทดลอง</p> <p>E1: ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ร่วมกับการทำนาย (Predict) สร้างความสนใจโดยทำนายผลจากคำตามวิทยาศาสตร์ “ถ้าไฮโอดร เย่น 3% กับไฮโอดรเย่น 6% ลงในสารละลายด่างทับทิมผลที่เกิดขึ้นเหมือน หรือต่างกัน อย่างไร”</p>

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
	<p>E2: ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการสังเกต (Observe)</p> <p>นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบและวางแผนทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อพิสูจน์ผลที่ทำนายไว้ ซึ่งไฮโดรเจนที่มีความเข้มข้น ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 6% กับสารละลายด่างทับทิม จะทำให้ เกิดปฏิกิริยาให้แก๊สออกซิเจน (O_2) ได้เร็วว่าไฮโดรเจนที่มีความเข้มข้น ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 3% ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากลักษณะ และปริมาณฟองแก๊สที่เกิดขึ้น ดังภาพ</p> 
	<p>E3: ขั้โนธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับการอธิบาย (Explain)</p> <p>นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลองของกลุ่ม ตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้ ซึ่งไฮโดรเจน ที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 6% กับสารละลาย ด่างทับทิม จะทำให้เกิดปฏิกิริยาให้แก๊สออกซิเจน (O_2) ได้เร็วว่าไฮโดรเจน ที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 3% ซึ่งจะสังเกตเห็น ได้จากลักษณะและปริมาณฟองแก๊สที่เกิดขึ้น และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้</p> $H_2O_2 + KMnO_4 \rightarrow MnO_2 + O_2 + KOH$ <p style="text-align: center;">แก๊ส</p>

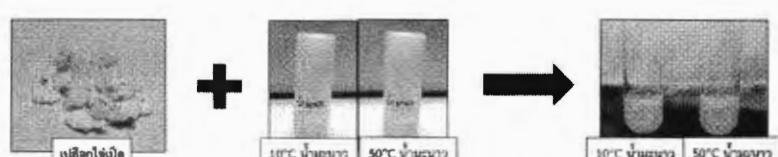
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
	<p>สรุปได้ว่าสารตั้งต้นที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารตั้งต้นที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า</p> <p>E4: ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ให้นักเรียนทำกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อตอบคำถาม วิทยาศาสตร์ “ถ้าเนื้ยาน้ำล้างที่มีความเข้มข้น 10% HCl กับ 6% HCl ใส่อะลูมิเนียมฟอยล์ผลที่เกิดขึ้นเหมือนหรือต่างกัน อย่างไร” ซึ่งตัวอย่าง ผลการทดลองแสดงดังภาพ</p>  <p>E5: ขั้นประเมิน (Evaluation) ตรวจให้คะแนนใบงาน/แบบทดสอบ/แบบประเมินทักษะการทดลอง</p>

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
<p>5. อุณหภูมิของ การเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (2 คาบ)</p>	<p>E1: ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ร่วมกับการทำนาย (Predict) สร้างความสนใจโดยนำผู้เรียนมาดูภาพจากคำานวณทางคณิตศาสตร์ “ถ้าเทน้ำยาล้างห้องน้ำในก้อนอะลูมิเนียมฟอยด์ในสภาวะที่แข็งในน้ำแข็งกับแข็งในน้ำอุ่นผลที่เกิดขึ้นเหมือนหรือต่างกัน อย่างไร”</p>
	<p>E2: ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการสังเกต (Observe) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบและวางแผนทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อพิสูจน์ผลที่ทำนายไว้ โดยน้ำยาล้างห้องน้ำที่มีกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เป็นส่วนประกอบทำปฏิกิริยา กับแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ (Al) ในสภาวะที่แข็งในน้ำแข็งจะเกิดปฏิกิริยาซ้ำกันในสภาวะที่แข็งในน้ำอุ่น ดังภาพ</p> 
	<p>E3: ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับการอธิบาย (Explain) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลองของกลุ่มตนเอง จากนั้นครุและนักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้ โดยน้ำยาล้างห้องน้ำที่มีกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เป็นส่วนประกอบทำปฏิกิริยา กับแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ (Al) ในสภาวะที่แข็งในน้ำแข็งจะเกิดปฏิกิริยาซ้ำกัน ในสภาวะที่แข็งในน้ำอุ่นซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากลักษณะและปริมาณฟองแก๊ส</p>

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
	<p>ที่เกิดขึ้นและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้</p> $\text{HCl} + \text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2$ <p style="text-align: center;">แก๊ส</p> <p>สรุปได้ว่าการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นในสภาวะที่อุณหภูมิสูงกว่า จะเกิดได้เร็วกว่าสภาวะที่อุณหภูมิต่ำ</p>
	<p>E4: ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)</p> <p>ให้นักเรียนทำกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อตอบคำถาม วิทยาศาสตร์ “ถ้าเท่าน้ำมันนาไส่เปลือกไข่ในสภาวะที่แข็งในน้ำอุ่นผลที่เกิดขึ้นเหมือนหรือต่างกัน อย่างไร” ซึ่งตัวอย่างผลการทดลอง แสดงดังภาพ</p>  <p>E5: ขั้นประเมิน (Evaluation)</p> <p>ตรวจให้คะแนนใบงาน/แบบทดสอบ/แบบประเมินทักษะการทดลอง</p>

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เป็นแบบทดสอบที่ใช้ห้องก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบประเภทปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

(1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผล เทคนิคการสร้างข้อสอบ การสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

(2) วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (ตัวชี้วัด) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

(3) ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อนำไปสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

(4) สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดความสำคัญของเนื้อหา ผลการเรียนที่คาดหวัง โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นกำหนดน้ำหนักของข้อสอบโดยคำนึงถึงจำนวนค疤และเวลาที่กำหนด ดังตารางที่ 3.3

(5) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบประเภทปรนัย โดยให้ข้อสอบอยู่ในระดับความเข้าใจ (understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) ระดับการวิเคราะห์ (Analyzing) ตาม Bloom's Taxonomy

(6) นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง แล้วปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องตามคำแนะนำของอาจารย์ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ผลการเรียนที่คาดหวัง ความหมายสมของภาษา แล้วนำมาวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ตัวนี ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00

(7) นำแบบทดสอบไปหาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยดำเนินการ ดังนี้

(8) ทดสอบที่ได้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/7 โรงเรียนโยธินพิทยาคม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร ปีการศึกษา 2562 จำนวน 51 คน ที่เคยได้เรียนเนื้อหาเกี่ยวกับ ปฏิกิริยาเคมี ผ่านมาแล้ว

(9) นำผลการตรวจคะแนน มหาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบโดยเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และหาอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ แล้วเลือกเฉพาะข้อดีที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปและครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

(10) คัดเลือกข้อสอบเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 28 ข้อ (ตัดข้อสอบออกจำนวน 2 ข้อเนื่องจากเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำ) โดยให้ข้อสอบอยู่ในระดับความเข้าใจ (understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) ระดับการวิเคราะห์ (Analyzing) ตาม Bloom's Taxonomy

(11) จัดพิมพ์แบบทดสอบและนำแบบทดสอบที่พิมพ์แล้วไปใช้เก็บรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ 3.3 ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

เรื่อง	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)			รวม (ข้อ)
	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
1) การเกิดปฏิกิริยาเคมี	2(3)	2(2)	1(1)	5(6)
2) ชนิดหรือรูปแบบของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2(3)	2(2)	1(1)	5(6)
3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3(3)	2(2)	1(1)	6(6)
4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3(3)	2(2)	1(1)	6(6)
5) อุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3(3)	2(2)	1(1)	6(6)
รวมทั้งหมด	13(15)	10(10)	5(5)	28(28)

หมายเหตุ: จำนวนข้อสอบ A(B) เมื่อ A คือจำนวนข้อสอบที่ใช้ และ B คือ จำนวนข้อสอบที่สร้าง

3.4.2 แบบประเมินทักษะการทดลอง

แบบประเมินทักษะการทดลอง ประกอบด้วยแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินทักษะการทดลอง จำนวน 4 ทักษะย่อย ได้แก่ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการปฏิบัติการทดลอง ทักษะการบันทึกผลการทดลอง และทักษะสรุปและอภิปรายผลการทดลอง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- (1) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- (2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินทักษะการทดลอง
- (3) กำหนดและสร้างแบบประเมินทักษะการทดลอง และเกณฑ์ประเมินทักษะการทดลอง
- (4) นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไขความถูกต้องเหมาะสม
- (5) นำแบบประเมินทักษะการทดลอง และเกณฑ์การประเมินทักษะการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วพร้อมแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินปรับปรุงแก้ไข

(6) จัดทำแบบประเมินทักษะการทดลอง และเกณฑ์การประเมินทักษะการทดลองที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือประเมินกับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.4 ประเด็นการประเมินทักษะการทดลอง

ทักษะ	ประเด็นการประเมิน
1) ทักษะการออกแบบการทดลอง	1) สมมติฐาน 2) การกำหนดตัวแปร 3) อุปกรณ์และสารเคมี 4) วิธีการทดลอง
2) ทักษะการปฏิบัติการทดลอง	1) การปฏิบัติการทดลอง 2) ความคล่องแคล่วในการทดลอง 3) การดูแลและการเก็บอุปกรณ์หรือเครื่องมือ
3) ทักษะการบันทึกผลการทดลอง	1) ตารางบันทึกผลการทดลอง 2) การบันทึกผลการทดลอง
4) ทักษะการสรุปและอภิรายผลการทดลอง	1) อภิรายผลการทดลอง 2) สรุปผลการทดลอง

การpercความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ให้โดยใช้ค่าร้อยละคะแนน เป็นรายประเด็น โดยอ้างอิงแนวทางการให้ระดับผลการเรียน ตามแนวปฏิบัติการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ) แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ความหมายของระดับคะแนนในการประเมินทักษะการทดลอง

ที่	คะแนน (ร้อยละ)	ความหมาย
1	80 – 100	ดีเยี่ยม
2	75 – 79	ดีมาก
3	70 – 74	ดี
4	65 – 69	ค่อนข้างดี
5	60 – 64	ปานกลาง

ตารางที่ 3.5 ความหมายของระดับคะแนนในการประเมินทักษะการทดลอง (ต่อ)

ที่	คะแนน (ร้อยละ)	ความหมาย
6	55 – 59	ควรปรับปรุง
7	50 – 54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
8	0 – 49	ไม่ผ่านเกณฑ์

3.5 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

3.5.2 จัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิค ทำนาย-สังเกต-อธิบายตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 5 จำนวน 10 ชั่วโมง ครุให้คะแนนและประเมินทักษะการทดลองตามแบบประเมินทักษะการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 4 ทักษะย่อย ได้แก่ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการปฏิบัติการทดลอง ทักษะการบันทึกผลการทดลอง และ ทักษะการสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

3.5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

3.5.4 นำคะแนนที่รวมไว้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ทางสถิติ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

หากค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องข้อสอบกับจุดประสงค์

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.1.1 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$p = \frac{R}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$r = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3.3)$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_u แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.6.1.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จากโปรแกรมสำเร็จรูป Kuder-Richardson หรือ KR20 จาก Microsoft Excel

3.6.2 สถิติในการทดสอบสมมติฐาน

3.6.2.1 ใช้ค่าสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตรการทดสอบค่าสถิติ t-test แบบ Dependent Samples โปรแกรมสำเร็จรูปชุดโปรแกรมช่วยการวิเคราะห์งานวิจัยทางการศึกษา (ศักดิ์สิทธิ์ วัชราธัน, 2552)

3.6.2.2 ค่าสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตรการทดสอบค่า Normalized gain จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \text{ Posttest}) - (\% \text{ Pretest})}{100 - \% \text{ Pretest}} \quad (3.4)$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ แทน ค่า Normalized gain

$\% \text{ posttest}$ แทน ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน

$\% \text{ pretest}$ แทน ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน

ค่า $\langle g \rangle$ สามารถนำมาแบ่งระดับผลการเรียนที่เพิ่มขึ้น (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum positive gain) ออกเป็น 3 ระดับ คือ

High gain เมื่อ $\langle g \rangle \geq 0.7$

Medium gain เมื่อ $0.3 < \langle g \rangle < 0.7$

Low gain เมื่อ $\langle g \rangle \leq 0.3$

3.6.2.3 ค่าสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองใน การเรียนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\gamma = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum(x_i^2 - n\bar{x}^2)}\sqrt{\sum(y_i^2 - n\bar{y}^2)}} \quad (3.5)$$

เมื่อ γ แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x, y

x แทน ตัวแปรตัวที่ 1

y แทน ตัวแปรตัวที่ 2

n แทน จำนวนตัวอย่าง

ความหมายของค่า γ

- ค่า γ เป็น + แสดงว่า ค่า x กับ y มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน

- ค่า γ เป็น - แสดงว่า ค่า x กับ y มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม

- ค่า γ เป็น 0 แสดงว่า ค่า x กับ y ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

- ค่า $|\gamma|$ มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า ค่า x กับ y มีความสัมพันธ์กันมาก

- ค่า $|\gamma|$ มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ค่า x กับ y มีความสัมพันธ์กันน้อย

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

- (1) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียน
 - (1.1) ผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายห้อง
 - (1.2) ผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนเป็นรายบุคคล
 - (1.3) ผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนเป็นรายแผน
 - (1.4) ผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนเป็นรายข้อ
- (2) ผลการศึกษาทักษะการทดลอง
 - (2.1) ทักษะการทดลองของนักเรียนรายห้อง
 - (2.2) ทักษะการทดลองของนักเรียนเป็นรายบุคคล
 - (2.3) ทักษะการทดลองของนักเรียนเป็นรายแผน

4.1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียน

4.1.1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายห้อง

ในการวิจัยนี้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 16 จำนวน 41 คน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยการนำข้อมูลคะแนนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาทำการเปรียบเทียบทั้งห้อง ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบค่าที่ แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อ กับของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี (คะแนนเต็ม 28 คะแนน)

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t
ก่อนเรียน	6.98	24.91	1.94	31.12*
หลังเรียน	21.34	76.22	1.80	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain; $\langle g \rangle$) ของนักเรียนรายห้อง ดังตารางที่ 4.2

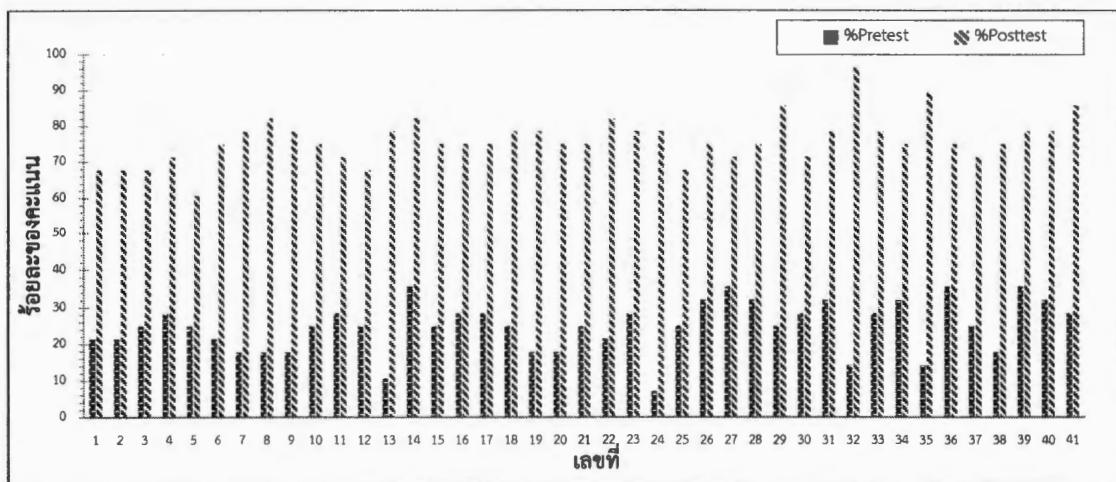
ตารางที่ 4.2 ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain; $\langle g \rangle$) รายห้อง

Pre-Test	Post-Test	Actual gain (%Post-%Pre)	Maximum possible gain (100-%Pre)	Normalized gain $\frac{\%Post - \%Pre}{100 - \%Pre}$
6.98	21.34	51.31	75.09	0.68

นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 6.98 ($SD = 1.94$) คิดเป็นร้อยละ 24.91 และเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิค ทำนาย-สังเกต-อธิบายแล้วพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 21.34 ($SD = 1.80$) คิดเป็นร้อยละ 76.22 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 4.1) และมีความก้าวหน้าทางการเรียนจริงร้อยละ 75.09 หรือมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ $\langle g \rangle$ เป็น 0.68 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ความก้าวหน้าปานกลาง” (ตารางที่ 4.2) นั้นแสดงว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ เนื่องจากเป็นรูปแบบที่นักเรียนได้ลั่งมือปฏิบัติ ฝึกการคิดวิเคราะห์ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของมิรันตี โพพาวษ์ และการตั้งรัตน์ วุฒิเสลา (2559) ที่จัดการเรียนรู้โดยการทดลองในรูปแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ใน เรื่อง ปฏิกริยา

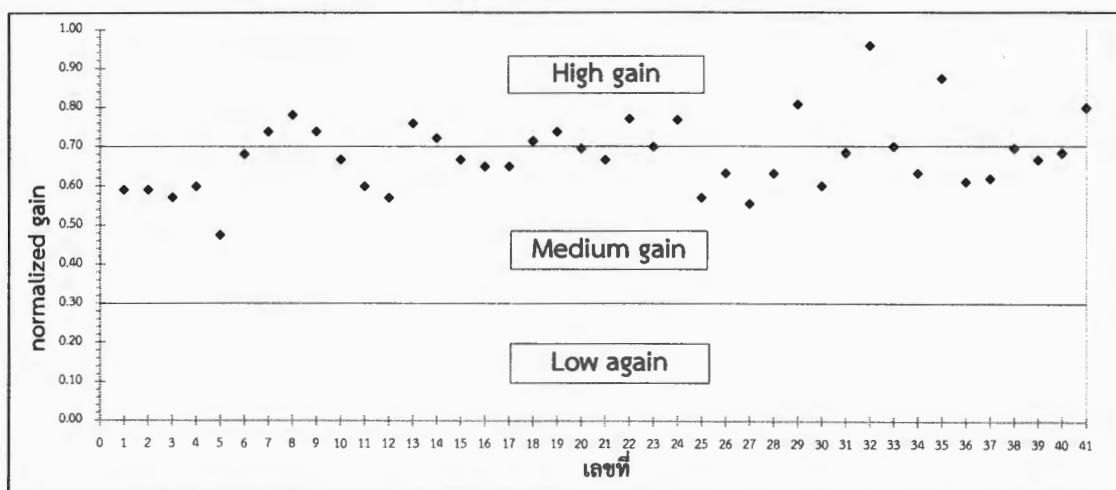
4.1.2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

เมื่อพิจารณาคะแนนสอบก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนในช่วง 2.00 – 10.00 คิดเป็นร้อยละ 7.14 – 35.41 และเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายแล้วพบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเป็น 17.00 – 27.00 คิดเป็นร้อยละ 60.71 – 96.43 ซึ่งคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกคน รายละเอียด ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain; $\langle g \rangle$) เป็น $0.48 - 0.96$ ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ความก้าวหน้าปานกลาง - สูง” โดยไม่มีนักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าต่ำ มีนักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าปานกลางจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 60.98 และมีนักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าสูงจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 39.02 ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ความก้าวหน้าของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล

4.1.3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายแผน

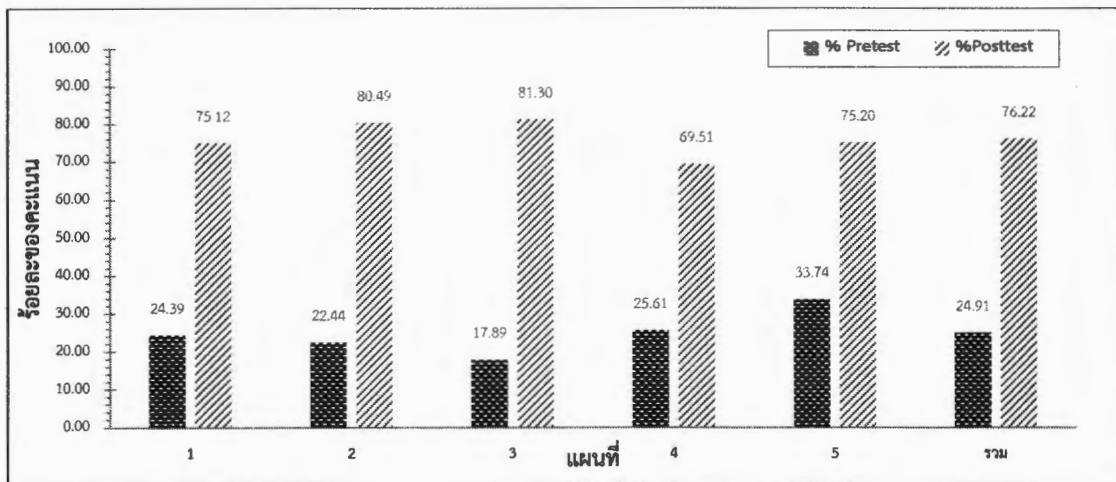
เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายแผน พบวันนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในหัวข้อที่ 1 - 5 เป็น 1.22 ($SD = 0.88$), 1.12 ($SD = 0.98$), 1.07 ($SD = 0.93$), 1.54 ($SD = 0.95$) และ 2.02 ($SD = 1.44$) คิดเป็นร้อยละ 24.39, 22.44, 17.89, 25.61 และ 33.74 ตามลำดับ และเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย แล้วพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 3.76 ($SD = 1.22$), 4.02 ($SD = 0.91$), 4.88 ($SD = 0.95$), 4.17 ($SD = 1.05$) และ 4.51 ($SD = 0.98$) คิดเป็นร้อยละ 75.12, 80.49, 81.30, 69.51 และ 75.20 ตามลำดับ และมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ $\langle \bar{d} \rangle$ เป็น 0.67, 0.75, 0.77, 0.59 และ 0.63 ตามลำดับ จัดอยู่ในระดับ “ความก้าวหน้าปานกลาง-สูง” ซึ่งคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ศึกษาไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test) ที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 5 หัวข้อ (ตารางที่ 4.3) แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกริยาเคมี มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ให้สูงขึ้น เพราะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำรามสร้างความสนใจและกระตุนความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนในขั้นสร้างความสนใจร่วมกับกิจกรรมทำนายที่เน้นการทำนายอย่างมีเหตุผลตามแนวทางการตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การสำรวจและค้นหาข้อมูลต่อไป ทำให้นักเรียนตื่นเต้น สนใจในการเรียนรู้ มีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อิกิมาร์ย อาเวากะจิ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2558) ที่รายงานว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้ เป็นกิจกรรมที่สร้างความสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน สามารถเพิ่มความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติการ วางแผนและออกแบบแบบวิธีการในการสำรวจทำความรู้ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง ทำให้มีคะแนนโน้มติดหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของมิรันตี โพพาวงษ์ (2557) ที่จัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่นักเรียนได้ทำนายผลการทดลองก่อนทำการทดลอง และได้ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองรวมถึงในขั้นอธิบายนักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม ทำให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันของคะแนนผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี รายแผน

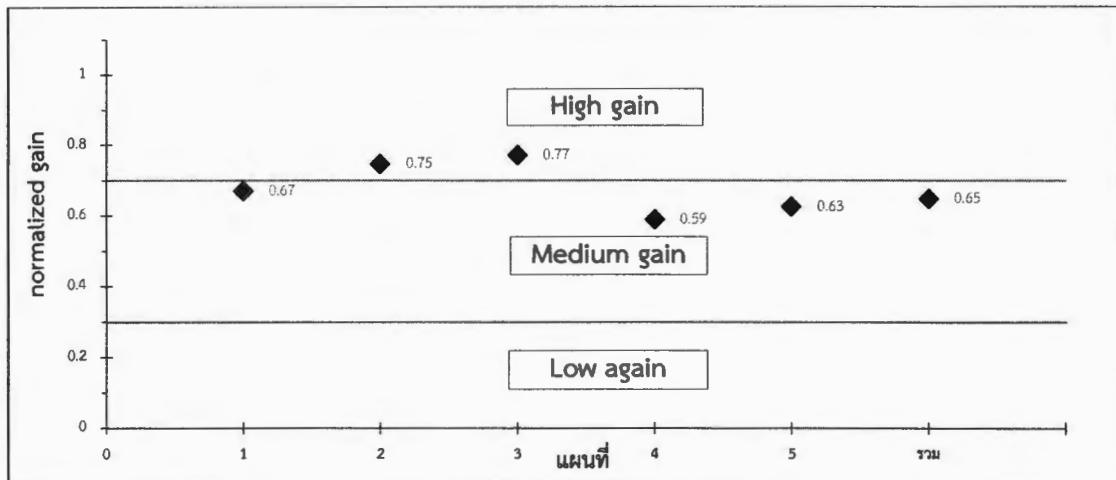
หัวข้อ	การทดสอบ	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ความก้าวหน้า		t
		ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ร้อยละ	<g>	
1) การเกิดปฏิกริยาเคมี (เต็ม 5 คะแนน)		1.22	24.39	0.88	3.76	75.12	1.22	75.61	0.67	11.93*
2) ชนิดหรือรูปแบบชาติของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี (เต็ม 5 คะแนน)		1.12	22.44	0.98	4.02	80.49	0.91	77.56	0.75	14.51*
3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี (เต็ม 6 คะแนน)		1.07	17.89	0.93	4.88	81.30	0.95	82.11	0.77	18.63*
4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี (เต็ม 6 คะแนน)		1.54	25.61	0.95	4.17	69.51	1.05	74.39	0.59	13.18*
5) อุณหภูมิของการเกิดปฏิกริยาเคมีที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี (เต็ม 6 คะแนน)		2.02	33.74	1.44	4.51	75.20	0.98	66.26	0.63	11.25*
รวม (เต็ม 28 คะแนน)		6.98	24.91	1.94	21.34	76.22	1.80	75.09	0.68	31.12*

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

จากข้อมูลคะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนที่มีคะแนนหั้ง 5 หัวข้อคะแนนค่อนข้างต่ำแสดงว่านักเรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องปฏิกริยาเคมีน้อยและหลังจากที่มีการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว พบว่า นักเรียนมีคะแนนในหัวข้อย่อยหั้ง 5 หัวข้อเพิ่มมากขึ้น ดังภาพที่ 4.3 และมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับ “ความก้าวหน้าปานกลาง-สูง” ดังภาพที่ 4.4



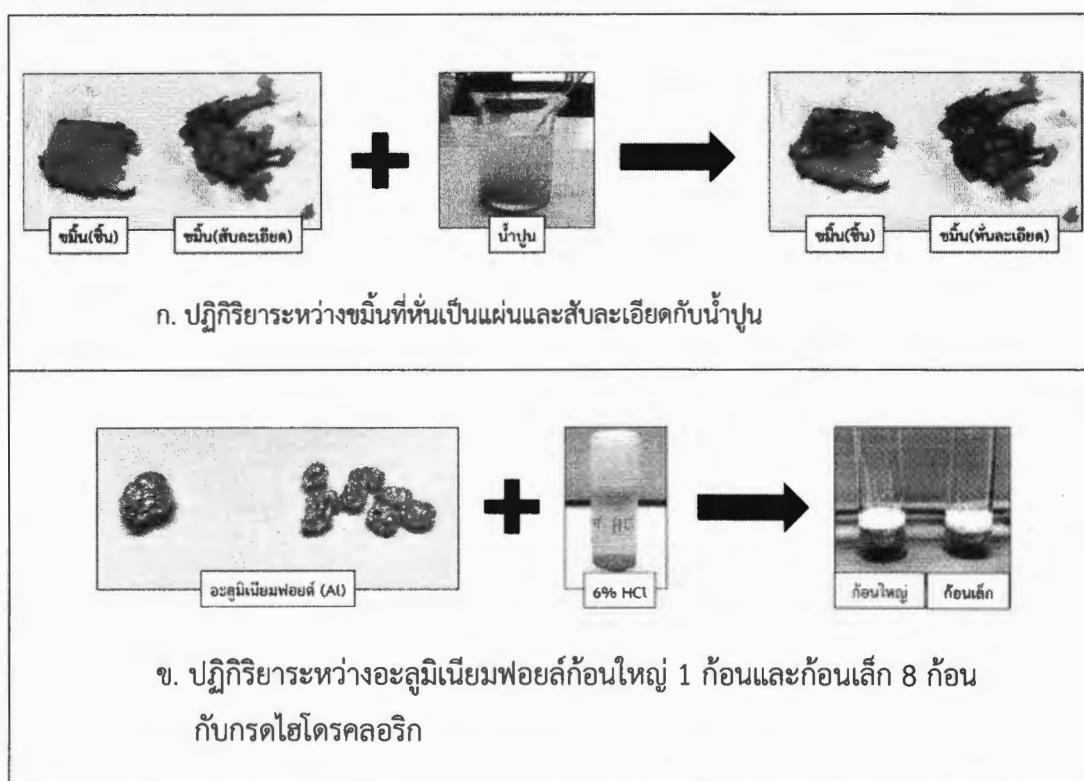
ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายแผน



ภาพที่ 4.4 ความก้าวหน้าของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายแผน

หัวข้อที่ (3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นหัวข้อที่นักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงที่สุด เพราะกิจกรรมการเรียนรู้การเกิดปฏิกิริยาระหว่างขึ้นที่หันเป็นแผ่นและขึ้นที่สับลະเอียดกับปุ่น (ภาพที่ 4.5) เป็นปฏิกิริยาที่นักเรียนสามารถทดลองได้ง่ายพบเห็นในชีวิตประจำวัน และเป็นปฏิกิริยาที่สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของไฝ พันงาม และศักดิ์ศรี สุภาษร (2560) ที่รายงานว่า กิจกรรมที่ทำได้ง่าย เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และส่วนผสมไม่เป็นอันตรายจะทำให้นักเรียนกล้าลงมือปฏิบัติ และงานวิจัยของฤษฎา พนันชัย และคณะ (2560) ที่รายงานว่า การใช้กิจกรรมการทดลองอย่างง่ายจะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนหัวข้อที่มีคะแนนรองลงมาคือหัวข้อที่ (2) ชนิดหรือรูรรมชาติของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (5) อุณหภูมิของการ

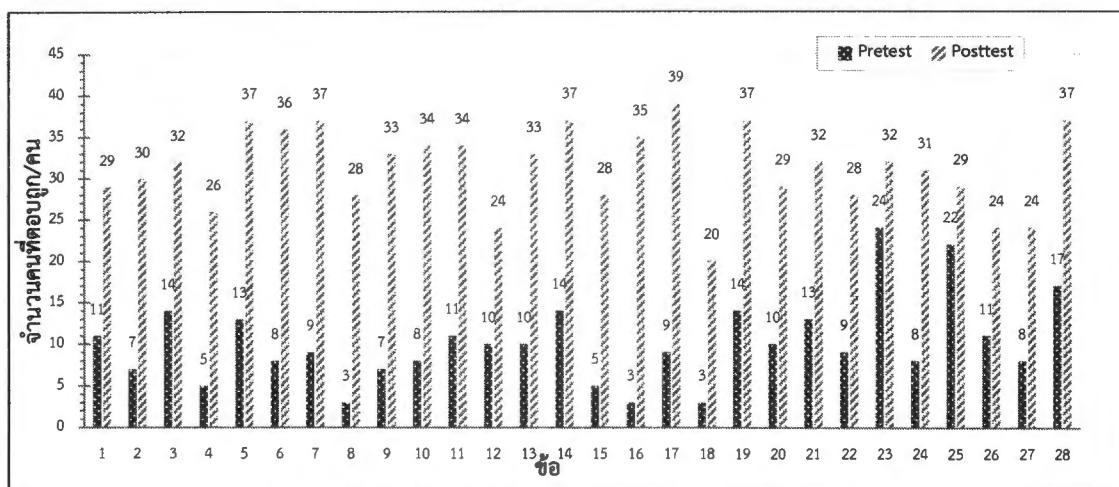
เกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (1) การเกิดปฏิกิริยาเคมี และ (4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ โดยในหัวข้อ “ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่อปฏิกิริยาเคมี” เป็นหัวข้อที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุดนั้น ซึ่งผลการวิจัยในหัวข้อนี้อาจจะไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของมิรันตี โพพาวงษ์ (2557) ในการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ได้รายงานไว้ว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำสุดในหัวข้อ ชนิดของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทั้งนี้ อาจจะเกิดจากข้อสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ใน เรื่อง “ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่อปฏิกิริยาเคมี” ใน การวิจัยนี้ (ข้อที่ 18 - 20 และ 26 - 28) ไม่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน (ค่า $p = 0.31, 0.42, 0.42, 0.42, 0.36$ และ 0.38 ตามลำดับ) ส่งผลให้นักเรียนได้คะแนนผลลัพธ์ที่ทางการเรียนใน เรื่อง ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีต่ำ



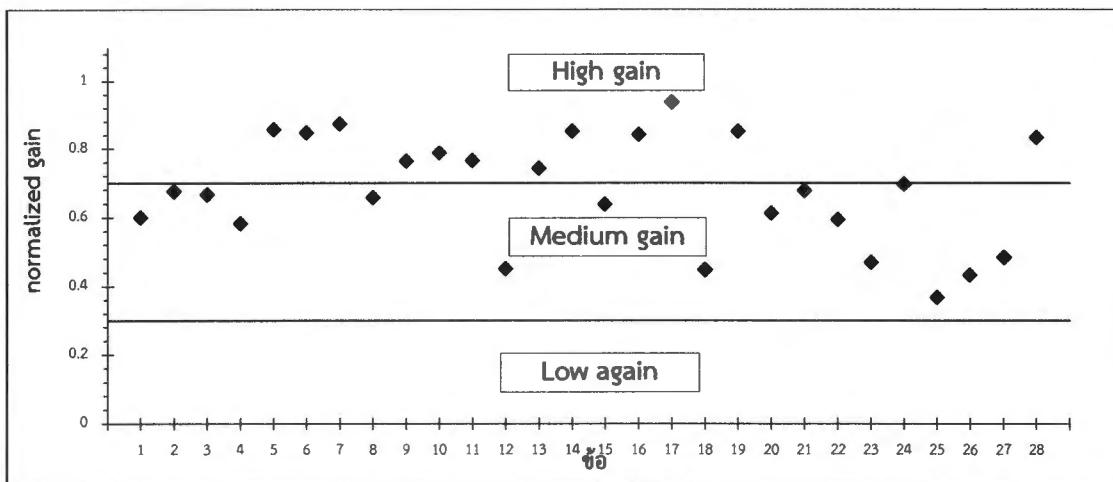
ภาพที่ 4.5 กิจกรรมทดลองในแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวสัมผัสร่วม ของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.1.4 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อสอบพบว่าข้อสอบที่ใช้มีจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนทุกข้อ โดยมีจำนวนข้อนักเรียนที่ตอบถูกก่อนเรียนตั้งแต่ 3 – 24 คน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายแล้วพบว่า มีนักเรียนที่ตอบถูกหลังเรียนตั้งแต่ 20 – 39 คน ข้อ 27 เป็นข้อที่มีจำนวนตอบถูกหลังเรียนสูงสุด จำนวน 39 คน (คิดเป็นร้อยละ 95.12) เป็นข้อสอบที่มีความก้าวหน้าของผู้ที่ตอบถูกมากในระดับสูง (0.94) โดยเป็นข้อสอบในเรื่อง (3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนทั้งห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่สุด ข้อสอบข้อ 18 เป็นข้อสอบที่มีจำนวนตอบถูกหลังเรียนต่ำที่สุด จำนวน 20 คน (คิดเป็นร้อยละ 48.78) เป็นข้อสอบที่มีความก้าวหน้าของผู้ที่ตอบถูกมากในระดับปานกลาง (0.45) โดยเป็นข้อสอบในเรื่อง (4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี มีค่าความยาก (p) เท่ากับ 0.31 มีอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.64 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนทั้งห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่สุด ดังแสดงดังภาพที่ 4.6 - 4.7



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของจำนวนคนที่ตอบถูกก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายข้อ



ภาพที่ 4.7 ความก้าวหน้าของจำนวนคนที่ตอบถูกก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายข้อ

4.2 ผลการศึกษาทักษะการทดลอง

4.2.1 ทักษะการทดลองรายห้อง

ในการวิจัยนี้ศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียน จำนวน 41 คน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยการนำข้อมูลค่าคะแนนการประเมินทักษะการทดลองของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายมาวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีทักษะการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 78.57 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดังแสดงดังตารางที่ 4.4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมิรันตี โพพาวงษ์ (2557) ใน การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย และศึกษาทักษะการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รายงานไว้ว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีคะแนนทักษะการทดลองอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองอย่างทั่วถึง มีเวลาปฏิบัติการทดลองอย่างเต็มที่

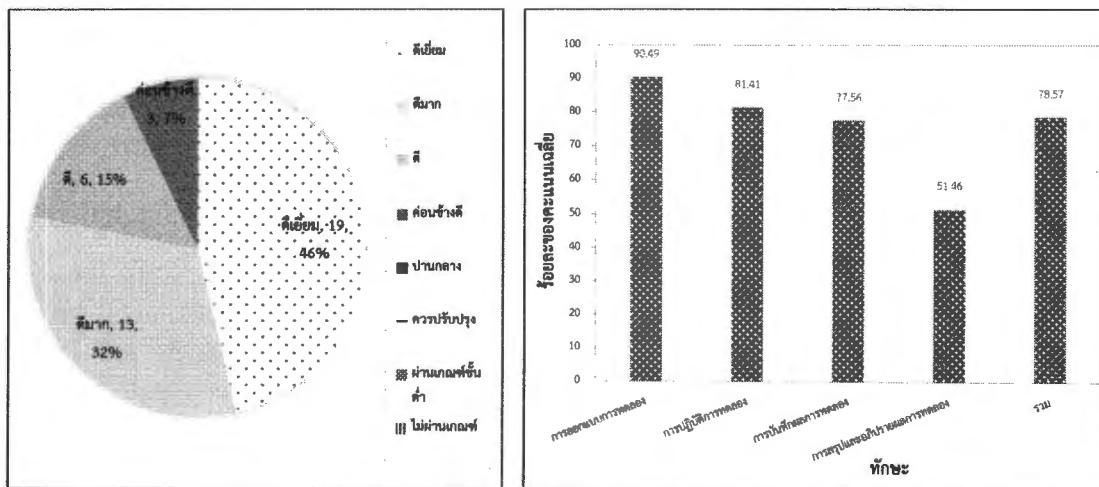
ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินทักษะการทดลองของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายของนักเรียน จำนวน 41 คน
เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ทักษะ	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ผล
1) การออกแบบการทดลอง	12.00	10.86	90.49	0.98	ดีเยี่ยม
2) การปฏิบัติการทดลอง	9.00	7.33	81.41	0.63	ดีเยี่ยม

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินทักษะการทดลองของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคท่านาย-สังเกต-อธิบาย ของนักเรียน จำนวน 41 คน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี (ต่อ)

ทักษะ	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	แพรผล
3) การบันทึกผลการทดลอง	6.00	4.65	77.56	0.57	ดีมาก
4) สรุปและอภิปรายผลการทดลอง	6.00	3.09	51.46	0.48	ผ่านเกณฑ์ ขั้นต่ำ
รวม	33.00	25.93	78.57	1.74	ดีมาก

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการทดลองเป็นรายทักษะพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการออกแบบการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 90.49 อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม คะแนนทักษะการปฏิบัติการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 81.41 อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม คะแนนทักษะการบันทึกผลการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 77.56 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และคะแนนทักษะการสรุปและอภิปรายผลการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 51.46 อยู่ในเกณฑ์ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ดังแสดงดังภาพที่ 4.8



ก.

บ.

ก. จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนในระดับต่าง ๆ

ข. ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในทักษะการทดลองย่อย

ภาพที่ 4.8 คะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ยของนักเรียน

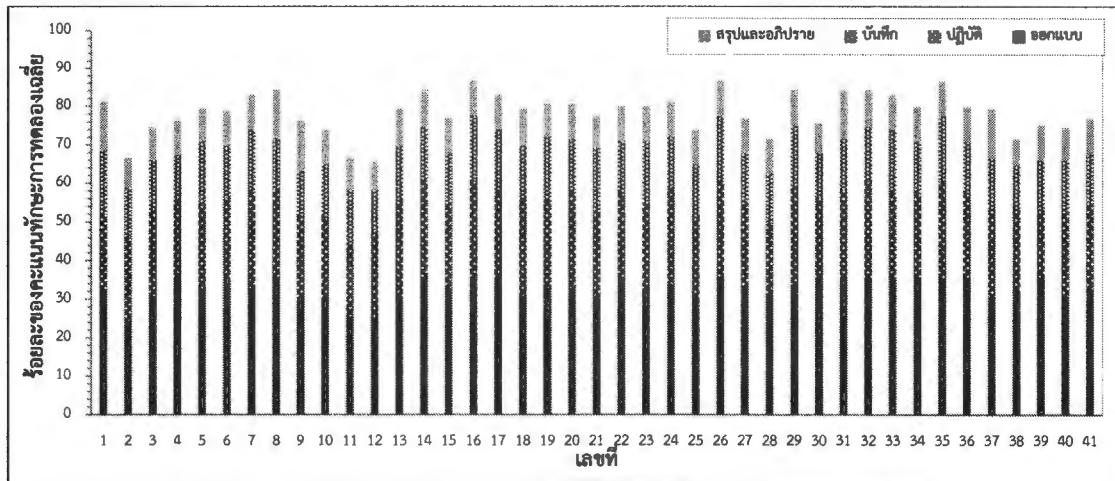
จากการวิจัยพบว่า คะแนนทักษะการทดลองซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิค ทำนาย-สังเกต-อธิบาย จะมีทักษะการทดลองอยู่ในระดับดี แต่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของมิรันตี โพพารงษ์ (2557) ที่รายงานว่าทักษะที่นักเรียนมีคะแนนมากที่สุด คือ ทักษะปฏิบัติการทดลอง มีคะแนนในระดับดีเยี่ยมและทักษะที่มีคะแนนต่ำที่สุด คือ ทักษะการบันทึกผลการทดลอง มีคะแนนในระดับดีมาก จากผลการวิจัยที่คะแนนทักษะการออกแบบการทดลองมีคะแนนสูงสุด เนื่องจาก การแบ่งกลุ่มการทดลองที่มีการคละความสามารถทำให้นักเรียนได้มีการปรึกษาและอภิปราย ภาษาในกลุ่ม เกิดการเรียนรู้ร่วมกันภาษาในกลุ่มจึงส่งเสริมให้นักเรียนมีคะแนนทักษะการออกแบบ การทดลองสูง ส่วนทักษะการสรุปและอภิปรายผลการทดลองมีคะแนนน้อยที่สุด ผลมาจากการเดินทาง ของการทดลองที่นักเรียนไม่อภิปรายผลการทดลอง หรืออภิปรายผลการทดลองไม่ถูกต้อง บางส่วน (ภาพที่ 4.9) ส่งผลให้คะแนนทักษะการสรุปและอภิปรายผลการทดลองมีค่าเฉลี่ยต่ำ (ตารางที่ 4.4) ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของมิรันตี โพพารงษ์ (2557) ที่รายงานว่าทักษะการบันทึก ผลการทดลองมีคะแนนน้อยที่สุด ทั้งนี้ เนื่องจากในงานวิจัยของมิรันตี โพพารงษ์ (2557) ได้แบ่ง ทักษะการทดลองออกเป็น 3 ทักษะย่อย ได้แก่ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการปฏิบัติการ ทดลอง และทักษะการบันทึกผลการทดลอง โดยในทักษะการบันทึกผลการทดลองมีการรวมประเด็น สรุปและอภิปรายผลการทดลองด้วย แต่ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้แยกประเด็นสรุปและอภิปรายผล การทดลองออกเป็นทักษะสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

อภิปรายผลการทดลอง(เปรียบเทียบผลการทดลองกับสมมติฐาน ทฤษฎี การทดลองของคนอื่น)
ดำเนินการด้วยวิธีการเด็กวิธีๆ กันๆ ที่ไม่สามารถสานสอดกัน

ภาพที่ 4.9 การอภิปรายผลการทดลองของนักเรียน เรื่อง ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี

4.2.2 ทักษะการทดลองเป็นรายบุคคล

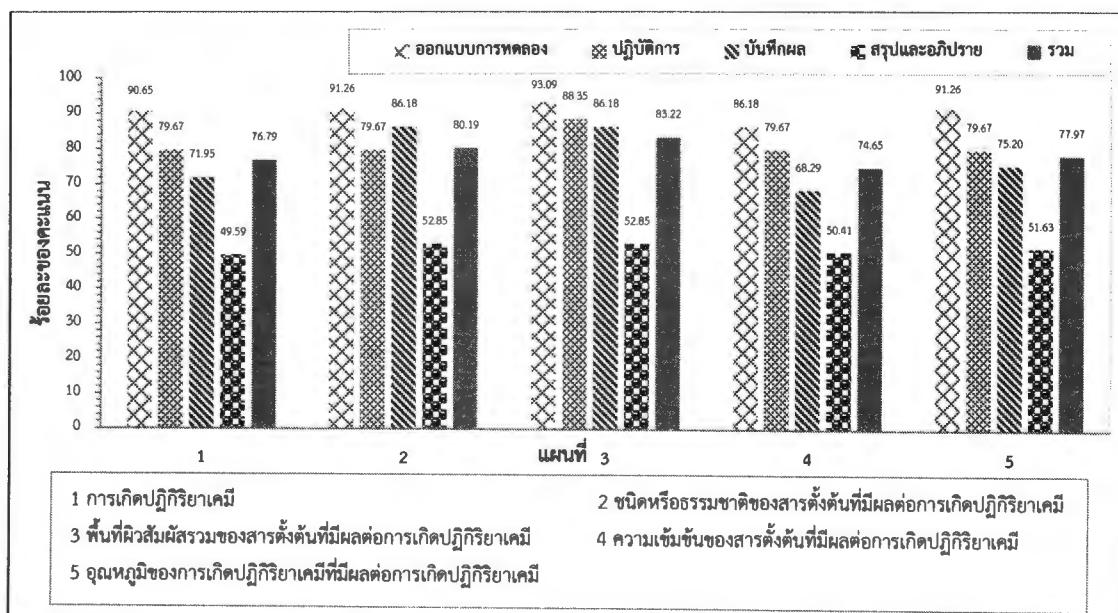
เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการทดลองของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนมีร้อยละ ของคะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ยเท่ากับ $65.45 - 86.67$ ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ค่อนข้างดี – ดีเยี่ยม” โดยมีนักเรียนที่อยู่ในระดับค่อนข้างดี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.32 ระดับดี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 14.63 ระดับดีมาก จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 31.91 และระดับดีเยี่ยม จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 46.34 ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 คะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

4.2.3 ทักษะการทดลองรายแผน

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการทดลองของนักเรียนเป็นรายแผนพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ยในหัวข้อที่ 1 – 5 เป็น 25.34 ($SD = 1.74$), 26.46 ($SD = 1.79$), 27.46 ($SD = 2.20$), 24.63 ($SD = 2.02$) และ 25.73 ($SD = 1.87$) ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของคะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ย เท่ากับ 76.79, 80.19, 83.22, 74.65 และ 77.97 ตามลำดับ ซึ่งเป็นคะแนนระดับ “ค่อนข้างดี – ดีเยี่ยม” ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 คะแนนทักษะการทดลองของนักเรียนเป็นรายแผนเฉลี่ย

เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายแผน พบร่วมนักเรียนมีคะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ยมากที่สุด ในหัวข้อที่ (3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ย รองลงมาคือ (2) ชนิดหรือธรรมชาติของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งทั้งสองหัวข้อมีคะแนนอยู่ในระดับเดียยม ส่วน (5) อุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ (1) การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนรองลงมาและอยู่ในระดับเดียว ตามลำดับ ส่วน (4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนน้อยที่สุดอยู่ในระดับเดียว เนื่องจาก หัวข้อที่ (3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นหัวข้อที่เก็บข้อมูลในช่วงกลาง ๆ ซึ่งนักเรียนผ่านการฝึกฝนทักษะการทดลองและทักษะต่าง ๆ มาแล้วรวมถึงกิจกรรมการทดลองปฏิกิริยาระหว่างขั้นตอนที่หันเป็นแผ่น และขั้นตอนที่สับละเอียดกับปูนเป็นปฏิกิริยาที่นักเรียนสามารถทดลองได้ง่าย พบรหินในชีวิตประจำวัน และเป็นปฏิกิริยาที่สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย จึงทำให้เรียนมีคะแนนทักษะการทดลองในเรื่องนี้สูง สอดคล้องกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่สุดในหัวข้อที่ (3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่นกัน ส่วนหัวข้อ (4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นหัวข้อที่นักเรียนมีคะแนนทักษะการทดลองน้อยที่สุด เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้มค่ากับรายผล หรือคุ้มค่ากับผลการทดลองไม่ครบถ้วน จึงส่งผลให้คะแนนทักษะการทดลองต่ำ

4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะการทดลอง

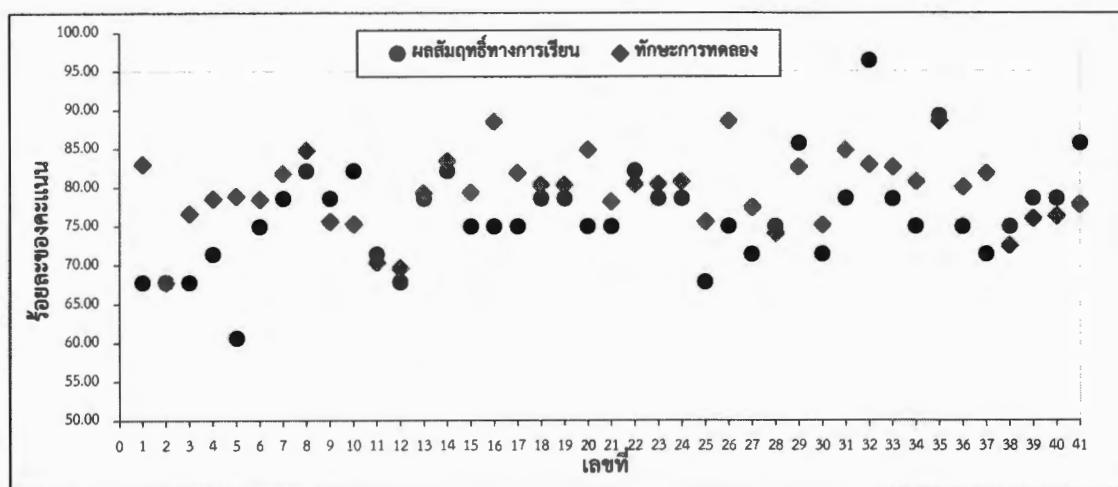
เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนทักษะการทดลอง พบร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับทักษะการทดลองในทางบวกในระดับปานกลาง ($\gamma = 0.48$) และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกัน ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 41 คน ในการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ความสัมพันธ์	γ	t
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง	0.48	2.28*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการทดลองมีความสัมพันธ์กัน (ดังภาพที่ 4.12) นั่นแสดงว่าถ้าหากเรียนมีคะแนนทักษะ การทดลองสูงแล้วนักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย



ภาพที่ 4.12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองของนักเรียนเป็นรายบุคคล

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถสรุปผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับทักษะการทดลองในทางบวกในระดับปานกลาง ($\gamma = 0.48$) และมีความสัมพันธ์กับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกัน นั่นแสดงว่าถ้านักเรียนมีคะแนนทักษะการทดลองสูงแล้วนักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย สำหรับรายละเอียดของผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียน

5.1.1.1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายห้อง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนร้อยละ 76.22 (ค่าเฉลี่ย 21.34 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.80) สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งมีคะแนนร้อยละ 24.91 (ค่าเฉลี่ย 6.98 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.94) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ มีความก้าวหน้าทางการเรียนจริงร้อยละ 75.09 หรือมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ $\langle\varphi\rangle$ เป็น 0.68 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความก้าวหน้าปานกลาง แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่จัดกิจกรรมง่าย เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันสามารถกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากรเหมือนของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนรู้เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ รู้จักค้นคว้าหาความรู้ ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

5.1.1.2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

ความก้าวหน้าของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ร้อยละ 39.02 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) ร้อยละ 60.98 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) และไม่มีนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low gain)

5.1.1.3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายแผน

ความก้าวหน้าของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนร้อยละ 82.11 และ 77.56 มีความก้าวหน้าในระดับสูงในหัวข้อ พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และชนิดหรือธรรมชาติของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ ร้อยละ 75.61, 74.39 และ 66.26 มีความก้าวหน้าในระดับปานกลางในหัวข้อ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ

5.1.1.4 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ

ข้อสอบที่มีจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกสูงสุด จำนวน 39 คน (คิดเป็นร้อยละ 95.12) คือ ข้อ 27 เป็นข้อสอบที่มีความก้าวหน้าของผู้ที่ตอบถูกมากในระดับสูง (0.94) โดยเป็นข้อสอบในเรื่อง (3) พื้นที่ผิวสัมผัสร่วมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนทั้งห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่สุด ส่วนข้อ 18 เป็นข้อสอบที่มีจำนวนตอบถูกหลังเรียนต่ำที่สุด จำนวน 20 คนคน (คิดเป็นร้อยละ 48.78) เป็นข้อสอบที่มีความก้าวหน้าของผู้ที่ตอบถูกมากในระดับปานกลาง (0.45) โดยเป็นข้อสอบในเรื่อง (4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นเนื้อหาที่นักเรียนทั้งห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่สุด

5.1.2 ผลการศึกษาทักษะการทดลอง

5.1.2.1 ผลการศึกษาทักษะการทดลองรายห้อง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีคะแนนทักษะการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 78.57 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยคะแนนทักษะที่อยู่ในระดับดีเยี่ยม คือ ทักษะการออกแบบ ทดลอง และทักษะปฏิบัติการทดลอง มีคะแนนร้อยละ 90.49 และ 81.41 ตามลำดับ ทักษะการบันทึกผลการทดลองมีคะแนนร้อยละ 77.56 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และทักษะสรุปและอภิปรายผลการทดลองคะแนนร้อยละ 51.46 ซึ่งอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

5.1.2.2 ผลการศึกษาทักษะการทดลองรายบุคคล

คะแนนทักษะการทดลองของนักเรียนเป็นรายบุคคลร้อยละ 46.34 มีคะแนนทักษะในระดับดีเยี่ยม ร้อยละ 31.91 อยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 14.63 อยู่ในระดับดี และร้อยละ 7.32 อยู่ในระดับค่อนข้างดี

5.1.2.3 ผลการศึกษาทักษะการทดลองรายแผน

นักเรียนมีคะแนนทักษะการทดลองในระดับดีเยี่ยมในหัวข้อ พื้นที่ผิวสัมผัส รวมของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และชนิดหรือรูปแบบชาติของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (มีคะแนนร้อยละ 83.22 และ 80.19 ตามลำดับ) คะแนนทักษะการทดลองในระดับดีมากในหัวข้อ อุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (มีคะแนนร้อยละ 77.97 และ 76.79 ตามลำดับ) และคะแนนทักษะการทดลองในระดับดีในหัวข้อ ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (มีคะแนนร้อยละ 74.65)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

5.2.1.1 สำหรับเนื้อหา เรื่อง อุณหภูมิที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ควรเลือกปฏิกิริยาที่ไม่เกี่ยวข้องกับแก๊ส เพาะแก๊สจะทำให้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ยาก หรืออาจให้ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากแก๊สจะขยายตัวที่อุณหภูมิสูงจึงส่งผลต่อผลการทดลองที่สังเกต

5.2.1.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรออกแบบในรูปแบบ เนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนที่ศึกษา ควรออกแบบทดสอบวิเคราะห์มากกว่าความรู้ความจำ

5.2.1.3 การทำการวิจัยด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ควรวิเคราะห์ผลการทำกิจกรรมในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) โดยเฉพาะกิจกรรมทำนายของนักเรียนไปทุกกิจกรรม เพื่อให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถอธิบายได้

1) ควรกำหนดให้มีเกณฑ์และดำเนินการประเมินผลทักษะการทดลองของนักเรียน ให้ชัดเจน เป็นแนวทางเดียวกันทุกกิจกรรม

2) การวิเคราะห์ผลการวิจัยรายเนื้อหาหรือรายแผนการจัดการเรียนรู้ จะสามารถปรับกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปให้ได้ยิ่งขึ้น

3) การทำวิจัยกับห้องเรียนที่มีจำนวนนักเรียนมาก ควรมีการแบ่งกลุ่มนักเรียน ให้มีจำนวนที่เหมาะสม และควรเพิ่มครุภาระที่ช่วยกำกับดูแลนักเรียนในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มที่เต็มศักยภาพ

4) ควรใช้รูปแบบจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ในเนื้อหา หรือระดับชั้นอื่น ๆ ด้วย

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนรู้

5.2.2.1 การเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี นักเรียนต้องเข้าใจความหมายของการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ในเรื่องปฏิกิริยาเคมี ในระดับสูงขึ้น หรือเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวกับเคมี เช่น สมดุลเคมี เป็นต้น

5.2.2.2 กิจกรรมการทำนายในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ให้นักเรียนแสดงเหตุผลที่เป็นแนวทางเดียวกันกับการตั้งสมมติฐาน เพื่อให้เป็นข้อมูลในการออกแบบการทดลองในขั้นต่อไป

5.2.2.3 การออกแบบการทดลองที่ให้นักเรียนนำเสนอด้วยการวาดภาพ ควรเน้นให้นักเรียนเขียนอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นด้วย

5.2.2.4 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ควรเพิ่มกิจกรรม หรือสถานการณ์ การทดลองให้มีความหลากหลาย และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น จะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

5.2.2.5 ควรจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา การทดลอง รวมถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กฤชภู พนันชัย และคณะ. “ความเข้าใจในมติและแบบจำลองทางความคิด เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบาย”, สารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา. 1(1): 49-60; ธันวาคม, 2560.
- กมลพิพิญ บริบูรณ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. “การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, ใน การจัดประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา แห่งชาติ ครั้งที่ 34. น. 1996-2005. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2558.
- กมลวรรณ กันยาประลิท. (2558). “5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry)”, เอกสารประกอบการสอน ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ PDF. http://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5_Essential_features_of_inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=1434440007462. 4 มกราคม, 2563.
- ขวัญชนก ภูทองขาว และหล้า ภาณุตานนท์. “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยใช้รูปแบบการสอนของ Underhill สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”, สารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 8(3): 54-60; กันยายน, 2557.
- ชาตรี ฝ่ายคำ. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้”, สารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเครเว. 11(1): 36-38; เมษายน, 2551.
- ณัฐสุดา กล้าหาญ และเสมอ ชัยรัมย์. “การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนการสอน แบบสืบเสาะชี้แนวทาง”, ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติ นอบ. วิจัย ครั้งที่ 6. น. 103-111. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- ณราภรณ์ บุญกิจ. “ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสง จากการกิจกรรม การเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย”, ใน การประชุมทางวิชาการการเสนอ ผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. น. 1212-1220. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ดาวรัตน์ ชัยพิลา และสกนธิชัย ชะบูนันท์. “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”, สารสารศึกษาศาสตร์. 27(2): 98-109; สิงหาคม, 2559.
- ทิศนา แรมณี. ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- บุษยา แสงทอง และสุภารพ พรไตร. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการจำลอง ตัวของดีเอ็นเอ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 10. น. 217-227. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559.
- ปราญชลี นนทรวัน, ปรนนอม แซ่จี๊ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. (2558). “การศึกษาโน้มติดิจิทัล วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”, ใน การประชุมวิชาการ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9. น. 371-379. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.
- พิศน์ณิชา กุลปฐวีวัฒน์ และคณะ (2556). “การพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”, สารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 30(1): 103-121; มิถุนายน, 2556.
- พนัสดา มาตรราช, สุภาพ ตาเมือง และศักดิ์ศรี สุภาษร. “การพัฒนาความเข้าใจโน้มติดิจิทัล วิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวิภูจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในชั้นสร้างความสนใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ งานเกษตรแพร์นทรีอีสาน: ความหลากหลายทางชีวภาพ วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ ครั้งที่ 4. น. 356-366. ศกลนคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559.
- พรณวิภา รัชตธนกุล และมาเรียม นิลพันธุ์. “การพัฒนาชุดการสอนสื่อประสม เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWLH Plus โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านชั้นเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงาน วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”, สารสารวิชาการ Veridian E-Journal สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ. 8(1): 298-304; เมษายน, 2558.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พัลยมน เย็นสมุทร และเสนอ ชัยรัมย์. “การพัฒนาความเข้าใจเชิงโน้มติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส โดยกิจกรรมทนาบายน้ำ-สังเกต-อธิบาย”, ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 8. น. 245-254. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.
- พศยา สันสน และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. “การพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง รูปร่างไม่规则โลกเคนต์ โดยกลวิธีจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย”, วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 6(2): 83-97; ธันวาคม, 2558.
- เพ็ญศรี เศรษฐชัย, ศักดิศรี สุภารัตน์ และ นิภาวรรณ พองพรหม. “การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสารในชีวิตประจำวันเป็นฐานในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 4. น. CH-120-CH-123. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2555.
- เพ่องฟ้า บุญกอง และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเบรียบเทียบ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนลำพระเพลิงพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา”, ใน การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 3 ก้าวสู่หัวใจที่ 2: บูรณาการงานวิจัย ใช้องค์ความรู้ สู่ความยั่งยืน ครั้งที่ 3. น. 668-677. นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา, 2559.
- เพื่องลัดดา จิตจักร. “ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6”, ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลการวิจัยระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 6. น. 356-366. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2558.
- ไฝ พันงาม และศักดิศรี สุภารัตน์. “การพัฒนาความเข้าใจโน้มติ เรื่อง สารละลาย ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นสร้างความสนใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1”, ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติและนานาชาติ กลุ่มระดับชาติด้านการศึกษา ครั้งที่ 44. น. 1128-1143. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2560.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

กรณ์ภัสสรณ์ จ่าชัยภูมิ, จิตomas สุขแสวง และศุภกิจ อาชีวะวนิช. “การพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน”, ใน การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 53. ไม่ปรากฏเลขหน้า. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557.

มาเรียม วันนาด, เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ และสุทธิน กิ่งทอง. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผัง รูปตัววี และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 7(2): 254-264; ตุลาคม, 2559.

เมธิน อินทรประเสริฐ, สายรุ้ง ขาวสุภา และวิภาวดี อนุตรศักดิ์. “ผลของกลวิธีการสอนทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย ที่มีต่อความเข้าใจในทัศน์และผลสัมฤทธิ์ การเรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย”, วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทาง การศึกษา. 11(1): 238-252; มกราคม-มีนาคม, 2559.

มิรันตี โพพางษ์. ความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองในการศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.

มิรันตี โพพางษ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. “ความก้าวหน้าทางการเรียนและทักษะการทดลอง 在การเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(1): 57-65; มกราคม-มิถุนายน, 2557.

รุจิระ ภารีสุข. การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

ลำพูน สิงห์ข้า และไฟศาล สุวรรณ์น้อย. “การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมโนมติ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 35(2): 93-102; เมษายน-มิถุนายน, 2555.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาสน์, 2543.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วารุณี ไชยรงค์ และถาวร สุภาพร. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อด้วยการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E และเกมวิทยาศาสตร์”, ใน การประชุมวิชาการ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 8. น. 285-293.
อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.
- วิจารณ์ พานิช. “วิถีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21”, วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้. 1(2): 3-14; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2558.
- วิภาวดน์ เสนาผล และเสนอ ชัยรัมย์. “การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์โดยใช้สารประกอบในชีวิตประจำวัน”, ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 6. น. 132-144. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- วรุนันท์ ช้อยกิตติพันธ์ และการต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. “การพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง รูปร่างไม่规则ๆ เคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ”, ใน การประชุมวิชาการ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9. น. 380-387.
อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.
- วราภรณ์ ตองติดลำ และอาทิตยา ขาวพราย. “การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและแรงลัพธ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE)”, ใน การประชุมสัมมนาวิชาการ นำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17. น. 835-844. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2560.
- ศักดิ์ศรี สุภาร. “กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 22(3): 331-343; กันยายน-ธันวาคม, 2554.
- ศุภាបิชญ์ กุลธิ และศักดิ์ศรี สุภาร. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 6. น. 121-131. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ศุภอิດารัตน์ ไมยะปัน. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน เจตคติ เชิงวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่าง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ LADDA. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.
- ศราวุธ นาเสี้ยม. การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ครุสภากาดพร้าว, 2546.
- หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3. กรุงเทพฯ: ครุสภากาดพร้าว, 2551.
- สาและ ดีไซเนอร์. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยชุด การเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- สุชาทิพย์ บุญส่อง และสุภาพร พรไตร. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ ดีเอ็นเอ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์”, ใน การประชุมทางวิชาการ ระดับชาติ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 10. น. 228-239. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี, 2559.
- สุรุษ วุฒิพรหม และมานะ ชาติมนตรี. “การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่องกลศาสตร์ของไอล”, วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. 8(2): 149-160; กรกฎาคม- ธันวาคม, 2558.
- สุวนิตย์ บุญเพ็ง, เอกรัตน์ ทานาค และอภิสิทธิ์ คงชนะ. (2557). “การพัฒนาแนวคิด เรื่อง อัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ตัวแทนความคิด ที่หลากหลาย ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ”, ใน การประชุมทางวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. น. 113-120. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2545.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สนทยา บังพรม และศักดิ์ศรี สุภารัตน์. “การพัฒนาความเข้าใจในมนติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ด้วยวิภูจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6”, ใน การประชุมทางวิชาการ ระดับชาติ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9. น. 411-420. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

_____. แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2553.
ออนไลน์ ดาวงอย และคณะ. “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ แผนผังตัว喻ในอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 6(1): 14-31; พฤษภาคม, 2558.

ยิกมนตรี อาเวกกะจิ และศักดิ์ศรี สุภารัตน์. “การพัฒนาความเข้าใจในมนติวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวิภูจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, ใน การประชุมวิชาการ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9. น. 388-398. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). **Science: a process approach for teacher.** Washington DC: AAAS, 1970.

Chairam, S., Somsook, E., & Coll, R. K. “Enhancing Thai students’ learning of chemical kinetics”, **Research in Science & Technological Education.** 27(1): 95-115; March, 2009.

Good, C.V. **Dictionary of Education.** New York: McGraw-Hill, 1973.

Kearney, M. “Classroom Use of Multimedia-Supported Predict-Observe-Explain Tasks in a Social Constructivist Learning Environment”, **Research in Science Education.** 1(34): 427-453; December, 2004.

National Research Council (NRC). **National Science Education Standards.**

Washington D.C.: National Academy, 1996.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Natjareeporn Simmaroon, Songsak Phusee-orn and Prasart Nuangchalearn.

“Development of the program for enhancing integrated science process skills, ability in analyzing, and scientific mind of Mathayomsuksa 4 students through the integration of authentic assessment”, **Journal of Educational Measurement Mahasarakam University (JEM-MSU)**. 22(1): 141-152; December, 2016.

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คะแนนเต็ม 28 คะแนน

เวลา 60 นาที

คำชี้แจง ข้อสอบ จำนวน 28 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วกาบบาท
คำตอบที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ (28 คะแนน)

1. ปฏิกิริยาการเผากระดาษ

กระดาษ + แก๊สออกซิเจน → แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ

ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. น้ำเป็นสารตั้งต้น
- ข. แก๊สเป็นสารตั้งต้น
- ค. กระดาษเป็นสารผลิตภัณฑ์
- ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารผลิตภัณฑ์

2. ข้อใดเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. ผสมสาร A ลงในสาร B แล้วได้สารละลาย AB
- ข. ผสมสาร C ลงในสาร D แล้วได้สาร CD ที่มีสมบัติต่างจาก C และ D
- ค. ผสมสาร E ที่เป็นของแข็งกับสาร F ที่เป็นของแข็งแล้วได้สาร EF เป็นของแข็ง
- ง. วางสาร G ที่เป็นของแข็งไว้แล้วสาร G กลایเป็นแก๊ส

3. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

- ก. การเกิดลูกลை
- ข. การทำนาเกลือ
- ค. การเกิดสนิมที่ร็อว์เหล็ก
- ง. การละลายของน้ำแข็ง

4. การเปลี่ยนแปลงตามข้อใดไม่ใช่การเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์
- ข. การสกัดสีจากดอกบานไม้รูโรยด้วยเอทานอล
- ค. กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
- ง. วิตามินซีในน้ำมะนาว сладкийตัวเมื่อได้รับความร้อน

5. เราชาราบได้อย่างไรว่าเกิดปฏิกิริยาระหว่าง น้ำส้มสายชูกับผงพู
 ก. เกิดตะกอน
 ข. สารเปลี่ยนสี
 ค. เกิดฟองแก๊ส
 ง. ปริมาณสารเพิ่มขึ้น
6. เมื่อจุ่มลวดแมกนีเซียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จะเกิดผลตามข้อใด
 ก. มี Mg และ Cl_2 เกิดขึ้น
 ข. มี Mg และ CO_2 เกิดขึ้น
 ค. มี $MgCl_2$ และ O_2 เกิดขึ้น
 ง. มี $MgCl_2$ และ H_2 เกิดขึ้น
7. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส
 ก. ใส่เม็ดน้ำเพิ่มเพื่อลดความเค็มของกวยจื๊บ
 ข. ใส่ปูนขาวเพื่อลดความเป็นกรดของดิน
 ค. ใส่น้ำเพิ่มเพื่อลดความเค็มของน้ำชาป
 ง. รดน้ำผักเพื่อลดความเค็มของปุ๋ย
8. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
 ก. ตะปูกับผงตะไบเหล็กหนักเท่ากันถ้ากลบดินทึ่งไว้ ตะปูจะกร่อนหมดเร็วกว่า
 ข. ก้อน $CaCO_3$ จะมีพื้นที่ผิวสัมผัสร่วมมากกว่าผง $CaCO_3$ ที่มีมวลเท่ากัน
 ค. การบีบแป้งเป็นก้อน เป็นวิธีการทำให้แป้งมีพื้นที่ผิวสัมผัสร่วมเพิ่มขึ้น
 ง. ผง $CaCO_3$ เกิดปฏิกิริยา กับกรดไฮโดรคลอริกได้เร็วกว่าก้อน $CaCO_3$
9. ข้อใดเป็นผลให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น
 ก. เก็บผักสดไว้ในตู้เย็น
 ข. แช่ข้าวเหนียวในน้ำร้อน 10 นาทีก่อนนำไปนึ่ง
 ค. นำเนื้อหมูจากช่องแช่แข็งไปแช่น้ำก่อนนำไปหั่น
 ง. นำผักแช่ในน้ำเย็นทันทีหลังจากที่ลวกน้ำร้อนแล้ว

10. ถ้า้นำสาร A ทำปฏิกิริยา กับสาร B เปรียบเทียบกับการนำสาร A ทำปฏิกิริยา กับสาร C
ข้อใดถูกต้อง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้เหมือนกัน เพราะทำปฏิกิริยา กับสาร A เหมือนกัน แต่เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจะไม่เท่ากัน
 - ผลิตภัณฑ์ที่ได้เหมือนกัน เพราะทำปฏิกิริยา กับสาร A เหมือนกัน
 - ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่เหมือนกัน เพราะสารตั้งต้นแตกต่างกัน
 - ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่เหมือนกัน เพราะสารตั้งต้นแตกต่างกัน แต่เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจะเท่ากัน
11. ถ้านำโลหะแมgnีเซียม สังกะสี และทองแดง ทำปฏิกิริยา กับกรดไฮโดรคลอริก ผลที่ได้จะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน
- เหมือนกันทั้ง 3 ชนิด
 - ไม่เหมือนกันทั้ง 3 ชนิด
 - สังกะสีกับทองแดงให้ผลเหมือนกัน
 - แมgnีเซียมกับทองแดงให้ผลเหมือนกัน
12. ถ้านำเปลือกไข่ไก่ ทำปฏิกิริยา กับน้ำส้มสายชู และนำเปลือกไข่ไก่ ทำปฏิกิริยา กับน้ำยาล้างห้องน้ำ ผลที่ได้จะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน เพราะเหตุใด
- เหมือนกัน เพราะเป็นเปลือกไข่ไก่เหมือนกัน
 - เหมือนกัน เพราะทั้งน้ำส้มสายชูและน้ำยาล้างห้องน้ำเป็นกรด และเป็นเปลือกไข่ไก่เหมือนกัน
 - ไม่เหมือนกัน เพราะเป็นน้ำส้มสายชูและน้ำยาล้างห้องน้ำเป็นสารต่างชนิดกัน
 - ไม่เหมือนกัน เพราะน้ำส้มสายชูและน้ำยาล้างห้องน้ำมีสีไม่เหมือนกัน
13. นักเรียนสามารถเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นได้อย่างไร
- ปั๊นเป็นก้อน
 - บีบเป็นแผ่น
 - ดึงเป็นเส้นยาว
 - หันเป็นชิ้นเล็ก ๆ

14. เมื่อรับประทานยาลดกรดในกระแสอาหาร ต้องทำอย่างไรเพื่อให้ตัวยาทำงานปกติริยากับกรดในกระแสอาหารได้เร็วขึ้น
- กลืนหั้งเม็ด
 - ดีม่น้ำตามมาก ๆ
 - กินยาพร้อมกับนม
 - เคี้ยวยาให้ละเอียด
15. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- แผ่นทองแดงที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเกิดปฏิกิริยากับกรดได้ดีกว่าขนาดเล็ก เพราะมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่า
 - แผ่นทองแดงที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเกิดปฏิกิริยากับกรดได้ดีกว่าขนาดเล็ก เพราะมีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อยกว่า
 - แผ่นทองแดงที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเกิดปฏิกิริยากับกรดได้ช้ากว่าขนาดเล็ก เพราะมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่า
 - แผ่นทองแดงที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเกิดปฏิกิริยากับกรดได้ช้ากว่าขนาดเล็ก เพราะมีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อยกว่า
16. ข้อใดเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- คำตั้มปลาในหม้อขนาดเล็ก
 - ขาวແລ່ປຳກ່ອນນຳໄປຫອດ
 - ສັມເອາປຳຫາເກລືອກ່ອນນຳໄປພາ
 - ແດງຫອດປາໃນกระทะขนาดใหญ่
17. ในการปรุงอาหาร เพราะเหตุใดต้องหันอาหารให้เป็นชิ้นเล็กลง
- เพื่อความสวยงาม
 - ช่วยให้สะគកในการกิน
 - เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวช่วยให้อาหารสุกเร็วขึ้น
 - เพื่อให้น่ารับประทานได้ปริมาณอาหารมาก ๆ

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 18

ชุดที่ 1 สาร A ความเข้มข้น 5% ทำปฏิกิริยา กับสาร B

ความเข้มข้น 5%

ชุดที่ 2 สาร A ความเข้มข้น 5% ทำปฏิกิริยา กับสาร B

ความเข้มข้น 10%

18. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. สารผลิตภัณฑ์ที่ได้ของชุดที่ 1 และ 2 เมื่อนกัน เพราะเป็นสารตั้งต้นเหมือนกัน
- ข. สารผลิตภัณฑ์ที่ได้ของชุดที่ 1 และ 2 ไม่เหมือนกัน เพราะเป็นสาร B มีความเข้มข้นต่างกัน
- ค. ชุดที่ 2 ได้สารผลิตภัณฑ์มากกว่า เพราะสาร B มีความเข้มข้นมากกว่า
- ง. ชุดที่ 2 เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า เพราะสาร B มีความเข้มข้นมากกว่า

19. ถ้าฟอกสีผมด้วยไฮโดรเจน Peroxide 3%, 6% และ 9% ข้อใดถูกต้อง

- ก. ผมที่ฟอกด้วยไฮโดรเจน Peroxide 3% ฟอกได้เร็วที่สุด
- ข. ผมที่ฟอกด้วยไฮโดรเจน Peroxide 6% ฟอกได้เร็วที่สุด
- ค. ผมที่ฟอกด้วยไฮโดรเจน Peroxide 9% ฟอกได้เร็วที่สุด
- ง. ผมที่ฟอกด้วยไฮโดรเจน Peroxide ทั้ง 3 ความเข้มข้นฟอกได้เร็วเท่ากัน

20. ปฏิกิริยain ในข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่เข้ากับความเข้มข้นของสารตั้งต้น

- ก. ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนไนท์ กับด่างทับทิม
- ข. ปฏิกิริยาการกำจัดแอลกอฮอล์ในเลือดของคน
- ค. ปฏิกิริยาการฟอกสีผมด้วยไฮโดรเจน Peroxide
- ง. ปฏิกิริยาระหว่างลดทองแดง กับน้ำยาล้างห้องน้ำ

21. อุณหภูมิของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร

- ก. อุณหภูมิของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่น เมื่อเร็ว
- ข. อุณหภูมิของสารสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่น เมื่อเร็ว
- ค. อุณหภูมิของสารสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่น เมื่อเร็ว
- ง. อุณหภูมิของสารไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่น เมื่อเร็ว

22. ข้อใดเป็นผลให้ปฏิกริยาเกิดเร็วขึ้น
- เก็บผักสดไว้ในตู้เย็น
 - แช่ข้าวเหนียวในน้ำร้อน 10 นาทีก่อนนำไปนึ่ง
 - นำเนื้อหมูจากช่องแข็งไปแช่น้ำก่อนนำไปหั่น
 - นำผักแซ่บในน้ำเย็นทันทีหลังจากที่ลวกน้ำร้อนแล้ว
23. ถ้านักเรียนวิงด้วยความเร็วคงที่ในห้องปรับอากาศกับในห้องอุณหภูมิปกติ นักเรียนจะรู้สึกว่า ร่างกายเผาผลาญพลังงานเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- ห้องปรับอากาศจะทำให้ร่างกายเผาผลาญพลังงานน้อยกว่า เพราะอุณหภูมิต่ำกว่า
 - ห้องปรับอากาศจะทำให้ร่างกายเผาผลาญพลังงานมากกว่า เพราะอุณหภูมิต่ำกว่า
 - ห้องปกติจะทำให้ร่างกายเผาผลาญพลังงานน้อยกว่า เพราะอุณหภูมิสูงกว่า
 - ร่างกายเผาผลาญพลังงานไม่ต่างกัน
24. ถ้าต้องการทำลักษณะให้สุกเร็ว นักเรียนจะทำอย่างไร
- ตั้งทึงไว้ในที่อากาศโล่ง ๆ
 - ใส่ไว้ในตู้เย็น
 - แวนหน้าบ้าน
 - ใส่ไว้ในกระสอบ
25. ข้อใดทำให้ปฏิกริยาเคมีเกิดช้าลง
- แช่น้ำเย็นในตู้เย็น
 - การลวกผักก่อนการนำไปผัด
 - การสับหมูให้ละเอียดก่อนใส่ในข้าวต้ม
 - การหั่นเนื้อหมูเป็นชิ้นบาง ๆ ก่อนนำไปย่าง
26. การทดลองในข้อใด ที่มีอัตราการเกิดปฏิกริยาสูงสุดที่อุณหภูมิเดียวกัน
- ใส่สังกะสีผงละเอียดหนัก 1 กรัมลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 mol/L
 - ใส่สังกะสีผงละเอียดหนัก 1 กรัมลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 mol/L
 - ใส่แผ่นสังกะสี 1 ชิ้น หนัก 1 กรัมลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 mol/L
 - ใส่แผ่นสังกะสี 1 ชิ้น หนัก 1 กรัมลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 mol/L
27. จากสมการ $A + B \rightarrow C + D$ ข้อใดถูกต้องที่สุด
- นำ A ไปแช่เย็นก่อนเติมใน B จะทำให้ได้ D มากขึ้น
 - ใส่ A ทั้งก้อนจะทำให้เกิด D เร็วกว่าการบด A ก่อนใส่
 - การเพิ่มความเข้มข้นของ A จะทำให้สาร C มากขึ้น
 - การเพิ่มความเข้มข้นของ B จะทำให้เกิดสาร C ได้เร็วขึ้น

28. การทดลองใช้เปลือกไข่ไก่ทำปฏิกิริยากับน้ำส้มสายชู ในการทดลอง ถ้าใช้เปลือกไข่ที่มีมวลเท่ากัน ข้อใดจะเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุด
- ก. เปลือกไข่ไก่กับน้ำส้มสายชู 10 mL
 - ข. เปลือกไข่ไก่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชู 10 mL
 - ค. เปลือกไข่ไก่กับน้ำส้มสายชูเจือจาง 10 mL
 - ง. เปลือกไข่ไก่บดละเอียดกับน้ำส้มสายชูเจือจาง 10 mL

ภาคผนวก ข
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 2 คาบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 1

ผู้สอน นางสาวณัฐนันท์ เฉลิยพงษ์

โรงเรียนยโสธรพิทยาคม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

- 1) ว 3.2 ม. 2/1 ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวล และพลังงาน เมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) ว 3.2 ม. 2/2 ทดลองอธิบายและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 3) ว 3.2 ม. 2/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 4) ว 3.2 ม. 2/4 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง ปลอดภัย วิธีป้องกันและแก้ไขอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมี

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าประการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

- 1) ว 8.1 ม. 2/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจอย่างครอบครัวและเชื่อถือได้
- 2) ว 8.1 ม. 2/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบ หลาย ๆ วิธี
- 3) ว 8.1 ม. 2/3 เลือกเทคนิคหรือการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุเครื่องมือที่เหมาะสม
- 4) ว 8.1 ม. 2/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
- 5) ว 8.1 ม. 2/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจำปัจจัยพยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบ
- 6) ว 8.1 ม. 2/6 สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจ ตรวจสอบ
- 7) ว 8.1 ม. 2/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและ ผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
- 8) ว 8.1 ม. 2/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกตการสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่ง ความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้
- 9) ว 8.1 ม. 2/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สารสำคัญ

การเกิดปฏิกริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงของสารแล้วได้สารใหม่เกิดขึ้น การเกิดปฏิกริยา ของสาร มวลของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกริยา จะเท่ากับมวลของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- 1) อธิบายความหมายของการเกิดปฏิกริยาเคมีได้
- 2) ยกตัวอย่างปฏิกริยาเคมีได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- 1) ทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

ด้านเจตคติ (A)

- 1) มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์
- 2) แสดงความเป็นคนซ่างสังเกต ซ่างคิด ซ่างสงสัย ฝ่ายเรียนรู้ และมุ่งมั่นในการเสาะแสวงหาความรู้

ทักษะ กระบวนการ

- 1) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2) กระบวนการกลุ่ม
- 3) กระบวนการคิด
- 4) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- 5) ทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (3R 7C)
 - 5.1) ทักษะการอ่าน (Reading); R1
 - 5.2) ทักษะการเขียน (Writing); R2
 - 5.3) ทักษะการคิดคำนวณ (Arithmetic); R3
 - 5.4) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving); C1
 - 5.5) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and innovation); C2
 - 5.6) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, teamwork and leadership); C3
 - 5.7) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross-cultural understanding); C4
 - 5.8) ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communication information and media literacy); C5
 - 5.9) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing); C6
 - 5.10) ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and learning self-reliance, change); C7

คุณลักษณะ

- 1) มีเหตุผล
- 2) ยอมรับผลงานผู้อื่น
- 3) ใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- 4) มีความสามัคคี
- 5) มีความซื่อสัตย์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- 2) ความสามารถในการคิด
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้

การเกิดปฏิกริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงของสารแล้วได้สารใหม่เกิดขึ้น การเกิดปฏิกริยาของสาร มวลของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกริยา จะเท่ากับมวลของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

หลักฐานหรือร่องรอยการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน/ร่องรอย	วิธีการ/ เครื่องมือวัด	เกณฑ์ การประเมิน	ผู้ประเมิน
<u>ด้านความรู้ (K)</u> 1) อธิบาย ความหมาย ของการ เกิดปฏิกริยา เคมีได้ 2) ยกตัวอย่าง ปฏิกริยาเคมีได้	1) แบบประเมิน ทักษะการ ทดลอง 2) บันทึกกิจกรรม การทดลอง 3) การนำเสนอ 4) แบบฝึกหัด	1) บันทึก กิจกรรม 2) บันทึกกิจกรรม การทดลอง - ตรวจความ สมบูรณ์ - แบบ	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย 70%	1) ครูผู้สอน 2) เพื่อนร่วมชั้น

จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน/ร่องรอย	วิธีการ/ เครื่องมือวัด	เกณฑ์ การประเมิน	ผู้ประเมิน
<u>ด้านทักษะ</u> <u>กระบวนการ (P)</u> <p>1) ทดลอง เพื่อศึกษา การเกิด ปฏิกิริยาเคมีได้</p> <u>ด้านเจตคติ (A)</u> <p>1) มีเจตคติที่ดีต่อ การเรียน วิทยาศาสตร์</p> <p>2) แสดงความ เป็นคนซ่าง สังเกต ซ่างคิด ซ่างสงสัย ไฝเรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการ เสาะแสวง หาความรู้</p>		2) การนำเสนอ - นำเสนอได้ ครบถ้วน ชัดเจน - แบบ ประเมิน การนำเสนอ 3) แบบฝึกหัด - ตรวจสอบ ความ ถูกต้อง - เฉลย แบบฝึกหัด		

กระบวนการจัดการเรียนรู้

- ครูดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบความพร้อมและพื้นฐานของนักเรียน
- ครูตั้งคำถามให้นักเรียนเตรียมตัวล่วงหน้า (K, R1, R2, C1, C3, C5, C6)
- การเปลี่ยนแปลง คืออะไร
- การเกิดปฏิกิริยาเคมี คืออะไร
- “การเปลี่ยนแปลง” กับ “การเกิดปฏิกิริยาเคมี” แตกต่างกันอย่างไร

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (K, R1, R2, C1, C3, C5, C6)

- 1) ครูสามารถนักเรียนเกี่ยวกับ “การเปลี่ยนแปลง” และ “การเกิดปฏิกริยาเคมี”
- 2) นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ “การเปลี่ยนแปลง” และ “การเกิดปฏิกริยาเคมี”

โดยสรุปได้ว่า

การเปลี่ยนแปลง คือ การเปลี่ยนจากอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเป็นอีกอย่าง ซึ่งแบ่งออกเป็น การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเกิดปฏิกริยา คือ การเปลี่ยนแปลงของสารที่มีสารใหม่เกิดขึ้น หรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมี นั่นเอง

และสามารถสรุปได้ว่า การเกิดปฏิกริยาเป็นส่วนหนึ่งของการแปลง



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงและการเกิดปฏิกริยาเคมี

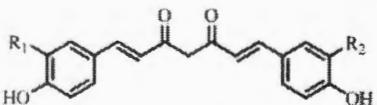
ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 จัดกิจกรรมทำนาย (Predict) ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(K, R1, R2, C1, C3, C5, C6)

- 3) ครูให้นักเรียนดูตัวอย่าง ขมิ้น ปูน (น้ำปูนใส) ผงฟู และน้ำส้มสายชู (ใช้บรรจุภัณฑ์ที่ขายตามห้องตลาดหรือที่ใช้ตามบ้าน)
- 4) ถามข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ให้นักเรียนดู

ตัวอย่างคำถ้าม	แนวทางการตอบคำถ้าม
<p>ขมิ้น</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ สิ่งที่นักเรียนเห็นคืออะไร ■ มีประโยชน์อย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ขมิ้น หรือขมิ้นชัน ■ ขมิ้นหรือขมิ้นชัน เป็นเครื่องเทศที่ใช้อย่างแพร่หลายในอาหารของประเทศแถบเอเชีย โดยเฉพาะอาหารประเภทแกง ด้วยรสชาติและสีสันอันเป็นเอกลักษณ์ มีรสเผ็ดร้อน และขมเล็กน้อย จึงถูกนำไปใช้เป็นเครื่องปรุงรสหรือแต่งสีในผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ และกัดเป็นน้ำมันหอมระ夷 สำหรับส่วนที่เป็นเหง้าหรือรากของต้นนิยมใช้ทำเป็นยาரักษารोคร เนื่องจากสารสำคัญสีเหลืองที่ชื่อว่า เคอร์คูมิน (Curcumin)
<ul style="list-style-type: none"> ■ ลองค้นหาข้อมูลว่า ขมิ้นมีชื่ออื่น ๆ อีกหรือไม่คืออะไรบ้าง 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ชื่อวิทยาศาสตร์ Curcuma longa Linn. ■ ชื่อวงศ์ ZINGIBERACEAE ■ ชื่อพ้อง Curcuma domestica Valeton ■ อังกฤษ Turmeric ■ ชื่อท้องถิ่น ขมิ้นแกง ขมิ้นชัน ขมิ้นหยอก ขมิ้นหัว ขี้มีน ตายอ สะยอม หมีน ■ ครุภัณฑ์มูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงสร้าง Curcumin <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Curcumin</p> </div>

ตัวอย่างคำダメ	แนวทางการตอบคำダメ
<p>ปูนขาว(น้ำปูนใส)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ สิ่งที่นักเรียนเห็นคืออะไร ■ มีประโยชน์อย่างไร ■ ลองค้นหาข้อมูลอื่นเกี่ยวกับปูนขาวหรือน้ำปูนใส 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ปูน ปูนขาว และน้ำปูนใส ■ ใช้แซ่อาหารเพื่อให้มีความแข็งหรือความกรอบเพิ่มขึ้น ป้องกันการเปื่อยยุ่ยของอาหารได้ หรือผู้เฒ่าผู้แก่ใช้ในการเคี้ยวมาก ■ ปูนขาว (CaO) ได้จากการเผาหินปูนหรือเปลือกหอย จันได้ของแข็งที่เป็นผงหรือเกร็ดสีขาวขุ่นที่เรียกว่า ปูนขาว หลังจากนั้น นำผงปูนขาวมาละลายในน้ำได้สารละลายของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) หรือเรียกว่า น้ำปูนใส
<p>ผงฟู</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ สิ่งที่นักเรียนเห็นคืออะไร (ตัวแทนมาตรฐานอ่านฉลากให้เพื่อนฟัง) ■ ชื่อวิทยาศาสตร์ สูตรเคมีคืออะไร ■ ผงฟูมีประโยชน์อย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ผงฟู ■ ผงฟู (Baking powder) เป็นส่วนผสมแห้งของสารเคมี คือ เบคกิ้งโซดา+กรดอ่อน H_2O_2 เป็นตัวที่ทำให้ขนมของพูซึ้น เบคกิ้งโซดา (Baking soda) คือ โซเดียมไบ卡րบอเนต (Sodium bicarbonate: NaHCO_3) เป็นผงสีขาว มีรสเค็มเล็กน้อย และมีฤทธิ์เป็นด่างอ่อน ๆ บางก็เรียกว่าโซดา ทำขนม <u>เบคกิ้งโซดาไม่มีผงฟู</u> แต่เบคกิ้งโซดา เป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งที่มีอยู่ในผงฟู ■ ใช้ทำขนม ทำให้ขนมฟู เช่น ขนมเค้ก แพนเค้ก มัฟฟิน หรือบิสกิต เป็นต้น

ตัวอย่างคำถ้า	แนวทางการตอบคำถ้า
น้ำส้มสายชู <ul style="list-style-type: none"> ■ สิ่งที่นักเรียนเห็นคืออะไร (ตัวแทนมาตรฐานอ่านฉลากให้เพื่อนฟัง) ■ ชื่อวิทยาศาสตร์ สูตรเคมีคืออะไร ■ น้ำส้มสายชูมีประโยชน์อย่างไร ถ้าไม่มีน้ำส้มสายชูใช้อะไรแทน 	<ul style="list-style-type: none"> ■ น้ำส้มสายชู หรือกรดน้ำส้ม ■ กรดแอลซิติก (Acetic acid) สูตรเคมีคือ CH_3COOH ■ ใส่อาหาร เพิ่มความเปรี้ยว ถ้าไม่มีน้ำส้มสายชูอาจใช้ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวแทน เช่น มะนาว เป็นต้น

5) ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมทำนายเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับกิจกรรมที่กำหนดให้เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

กิจกรรมที่ 1 ละลายปูนในน้ำ

กิจกรรมที่ 2 ผสมขมิ้นกับปูน

กิจกรรมที่ 3 เทน้ำส้มสายชูใส่ผงฟู

กิจกรรมที่ 4 เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส

ตัวอย่างใบบันทึกกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี				
ห้องที่ 1 กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี				
ศูนย์การเรียนรู้สังคมฯ ได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี (หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี)ของการละลายปูนในน้ำ การหยดน้ำส้มสายชูลงในผงฟู และการเป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส				
1.1 การทำนายใบขั้นต้นความสนใจ				
การทำนาย เกิดอะไรขึ้น	1.1 ละลายปูนในน้ำ	1.2 ผสมขมิ้นกับปูน	1.3 เทน้ำส้มสายชูใส่ผงฟู	1.4 เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส
การเปลี่ยนแปลง	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ... ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ...	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ... ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ...	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ... ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ...	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ... ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ...
ตรวจสอบวิธีทำนาย เช่นนี้ (เหตุผล)				

การทํานายในรูปแบบของการตั้งสมมติฐาน

ให้นักเรียนเพียงสมมติฐานสำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการนํอไปเป็น

1) คลายปุนในน้ำ

สมมติฐาน เมื่อหดน้ำปุนลงบนผิวน้ำมีน้ำ

เพราะ

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

2) หดน้ำปุนลงบนผิวน้ำมีน้ำ

สมมติฐาน เมื่อหดน้ำปุนลงบนผิวน้ำมีน้ำ

เพราะ

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

3) หดน้ำส้มสายชูลงใน Fangpu

สมมติฐาน เมื่อหดน้ำส้มสายชูลงใน Fangpu จะ

เพราะ

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

4) เป่าลมหายใจใส่น้ำปุนใส

สมมติฐาน เมื่อเป่าลมหายใจใส่น้ำปุนใสจะ

.....

ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรมสังเกต (Observe) ในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(K, P, A, R1, R2, C1, C3, C5, C6, C7)

- 6) ให้แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับกิจกรรมที่กำหนดให้เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

- กิจกรรมที่ 1 ละลายปูนในน้ำ
- กิจกรรมที่ 2 ผสมขมิ้นกับปูน
- กิจกรรมที่ 3 เทน้ำสัม沙ษฐ์ใส่ผงพู
- กิจกรรมที่ 4 เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

การบันทึกผลการทดลองหรือผลการสังเกตในขั้นอธิบาย		การเปลี่ยนแปลง	
การทดลอง	ผลการทดลอง	กายภาพ	เคมี
1) ละลายปูนในน้ำ			
	เขียนสมการเคมีได้เป็น		
2) ผสมขมิ้นกับปูน			
	เขียนสมการเคมีได้เป็น		
3) เทน้ำสัม沙ษฐ์ใส่ผงพู			
	เขียนสมการเคมีได้เป็น		
4) เป่าลมหายใจ ใส่น้ำปูนใส			
	เขียนสมการเคมีได้เป็น		

ขั้นที่ 3 จัดกิจกรรมอธิบาย (Explain) ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(K, R1, R2, C1, C3, C5)

7) ให้นักเรียนรวมกลุ่มใหม่ โดยให้ 2 - 3 เดิมรวมเป็นกลุ่มใหม่แล้วแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองของตนของอธิบายแลกเปลี่ยนคิดเห็นกันภายในกลุ่มใหม่

8) นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิมานนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้น

9) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกรรม โดยใช้แนวคิดตามต่อไปนี้

9.1) นักเรียนทราบได้ด้วยวิธีใดว่าสารเกิดปฏิกิริยาเคมี

9.2) สารใหม่ที่เกิดขึ้น คืออะไร มีวิธีการสูบหรือไม่

ตัวอย่างใบเฉลยผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง (การทดลอง เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี)

กิจกรรมที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี				
ตอนที่ 1 กิจกรรมท่านนาย-สังเกต-อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี				
คุณครูที่ ๑ กิจกรรมท่านนาย-สังเกต-อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี (หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี)ของการลองถ่ายปูนในน้ำ การหยดน้ำปูนลงบนผ้าม่าน การหยดน้ำส้มสายชูในผงซุย และการเปาลมหายใจใส่น้ำปูนใส่				
1.1 การท่านนายในขั้นสร้างความสนใจ				
การทดลอง	1.1 สองถ่ายปูนในน้ำ	1.2 หยดน้ำปูนบนผ้า	1.3 เทน้ำส้มสายชูใส่ผงซุย	1.4 เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส่
ท่านนายว่า เกิดอะไรขึ้น	เมื่อถ่ายปูนในน้ำ ปูนจะสามารถ ละลายทำให้บางส่วน ส่วนที่ไม่ ละลายจะแขวนอยู่ และจะ ^{ติดกับผนัง} มองดูแล้วเหมือนหิน ^{หิน} หิน	เมื่อยกน้ำปูนขึ้นมาดูจะพบว่า การทำให้ปูนขาดเป็นเส้นๆ จากสีขาวเป็นเส้นสี	เมื่อเท่าน้ำส้มสายชูใส่ผงซุย สีจะหายไป	เมื่อเป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส่จะมี ฟองน้ำขาวเกิดขึ้น
การเปลี่ยนแปลง	ทางกายภาพ <input checked="" type="checkbox"/> นี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ปูนจะถูกทำให้บางลง ทางเคมี <input checked="" type="checkbox"/> นี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ชีบะเปลี่ยนสี	ทางกายภาพ <input checked="" type="checkbox"/> นี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ... ทางเคมี <input checked="" type="checkbox"/> นี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ชีบะเปลี่ยนสี	ทางกายภาพ <input checked="" type="checkbox"/> นี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ทางเคมี <input checked="" type="checkbox"/> นี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ วิธีของแมกนีติก	ทางกายภาพ <input checked="" type="checkbox"/> นี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ทางเคมี <input checked="" type="checkbox"/> นี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ วิธีของแมกนีติก
เกราะละเอียดท่านนาย เข่นนั้น (เหตุผล)	มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เกิดขึ้นทั่วไป	มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นระหว่างชิ้นหินกับ ปูน คือการเป็นสารใหม่ที่ไม่ต่างจาก เดิม	มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นระหว่าง น้ำส้มสายชูกับผงซุย คือการเป็นสาร ใหม่ที่มีรสชาติเป็นกรด	มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นระหว่างผงซุย กับน้ำปูนใส่ คือการเป็นสารใหม่ที่ เป็นของแข็ง

ขั้นที่ 4 จัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain) ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (K, R1, R2, C1, C3, C5, C6)

10) ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

11) ครูนำรูปถ่ายหรือของจริงเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ถ่านที่ทำจากฟืน ขnmปังที่ขึ้นรา และตะปูหรือเศษเหล็กที่เป็นสนิมมาให้นักเรียนดู จากนั้น ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายตามแนวคิดตามต่อไปนี้

11.1) นักเรียนคิดว่าถ่านที่ทำจากฟืน ขnmปังที่ขึ้นรา และตะปูหรือเศษเหล็กที่เป็นสนิม เกิดขึ้นได้อย่างไร

11.2) การเปลี่ยนแปลงของสารดังกล่าวได้สารที่มีสมบัติเหมือนสารเดิมหรือไม่ อย่างไร

11.3) นักเรียนเคยสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารรอบตัวที่ทำให้ได้สารใหม่ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างจากสารเดิมหรือไม่ อะไรบ้าง

11.4) ภาพไหนเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดปฏิกิริยาเคมี

11.5) สิ่งที่เกิดขึ้น เกิดขึ้นได้อย่างไร

11.6) สิ่งใหม่ หรือสารใหม่ที่เกิดขึ้น คืออะไร

11.7) สิ่งที่สังเกตได้จากการเกิดปฏิกิริยาเคมี คืออะไรบ้าง

แนวทางการบูรณาการภาษาไทย: เล่าประสบการณ์เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่พบเห็นในชีวิตประจำวันตามที่นักเรียนรู้จักหรือได้ประสบมา

แนวทางการบูรณาการภาษาต่างประเทศ: พัง พุด อ่าน และเขียนบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่เรียนรู้หรือที่นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (K, R1, R2, C1, C3, C5, C6)

12) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้าง ที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

13) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

14) นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

15) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

15.1) การเกิดปฏิกิริยา คืออะไร

15.2) สิ่งที่สังเกตได้จากการเกิดปฏิกิริยาเคมี คืออะไรบ้าง

16) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิด หรือผังโน๊ตศูน

17) ครูตรวจให้คะแนนรายงานผลการทดลอง

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1) สื่อการเรียนรู้

- 1.1) หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 3 ชั้นม. 2
- 1.2) อุปกรณ์การทดลอง
- 1.3) ใบกิจกรรม
- 1.4) แบบฝึกหัด
- 1.5) หนังสือเรียนเคมี
- 1.6) หนังสืออื่น ๆ

2) แหล่งการเรียนรู้

- 2.1) ห้องสมุด
- 2.2) ข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการสอน/ผลการเรียนรู้

ข้อสังเกต/ข้อค้นพบ

แนวทางแก้ไขเพื่อปรับปรุงพัฒนา

ผลการพัฒนา (เป็นบันทึกหลังจากที่ได้พัฒนาผู้เรียนด้วยวิธีต่าง ๆ แล้ว)

ลงชื่อ

(นางสาวณัฐนันท์ เฉลียวพงษ์)

គ្រួសារ

ความเห็นผู้นิเทศ

ลงชื่อ

(.....)

ជំនួយ

ภาคผนวก ค
แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

กลุ่ม _____ ชื่อ-สกุล _____ เลขที่ _____ ห้อง _____

กิจกรรมที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตอนที่ 1 กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาและอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และทางเคมี (หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี) ของการละลายปูนในน้ำ การหยดน้ำปูนลงบนผิวมีน การหยดน้ำส้มสายชูลงในผงพู และการเป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส

1.1 การทำนายในขั้นสร้างความสนใจ

การทดลอง	1.1 ละลายปูนในน้ำ	1.2 ผสมมีนกับปูน	1.3 เทน้ำส้มสายชูใส่ผงพู	1.4 เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส
ทำนายว่า เกิดอะไรขึ้น				
การเปลี่ยนแปลง	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่..... ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่.....	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่..... ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่
เพราะอะไรจึงทำนาย เช่นนั้น (เหตุผล)				
ความมั่นใจ	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ

การทำนายในรูปแบบของการตั้งสมมติฐาน

ให้นักเรียนเขียนสมมติฐานสำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกรณีต่อไปนี้

1) ละลายปูนในน้ำ

สมมติฐาน เมื่อละลายปูนในน้ำ

.....
 เพราะ

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

2) หยดน้ำปูนลงบนผิวมีน

สมมติฐาน เมื่อหยดน้ำปูนลงบนผิวมีนจะ

.....
 เพราะ

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

3) หยดน้ำส้มสายชูลงในผงพู

สมมติฐาน เมื่อหยดน้ำส้มสายชูลงในผงพู

.....
 เพราะ

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

4) เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส

สมมติฐาน เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส

.....
 เพราะ

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

1.2 การสังเกตและการลงมือทดลองในขั้นสำรวจ

วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

1) ละลายปูนในน้ำ

- ปูน
- น้ำ
- ช้อนตักสาร
- บีกเกอร์
- แท่งแก้วคนสาร

2) หยดน้ำปูนลงบนผิวขาวมีน

- น้ำปูน (จากกิจกรรม 1)
- ไขมีน
- ขาดหายด
- หลอดหายด
- แผ่นรองทดสอบสาร
- มีด

3) หยดน้ำส้มสายชูลงในผงพู

- ผงพู
- น้ำส้มสายชู
- ช้อนตักสาร
- ขาดหายด
- หลอดหายด
- แผ่นรองทดสอบสาร

4) เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส

- น้ำปูนใส
- หลอดพลาสติก
- ถุงใส

วิธีดำเนินการทดลองหรือวิธีการสังเกต (วาดภาพหรือเขียนเป็น Flow chart)

1) ละลายปูนในน้ำ

2) หยดน้ำปูนลงบนผิวขาวมีน

3) หยดน้ำส้มสายชูลงในผงพู

4) เป่าลมหายใจใส่น้ำปูนใส

1.3 การอธิบายผลการทดลองหรือผลการสังเกตในข้ออธิบาย

การบันทึกผลการทดลองหรือผลการสังเกตในข้ออธิบาย

การทดลอง	ผลการทดลอง	การเปลี่ยนแปลง	
		ภาษาพหุ	เควี
1) ละลายปูนในน้ำ			
	เขียนสมการเคมีได้เป็น		
2) ผสมขมิ้นกับปูน			
	เขียนสมการเคมีได้เป็น		
3) เทน้ำส้มสายชูใส่ ผงฟู			
	เขียนสมการเคมีได้เป็น		
4) เป่าลมหายใจใส่ น้ำปูนใส			
	เขียนสมการเคมีได้เป็น		

การอธิบายผลการทดลองหรือผลการสังเกต

สรุปและอภิปรายผลผลการทดลอง (เปรียบเทียบผลการทดลองกับสมมติฐาน ทฤษฎี การทดลองของคนอื่น)

คำถ้ามท้ายกิจกรรม

- เราสามารถสังเกตการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากอะไรได้บ้าง

กลุ่ม _____	ชื่อ-สกุล _____	เลขที่ _____	ห้อง _____
-------------	-----------------	--------------	------------

ตอนที่ 2 กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้

การทดลอง เรื่อง

จุดประสงค์

2.1 การทำนาย

การทดลอง	เห็น้ำมันว่างบนเปลือกไข่ไก่
ทำนายว่า เกิดอะไรขึ้น	
การเปลี่ยนแปลง	ทางกายภาพ <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่ ทางเคมี <input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี ได้แก่
เพราะอะไรจึงทำนาย เช่นนั้น (เหตุผล)	
มั่นใจในเหตุผล	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ

สมนติฐาน เมื่อยดันน้ำปูนลงบนผิวนมิ้นจะ

เพรา

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

2.2 การสังเกต วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

วิธีการสังเกตหรือวิธีการทดลอง (วาดภาพหรือเขียนเป็น Flow chart)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

2.3 การอธิบายผลการสังเกตหรือผล

สรุปผลการทดสอบ

อภิปรายผลการทดลอง (เปรียบเทียบผลการทดลองกับสมมติฐาน ทฤษฎี การทดลองของคนอื่น)

ภาคผนวก ๔
แบบประเมินทักษะการทดลอง

แบบประเมินการออกแบบการทดลอง

ເຕີອງ.....

ลงชื่อ _____ ผู้ประเมิน

(_____)

วันที่ ____ / ____ / ____

เกณฑ์การประเมินการออกแบบการทดลอง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. สมมติฐาน	0	ไม่สามารถระบุสมมติฐานได้เลย
	1	เขียนทำนายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามแต่กำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามตัวใดตัวหนึ่งไม่ถูก
	2	เขียนทำนายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามแต่ไม่ให้เหตุผลประกอบ
	3	เขียนทำนายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามพร้อมให้เหตุผลประกอบ
2. การกำหนดตัวแปร	0	ไม่ระบุตัวแปรเลย
	1	กำหนดถูกต้อง 1 ตัวแปร
	2	กำหนดถูกต้อง 2 ตัวแปร
	3	บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง ทั้ง 3 ตัวแปร
3. อุปกรณ์และสารเคมี	0	กำหนดอุปกรณ์ไม่ถูกต้องเลย
	1	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน 3 อย่างขึ้นไป
	2	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน 1-2 อย่างขึ้นไป
	3	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้องและครบถ้วน
4. วิธีการทดลอง	0	ไม่สามารถกำหนดวิธีการและขั้นตอนการทดลองได้เลย
	1	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้องชัดเจนอย่างน้อย 1 ขั้นตอน
	2	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้องชัดเจนอย่างน้อย 2 ขั้นตอน
	3	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้องชัดเจนทุกขั้นตอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

เรื่อง.....

ลงชื่อ _____ ผู้ประเมิน

(_____)

วันที่ _____ / _____ / _____

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การปฏิบัติการทดลอง	0	ปฏิบัติการทดลองไม่ได้เลย หรือใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง 3 อย่างขึ้นไป
	1	ปฏิบัติการทดลองได้ แต่ไม่เป็นขั้นตอน
	2	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน แต่ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง 1 อย่าง
	3	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง
2. ความคล่องแคล่วในการทดลอง	0	ทำการทดลองเสร็จช้าไปมากกว่า 20 นาที
	1	ทำการทดลองเสร็จช้าไป 20 นาที
	2	ทำการทดลองเสร็จช้าไป 10 นาที
	3	ทำการทดลองเสร็จทันเวลา
3. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์หรือเครื่องมือ	0	ไม่ดูแลอุปกรณ์ในการทดลอง และไม่ทำความสะอาดเลย
	1	ดูแลอุปกรณ์ในการทดลอง แต่ไม่ทำความสะอาดเลย มีการเก็บเข้าที่เรียบร้อย
	2	ดูแลอุปกรณ์ในการทดลอง มีการทำความสะอาด แต่ไม่เก็บเข้าที่เรียบร้อย
	3	ดูแลอุปกรณ์ในการทดลอง มีการทำความสะอาดและเก็บเข้าที่ถูกต้องเรียบร้อย

แบบประเมินการบันทึกผลการทดลอง

เรื่อง.....

ลงชื่อ _____ ผู้ประเมิน

(_____)

วันที่ _____ / _____ / _____

เกณฑ์การประเมินการบันทึกผลการทดลอง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. ตารางบันทึกผลการทดลอง	0	ออกแบบตารางบันทึกผลไม่ได้เลย
	1	ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้แต่ยังไม่ครบถ้วนมากกว่า 2 ประเด็น
	2	ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน 1 ประเด็น
	3	ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูล
2. การบันทึกผลการทดลอง	0	ไม่บันทึกผลการทดลองเลย
	1	มีการบันทึกผลการทดลองเป็นระยะ แต่ไม่ครบถ้วน 3 อย่างขึ้นไป
	2	มีการบันทึกผลการทดลองเป็นระยะ แต่ไม่ครบถ้วน 1-2 อย่าง
	3	มีการบันทึกผลครบถ้วน นำเสนอผลการทดลองได้

แบบประเมินการบันทึกผลการทดลอง

เรื่อง.....

ลงชื่อ _____ ผู้ประเมิน

(_____)

วันที่ _____ / _____ / _____

เกณฑ์การประเมินการบันทึกผลการทดลอง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. อภิปรายผลการทดลอง	0	ไม่อภิปรายผลการทดลอง
	1	อธิบายผลการทดลองแต่ไม่ถูกต้องบางส่วน
	2	อธิบายผลการทดลองถูกต้อง
	3	อธิบายผลการทดลองถูกต้องและอภิปรายผลการทดลองว่า สอดคล้องหรือขัดแย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. สรุปผลการทดลอง	0	ไม่สรุปผลการทดลอง
	1	เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ตามตารางบันทึกผลการทดลอง แต่กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่ถูกต้องทั้งสองตัวแปร
	2	เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ตามตารางบันทึกผลการทดลอง แต่กำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามตัวใดตัวหนึ่งไม่ถูกต้อง
	3	เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ตามตารางบันทึกผลการทดลอง และกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง

ความหมายของระดับคะแนนในการประเมินทักษะการทดลอง

ที่	คะแนน (ร้อยละ)	ความหมาย
1	80 – 100	ดีเยี่ยม
2	75 – 79	ดีมาก
3	70 – 74	ดี
4	65 – 69	ค่อนข้างดี
5	60 – 64	ปานกลาง
6	55 – 59	ควรปรับปรุง
7	50 – 54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
8	0 – 49	ไม่ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 28 ข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.60	0.21	15	0.40	0.43
2	0.64	0.50	16	0.47	0.64
3	0.53	0.57	17	0.42	0.36
4	0.51	0.21	18	0.31	0.64
5	0.60	0.50	19	0.42	0.79
6	0.58	0.29	20	0.42	0.36
7	0.56	0.29	21	0.51	0.29
8	0.44	0.57	22	0.38	0.29
9	0.36	0.21	23	0.42	0.43
10	0.29	0.29	24	0.49	0.29
11	0.42	0.29	25	0.36	0.43
12	0.36	0.36	26	0.42	0.43
13	0.40	0.36	27	0.36	0.29
14	16	0.47	28	0.38	0.29
			เฉลี่ย	0.45	0.39

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability of KR-20) เท่ากับ 0.76

รายนามผู้เขียนวิชาญ

รายนามผู้เขียนวิชาญในการแนะนำ และตรวจเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ คือ

- | | |
|---|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภารต | คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 2. นางทัศนา กองศรี | ครุช่างงานการพิเศษ โรงเรียนยโสธรพิทยาคม |
| 3. นางแก่นจันทร์ ทองศรี | ครุช่างงานการพิเศษ โรงเรียนยโสธรพิทยาคม |

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวณัฐนันท์ เฉลียวพงษ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 16 หมู่ที่ 5 บ้านดงจาง ตำบลลึงแก อำเภอมาชนะชัย จังหวัดยโสธร
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์บุษยามาส จังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2543 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ว.ทบ.) สาขาวิเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2559 - ปัจจุบัน ครุ ค.ศ.1 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร พ.ศ. 2558 - 2559 ครุ ค.ศ.1 โรงเรียนประชารัฐพัฒนาการ อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2556 - 2558 ครุผู้ช่วย โรงเรียนประชารัฐพัฒนาการ อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น
ตำแหน่ง	ครุ ค.ศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร โทรศัพท์: 06 1451 9165 Email: karosey@live.com

