



การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

USING THE 4MAT TEACHING AND LEARNING FOR CHEMICAL
REACTION TO PROMOTE TEACHING ACHIEVEMENT AND
CONNECTION SKILLS OF 10th GRADE STUDENTS

โดย

รณิดา จิตติวัฒนากร

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2560



**USING THE 4MAT TEACHING AND LEARNING FOR CHEMICAL
REACTION TO PROMOTE TEACHING ACHIEVEMENT AND
CONNECTION SKILLS OF 10th GRADE STUDENTS**

BY

RAMIDA CHITTIWATTANAKORN

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

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2017

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิริยาเคมี ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

รณิดา จิตติวัฒนาก

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2560

ศ.ดร.สุพจน์ หารหนองบัว
ประธานกรรมการสอบ

ผศ.ดร.เพ็ญจันทร์ โกญจนาท
กรรมการ

ผศ.ดร.บุญธรรม สุทธิชัย
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ร.ต.หญิง ดร.วรรณิ์ สุขสาตร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

23 เมษายน 2561

Thesis entitled

**USING THE 4MAT TEACHING AND LEARNING FOR CHEMICAL
REACTION TO PROMOTE TEACHING ACHIEVEMENT AND
CONNECTION SKILLS OF 10th GRADE STUDENTS**

by

RAMIDA CHITTIWATTANAKORN

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

Rangsit University
Academic Year 2017

Prof.Supot Hannongbua, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Asst.Prof.Peangchan Goenchanart, Ed.D.
Member

Asst.Prof.Boonyaras Sookkheo, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

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

Dean of Graduate School

April 23, 2018

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นมาตามความคาดหวังของผู้เขียนได้ เนื่องมาจากความอนุเคราะห์อย่างยิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษาที่มีพระคุณ ผศ.ดร.บุญยรัศมี สุขเขียว อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เสียสละเวลาที่มีค่าในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับแนวคิดในการทำวิทยานิพนธ์ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.สุพจน์ หารหนองบัว ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ รวมถึง ผศ.ดร. เพ็ญจันทร์ โกญจนาท กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ชี้แนะแนวคิดที่ลึกซึ้งเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการมาเขียนเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ สำหรับโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้เงินทุนสนับสนุนในการศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขออ้อมระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ผู้ที่คอยสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งยังเป็นกำลังใจตลอดจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ และขออ้อมระลึกถึงพระคุณของครู อาจารย์ทุกท่าน ที่อบรม สั่งสอนถ่ายทอดความรู้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จด้วยดี

รมิดา จิตติวัฒนกร

ผู้วิจัย

5906735 : สาขาวิชาเอก: การสอนวิทยาศาสตร์; ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
 คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT, แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้, ความสามารถในการเชื่อมโยง, ปฏิกริยาเคมี

รมิดา จิตติวัฒนากกร: การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (USING THE 4MAT TEACHING AND LEARNING FOR CHEMICAL REACTION TO PROMOTE TEACHING ACHIEVEMENT AND CONNECTION SKILLS OF 10th GRADE STUDENTS) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.บุญยรัศมิ์ สุขเขียว, 119 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องปฏิกริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 41 คนจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้คือ (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT เรื่องปฏิกริยาเคมี (2) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและการสอนของครู (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนในเรื่องปฏิกริยาเคมี สถิติที่ใช้ในงานวิจัยคือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า (1) เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ผู้เรียนส่วนมากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในห้องเรียนและสามารถสร้างชิ้นงานออกมาโดยมีความถูกต้องของเนื้อหามากกว่าร้อยละ 80 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .05

5906735 : MAJOR: TEACHING SCIENCE; M.A. (TEACHING SCIENCE)

**KEYWORDS : 4MAT MODEL, LESSON PLAN, CONNECTION SKILLS,
CHEMICAL REACTION**

**USING THE 4MAT TEACHING AND LEARNING FOR CHEMICAL
REACTION TO PROMOTE TEACHING ACHIEVEMENT AND CONNECTION SKILLS
OF 10th GRADE STUDENTS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. BOONYARAS
SOOKKHEO, Ph.D., 119 p.**

The purposes of this research were to (1) study the 4MAT lesson planning on chemical reaction for the 10th grade students at a school in Pathumthani province and (2) compare students' learning achievement and connection skills of 10th grade students before and after studying the topic. The sample group was 41 students obtained by cluster random sampling. The instruments used in the research were (1) the 4MAT model lesson plan on the topic of chemical reaction (2) learning and teaching-behavior observation form and (3) the students' achievement test and the connection skill test on the chemical reaction topic. Statistical analyses were focused on arithmetic means, standard deviation and t-test. The result could be concluded that (1) after applying the 4MAT model, most of the students who participate in the activity could achieve more than 80% accuracy on the content and (2) the students' achievement and connection ability after using this teaching method were .05 significantly than those of before using the method.

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย	4
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ	6
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT	10
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	22
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	22
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	22
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	23
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล
4.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการสอน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และการอภิปรายผล	28
4.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีก่อนและหลังเรียน และอภิปรายผล	41
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีก่อนและหลังเรียน และอภิปรายผล	43
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ
5.1 การสรุปผลการวิจัย	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก	รายนามผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้ช่วยวิจัยและหนังสือราชการ
ภาคผนวก ข	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ภาคผนวก ค	ผลการหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็น
ภาคผนวก ง	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
ภาคผนวก จ	ตัวอย่างชิ้นงานนักเรียนและภาพกิจกรรม
ประวัติผู้วิจัย	119

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design	23
3.2 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และเวลาที่ใช้ในแต่ละแผน	24
4.1 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 1 แผนที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีของห้องที่ 1 และแนวทางการนำไปปรับใช้ในห้องที่ 2	32
4.2 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 1 แผนที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและแนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 2 เรื่องการดุลสมการเคมี	32
4.3 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 2 แผนที่ 3 และ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีของห้องที่ 1 และแนวทางการนำไปปรับใช้ในห้องที่ 2	36
4.4 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 2 แผนที่ 3 และ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 5 เรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	36
4.5 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 2 แผนที่ 5 เรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 6 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	37
4.6 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 3 แผนที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของห้องที่ 1 และแนวทางการนำไปปรับใช้ในห้องที่ 2	40
4.7 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 3 แผนที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันและแนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 8 เรื่องการสรุปภาพรวมของปฏิกิริยาเคมี	40
4.8 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	42
4.9 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงของผู้เรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	43
4.11	แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test	44

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย	4
2.1 การเรียนรู้ของเดวิด คอลฟ์ (Devid Kolb)	11
2.2 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT	12
2.3 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ในส่วนที่ 1	13
2.4 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ในส่วนที่ 2	14
2.5 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ในส่วนที่ 3	15
2.6 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ในส่วนที่ 4	16
2.7 แสดงขอบเขตการปฏิเสธ H_0	27

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้แยกออกเป็น 4 รายวิชาได้แก่ วิชาเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา และโลกและดาราศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยซึ่งได้ศึกษาทางด้านวิชาเคมีจึงได้เลือกทำการวิจัยเกี่ยวกับรายวิชาเคมีเป็นกรณีศึกษา เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการเชื่อมโยงวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมวิไล

วิชาเคมี เป็นวิชาหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาที่ได้กล่าวถึงเรื่องราวต่างๆเกี่ยวกับสมบัติ ส่วนประกอบ โครงสร้างของสาร รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในสารนั้นๆ จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดจากการที่สารมีการให้และรับพลังงานเข้ามา โดยการศึกษาวิชาเคมีจะต้องศึกษาให้ลึกซึ้งไปถึงกฎ ทฤษฎี และสมมติฐานต่างๆ เพราะทุกอย่างมีความสัมพันธ์และเกี่ยวเนื่องซึ่งกันและกัน นอกจากนี้วิชาเคมียังมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของสารต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสารโมเลกุลใหญ่ สารโมเลกุลเล็ก หรือแม้กระทั่งยีน ซึ่งเป็นสารที่โมเลกุลมีลักษณะที่สลับซับซ้อน และยังมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตอื่นๆอีกด้วย ดังนั้น วิชาเคมีจึงมีขอบเขตการศึกษาที่กว้างมากและเป็นวิชาที่ต้องมีการทดลองเช่นเดียวกับวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยผลจากการทดลองเป็นสิ่งที่ทำให้มนุษย์เกิดการเรียนรู้ธรรมชาติ ตลอดจนมีความรอบรู้ถึงกระบวนการต่างๆของสารที่เกิดขึ้น ซึ่งถือเป็นการขับเคลื่อนโลกแห่งการศึกษาไปสู่การพัฒนาและเป็นต้นกำเนิดของการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ

โดยปัจจุบันวิชาเคมีมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อมนุษย์ เพราะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและให้ผลประโยชน์ได้จริง อาทิเช่น การผลิตไฮโดรเจนในลอนและดาครอน เพื่อใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม การผลิตโลหะเจือ พลาสติก ซีเมนต์ เชื้อเพลิงและสียชนิดต่างๆเพื่อทำเป็นที่อยู่อาศัยกับยานพาหนะเพื่อการคมนาคม และวิชาเคมียังส่งผลดีต่อสุขภาพร่างกายคน อาทิเช่น การผลิต

ยาปฏิชีวนะและยารักษาโรคต่างๆ รวมไปถึงการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเช่น การทำปุ๋ย การทำยาฆ่าแมลง เป็นต้น (ทบทวนมหาวิทยาลัย, 2541, น.3)

จากการสัมภาษณ์ครูจากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี ในรายวิชาเคมีพื้นฐาน ถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 พบว่า ผู้เรียนนั้นมีปัญหาในด้านของการคิดเชื่อมโยงหรือการคิดแบบบูรณาการ ผู้เรียนมักท่องจำและไม่สามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปเชื่อมโยงกับหัวข้ออื่นๆ ได้ จึงไม่ได้ตระหนักและไม่เห็นถึงประโยชน์ในการเรียนรายวิชาดังกล่าว เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง โดยเฉพาะเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจัดเป็นเรื่องหลักของการเรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เนื่องจากเป็นความรู้พื้นฐานในการต่อยอดการเรียนรู้ในเรื่องอื่นๆ อีกมากมาย อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้อีกอย่างหลากหลาย อาทิเช่น การหุงต้มอาหารและการบ่มผลไม้ เป็นต้น ดังนั้น การสร้างทักษะในการคิดเชื่อมโยงจึงเป็นสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งในการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน (อรุณี ขุมทรัพย์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 17 เมษายน 2560)

โดยทักษะการเชื่อมโยงนั้น Hodgson (1995 อ้างถึงใน วาสุกรี ใจจันทร์, 2555) กล่าวว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหา โดยไม่ได้สนใจเพียงแต่คำตอบที่เกิดขึ้น แต่มุ่งประเด็นที่รูปแบบของกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการประยุกต์นำความรู้ เนื้อหาสาระ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

แต่พบว่าในปี 2015 ปัญหาที่เด็กไทยได้ประสบ คือเด็กขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และคิดเชื่อมโยง ซึ่งเป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด สืบเกิดได้จากการประเมินของโครงการ PISA ในปี 2015 พบว่าเด็กไทยกลุ่มอายุ 15 ปี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติทุกวิชา และพบว่าตั้งแต่มีการสอบ PISA มาคะแนนของนักเรียนในประเทศไทยมีผลคะแนนที่ไม่น่าเป็นที่พอใจนัก คืออยู่ระดับล่างหลังเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ มาโดยตลอด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

จึงนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการเชื่อมโยงหรือบูรณาการ โดยการจัดการเรียนการสอนนั้นมีอยู่หลากหลายวิธีด้วยกัน เช่น Problem-based Learning หรือ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็น

ตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา โดยเน้นผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ และรู้จักทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มผู้เรียน (วุฒิพงษ์ ชินศรี, 2553) หรืออาจจะเป็นวิธี Brain-based Learning ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้หนึ่งที่มีกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และคำนึงถึงความแตกต่างของพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนแต่ละวัยและแต่ละบุคคล (ภทฐิกรณ์ พรหมเมือง, 2557) ทั้งนี้ทั้งนั้นการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ก็เป็นที่นิยมไม่แพ้กัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT นั้นเป็นแนวคิดที่ออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้ง 4 แบบโดยแบ่งตามความถนัดในการเรียนรู้ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้ง 4 แบบนั้น มีความสุขกับการเรียนและได้ทำกิจกรรมที่ตนเองถนัด และเรียนรู้การเรียนรู้แบบใหม่จากกิจกรรมที่ผู้อื่นถนัด ซึ่งนับเป็นความท้าทายและตอบสนองความต้องการของตนเองไปพร้อมๆกัน (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2544)

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT คือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกวิชา (มณฑนา วัฒนธนาม, 2548) เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองต่อสมองซีกซ้ายและซีกขวา โดยประกอบไปด้วยการวางแผนกิจกรรมย่อยทั้งหมด 8 ขั้นตอน ซึ่งง่ายต่อการจัดกิจกรรมได้อย่างหลากหลายและยืดหยุ่น โดยกิจกรรมนั้นต้องสามารถพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนได้ครบทุกด้าน และตอบสนองต่อความแตกต่างกันของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2542) โดยทั้ง 8 ขั้นตอนประกอบไปด้วย 1) ขั้นสร้างประสบการณ์ 2) ขั้นไตร่ตรองประสบการณ์ 3) ขั้นรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด 4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด 5) ขั้นลงมือปฏิบัติ 6) ขั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเอง 7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ 8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น (กิตติชัย สุทธาสีโนบล, 2544)

จากปัญหาในเรื่องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงนั้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอน จึงจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ขึ้น เพราะมีความคิดเห็นว่า การพัฒนาศักยภาพทางการเรียนของผู้เรียนควรเริ่มจากการเข้าใจหลักการทำงานของสมองผู้เรียนให้ชัดเจนเสียก่อน จากนั้นถึงจัดกิจกรรมให้ตรงกับความต้องการหรือความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นๆอย่างเต็มที่ จึงคิดว่าเป็นวิธีที่น่าสนใจ และมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชื่อมโยงให้กับผู้เรียนได้

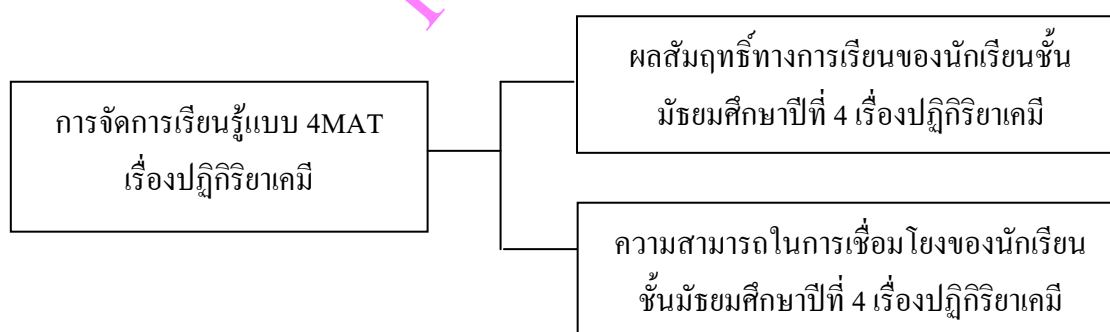
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT
- 1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

1.3 สมมติฐานการวิจัย

- 1.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมีส่งผลให้ผู้เรียนส่วนมากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม
- 1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05
- 1.3.3 ความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย

1.5 นิยามศัพท์

การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงลักษณะของความถนัดในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียน โดยแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะของความถนัด คือ แบบถนัดใช้จินตนาการ แบบถนัดวิเคราะห์ แบบถนัดใช้สามัญสำนึก และแบบชอบรับการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT นั้นจะต้องตอบสนองความต้องการและการพัฒนาทางสมองของผู้เรียนครบทั้ง 4 รูปแบบ และเหมาะสมกับผู้เรียนทุกลักษณะ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การทำงานที่เริ่มจาก การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนกลับ ตามลำดับ ซึ่งเป็นการทำงานแบบวงจรขดลวด โดยการสะท้อนกลับนี้ จะเป็นประโยชน์เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้น และสิ่งที่ต้องทำวิจัยจะต้องเป็นแนวทางในการปฏิบัติทางด้านการศึกษามีผู้วิจัยเป็นผู้ปฏิบัติการในหน่วยงานนั้น ซึ่งเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis

ปฏิริยาเคมี เนื้อหาเรื่องปฏิริยาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ชื่อหน่วยปฏิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยเป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) รายวิชาเคมี เรื่องปฏิริยาเคมี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวนทั้งหมด 8 แผน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปฏิริยาเคมี ของผู้เรียน โดยวัดจากชุดแบบทดสอบเรื่องปฏิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบด้วยตนเอง ซึ่งจะประกอบไปด้วยชุดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ความสามารถในการเชื่อมโยง ความสามารถในการเชื่อมโยง วิชาเคมี เรื่องปฏิริยาเคมี ของผู้เรียน โดยวัดจากชุดแบบทดสอบเรื่องปฏิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบด้วยตนเอง ซึ่งจะประกอบไปด้วยชุดแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเติมคำอย่างสั้น 3 ข้อ และข้อสอบแบบแสดงความคิดเห็น 6 ข้อ

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าถึงแนวคิดและทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
 - 2.1.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
 - 2.1.2 ลักษณะและรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
 - 2.2.1 ความเป็นมาและแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
 - 2.2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
 - 2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.1.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and Mc Taggart (1988, p.10 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวานิช, 2548) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการที่ผู้วิจัยเป็นผู้ลงมือปฏิบัติในหน่วยงานนั้นด้วยตนเอง ส่วนสิ่งที่ต้องทำวิจัย คือ แนวทางการปฏิบัติในด้านของการศึกษา โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีความคล้ายคลึงกันกับงานวิจัยอื่นๆ ในเชิงเทคนิค แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือเรื่องของวิธีการ เนื่องจากวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้น เป็นการทำงานที่มีการสะท้อนผลการปฏิบัติออกมาเป็นวงจรแบบขดลวด ซึ่งวงจรนี้ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนด้วยกัน คือ (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ (3) ขั้นตอนการสังเกต และ (4) ขั้นตอนของการสะท้อนกลับ

โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้น เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้น ส่วนเรื่องของเทคนิคที่ใช้ในการวิจัยจะไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น อาทิเช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น แต่สิ่งที่แตกต่างจากการวิจัยอื่นอย่างเห็นได้ชัดเจน คือ ความพยายามเข้าใจความหมายและการตีความสิ่งที่เกิดขึ้น และสิ่งที่ค้นพบ

องอาจ นัยพัฒน์ (2548, น.338 อ้างถึงใน วีระยุทธ ชาตะกาญจน์, 2558) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ทำโดยนักวิจัยและคณะบุคคลที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน องค์กร หรือชุมชน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำผลการศึกษาวิจัยที่ค้นพบหรือสรรค์สร้างขึ้นไปใช้ปรับปรุงแก้ปัญหา หรือพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งกลมกลืนกับโครงสร้างการบริหารงาน ตลอดจนบริบททางด้านสังคมและวัฒนธรรมและด้านอื่นๆ

กรมส่งเสริมการเกษตร (2551) การวิจัยปฏิบัติการ คือ การวิจัยประยุกต์แบบหนึ่ง เป็นการวิจัยที่สะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองเป็นวงจรแบบต่อเนื่อง ไม่มีที่สิ้นสุด โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน การปฏิบัติการสังเกต และการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น โดยการวิจัยปฏิบัติการเป็นการผสมผสานระหว่างการทำวิจัยเข้ากับงานประจำ

กิตติพร ปญญาภิญโญผล (2549) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการ คือ ระเบียบวิธีวิจัยที่มีเป้าหมาย 2 อย่างตามชื่อเรียกคือ action และ research โดย action หมายถึงลงมือทำ นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงในหน่วยงาน ชั้นเรียน โรงเรียน หรือชุมชน ส่วน research หมายถึงวิจัย เพื่อการเพิ่มความเข้าใจให้กับผู้วิจัย รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้วิจัยหรือทั้งสองฝ่าย ในเรื่องของกระบวนการเปลี่ยนแปลงและผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง จุดเน้นสำคัญของวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือการลงมือปฏิบัติและสำคัญลำดับรองลงมาคือ วิจัยช่วยในรูปของการเพิ่มความเข้าใจให้กับผู้ปฏิบัติงานโดยตรง กล่าวคือ เน้นการทำวิจัยในงานที่ตนกำลังปฏิบัติอยู่ เป็นการดำเนินการด้วยตนเองเพื่อเสาะหา ค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องของตนเอง โดยวงจรการวิจัยปฏิบัติจะเป็นไปตามแนวคิดของ Kemmis คือประกอบด้วย การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect)

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการศึกษาปัญหาทางการศึกษาที่เกิดขึ้นและค้นคว้าแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ โดยมีขั้นตอนการทำงานเป็นวงจรต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวางแผนกลยุทธ์ (2) การปฏิบัติ (3) การสังเกต และ (4) การสะท้อนผลเชิงวิพากษ์จากตนเองและเพื่อนร่วมงาน ผลที่ได้นำไปปรับแผนเข้าสู่วงจรใหม่จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้จริงเพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.2 ลักษณะและรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.1.2.1 ลักษณะที่สำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สุวิมล ว่องวานิช (2548) ได้แบ่งลักษณะสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการไว้ดังนี้

- 1) การสะท้อนกลับผลเกี่ยวกับการปฏิบัติการปฏิบัติงานของตนเองและผลที่เกิดขึ้น
- 2) การเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน/เพื่อนร่วมงานมีส่วนในการวิพากษ์วิจารณ์การปฏิบัติงานและผลที่ได้รับ
- 3) กระบวนการที่มีการดำเนินงานเป็นวงจรต่อเนื่องและทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน
- 4) ผลที่ได้จากการวิจัยนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงาน

2.1.2.2 รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบด้วยกัน คือ การวิจัยแบบเป็นทางการและการวิจัยแบบไม่เป็นทางการ ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้ (สุวิมล ว่องวานิช, 2548)

1) การวิจัยแบบเป็นทางการ (Formal Research) เป็นงานวิจัยที่มีลักษณะการดำเนินงานและเสนองานเหมือนกันกับงานวิจัยเชิงวิชาการ (Academic Research) ของนักวิชาการมืออาชีพ นักวิชาการในมหาวิทยาลัย หรือของนักศึกษาที่ทำเป็นวิทยานิพนธ์ กล่าวคือเป็นการวิจัยที่มีแบบแผนการวิจัยที่เคร่งครัด และมีการออกแบบการวิจัยที่รัดกุม เพื่อให้ตอบคำถามการวิจัยได้ชัดเจน และตรงประเด็น นอกจากนี้ การวิจัยแบบเป็นทางการจะมีรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการวิจัยที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน ส่วนใหญ่จำแนกเนื้อหาสาระออกเป็น 5 บท

2) การวิจัยแบบไม่เป็นทางการ (Informal Research) จะแตกต่างจากการวิจัยแบบเป็นทางการตรงที่การวิจัยแบบไม่เป็นทางการนั้นไม่ได้ยึดที่รูปแบบการวิจัยที่ต้องเคร่งครัด แต่เป็นการวิจัยที่เน้นการตอบคำถามของการวิจัย ข้อมูลส่วนมากที่ใช้ในการวิจัยมักเป็นข้อมูลที่มีอยู่

แล้วจากการเรียนการสอนตามปกติ ส่วนการนำเสนอผลการวิจัยครอบคลุมเพียงประเด็นสำคัญที่ผู้วิจัยต้องการนำเสนอเท่านั้น

2.1.2.3 รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (1988) และ Schwartz Barcott (1933) อ้างถึงใน พันธ์ทร คงคาเพชร (2552) มีแนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ประเภทที่ 1 การวิจัยปฏิบัติการแบบเน้นวิธีการ (Technical Action Research) การปฏิบัติการโดยการดำเนินการจากบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ในเรื่องของศาสตร์แขนงนั้นๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการปฏิบัติงาน สำหรับบทบาทของครูในรูปแบบการปฏิบัติการแบบนี้ ครูจะเป็นเพียงผู้ปฏิบัติ และอยู่ภายใต้การควบคุมของนักวิจัยจากภายนอกที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ ครูจึงเป็นผู้ที่ไม่ค่อยมีบทบาทในการคิดหรือเสนอความคิดเห็นเท่าที่ควร เพราะวิธีการวิจัยต่างๆจะเกิดจากนักวิจัยภายนอกเท่านั้น หรือเรียกได้ว่าถูกวางกรอบความคิดโดยนักวิจัยภายนอก (Cooption) เป็นผลทำให้มีการส่งเสริมวิธีการวิจัยที่ตอบคำถามการวิจัยได้อย่างถูกต้องรัดกุม การวิจัย โดยการวิจัยประเภทนี้เป็นผลทำให้เกิดการสะสมความรู้เพิ่มขึ้น รวมไปถึงมีการให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความเที่ยงตรงและการทำให้ทฤษฎีที่มีอยู่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ผลที่ตามมาอาจทำให้ข้อค้นพบที่ได้ ไม่ได้เกิดจากการปฏิบัติการในสภาพจริงแต่อยู่ในสภาพจัดกระทำหรือมีการควบคุมสภาพแวดล้อม

2) ประเภทที่ 2 การวิจัยปฏิบัติการแบบเน้นการปฏิบัติจริง (Practical Action Research) การทำวิจัยปฏิบัติการที่เป็นการร่วมมือกันระหว่างนักวิจัยภายนอกและครู หรือผู้ปฏิบัติงานการวิจัยโดยเน้นการตัดสินใจของตัวผู้วิจัยเอง นักวิจัยภายนอกนั้นเป็นเพียงที่ปรึกษาในด้านของกระบวนการทำงานเท่านั้น โดยเป้าหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการรูปแบบนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการทำงาน อีกทั้งยังช่วยสร้างในเรื่องของความเข้าใจและพัฒนาวิชาชีพให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยเป็นการทำงานร่วมกัน (Cooperation) เพื่อกำหนดปัญหาและแก้ปัญหาเฉพาะหน้าซึ่งเกิดขึ้นจริง

3) ประเภทที่ 3 การวิจัยปฏิบัติการแบบเป็นอิสระ (Emancipatory Action Research) การวิจัยประเภทนี้ เน้นการส่งเสริมให้เกิดการทำงานร่วมกันของนักวิจัยภายนอกและผู้ปฏิบัติงานจริง โดยมีจุดมุ่งหมายเพิ่มเติมนอกเหนือจากการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและสร้างความเข้าใจให้กับผู้ปฏิบัติงานแล้ว ยังเน้นไปที่การวิจัยเพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบการทำงานที่มีอยู่เดิมในองค์กร หรือสถานศึกษาให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

กล่าวโดยสรุปคือ ลักษณะที่สำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ ต้องเป็นกระบวนการแบบวงจรต่อเนื่อง และสามารถสะท้อนผลการปฏิบัติการได้โดยเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นส่วนหนึ่งในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและพัฒนาต่อไป การวิจัยเชิงปฏิบัติการสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือการวิจัยแบบเป็นทางการและการวิจัยแบบไม่เป็นทางการ และเมื่อแบ่งตามหลักแนวคิดของกรุนด์และเคมมิตส จะได้ทั้งหมด 3 แบบ ดังนี้ (1) การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบวิธีการ คือ การวิจัยปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของโครงการ (2) การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบการปฏิบัติ คือ การปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ และการพัฒนาวิธีการปฏิบัติงาน (3) การวิจัยปฏิบัติการแบบเป็นอิสระ คือ การวิจัยปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองความต้องการขององค์กร

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

2.2.1 ความเป็นมาและแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

เบอร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) นักการศึกษาชาวอเมริกัน ซึ่งเธอนั้นมีประสบการณ์สอนมาเป็นเวลานาน นอกจากเธอจะมีความเข้าใจในเรื่องของการจัดการเรียนการสอนแล้วนั้น เธอยังมีความเข้าใจและมั่นใจว่า ผู้เรียนแต่ละคน มีความแตกต่างกันหลากหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านสติปัญญา การรับรู้ และการเรียนรู้ เพราะเหตุนี้เอง จึงเกิดงานวิจัยขึ้นโดย เบอร์นิส แมคคาร์ธี ได้เริ่มทำงานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางสมองและสไตล์การเรียนรู้ของเด็ก จึงนับว่าเป็นก้าวสำคัญของจุดเริ่มต้นในการศึกษาแนวคิดที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ชัดเจนและเป็นภาคปฏิบัติมากขึ้น (อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวาลย์, 2556)

แนวคิดหลักของ เบอร์นิส แมคคาร์ธีนั้น ได้รับอิทธิพลมาจาก ทฤษฎีการเรียนรู้ของ เดวิด คอลล์ (David Kolb) ซึ่งมีแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ใน 2 มิติ คือ การรับรู้ และการจัดกระบวนการ โดยหากมีการรับรู้และจัดกระบวนการตรงตามความถนัดของตนเองแล้ว จะเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การรับรู้ นั้น สามารถรับรู้ได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ (1) การรับรู้แบบผ่านประสบการณ์ตรง หรือที่เรียกว่า ประสบการณ์รูปธรรม (Concrete Experience) (2) การรับรู้โดยผ่านความคิดรวบยอด หรือที่เรียกว่าเป็นการรับรู้จากนามธรรม (Abstract Conceptualization) (อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2545)

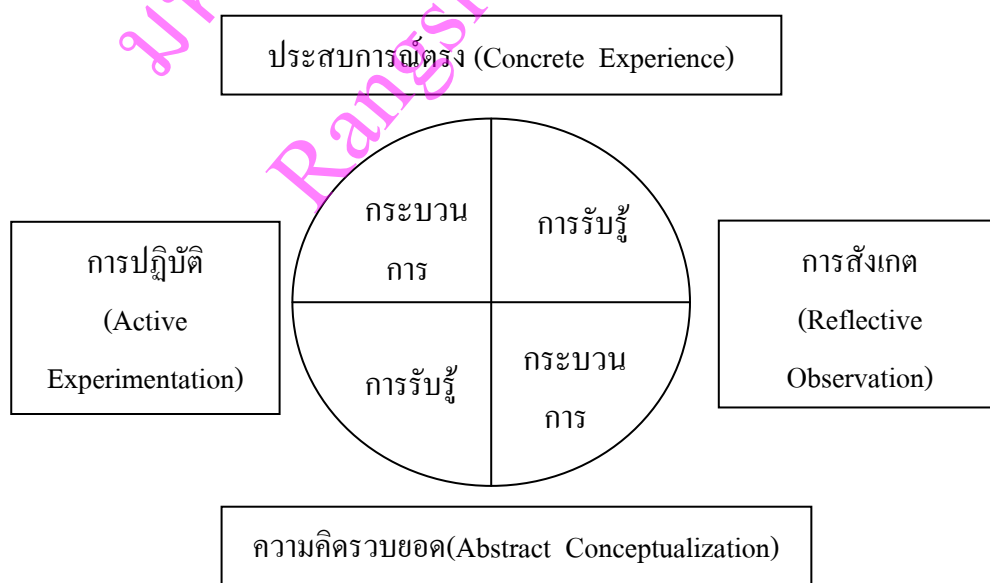
เดวิด คอลฟ์ นั้นพบว่ากระบวนการเรียนรู้ของบุคคลบางคนเป็นกระบวนการรับรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ (Active Experimentation) ในขณะที่บางคนสามารถสร้างกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสังเกต หรือรับรู้ข้อมูลพร้อมๆกับการนำมาคิดไตร่ตรอง (Reflective Observation) (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2544) ซึ่งหากการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบโดยครูผู้สอนนั้น เอื้ออำนวยต่อผู้เรียนประเภทใดประเภทหนึ่งมากเกินไป จะส่งผลให้ผู้เรียนอีกประเภทหนึ่งนั้นขาดโอกาสที่จะเรียนรู้และไม่สามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่ หากกล่าวโดยสรุป สามารถบอกได้ว่า ผู้เรียนมีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันจำแนกได้เป็น 4 ประเภทตามลักษณะของความถนัด คือ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556)

1) ผู้เรียนแบบที่ 1 (Active Experimentation) ถนัดในการเรียนรู้แบบได้ลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนประเภทนี้จะสามารถเรียนรู้ได้ดีหากได้สัมผัสและเรียนรู้ควบคู่ไปกับสมองทั้งสองด้านสั่งการ หรือสามารถเรียกได้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ต้องใช้ประสาทสัมผัสอื่นๆประกอบเข้าด้วยกัน

2) ผู้เรียนแบบที่ 2 (Reflective Observation) ถนัดในการเรียนรู้ผ่านการใช้จิตสำนึกจากการเฝ้ามอง และค่อยๆตอบสนอง

3) ผู้เรียนแบบที่ 3 (Abstract Conceptualization) ถนัดในการเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์หยั่งรู้รับรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมแล้วนำมาวิเคราะห์ห่อออกมาเป็นองค์ความรู้

4) ผู้เรียนแบบที่ 4 (Concrete Experience) ถนัดในการเรียนรู้แบบผ่านการนำตนเองเข้าไปพิสูจน์ หรือมีการใช้หลักของเหตุผลเข้ามามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์



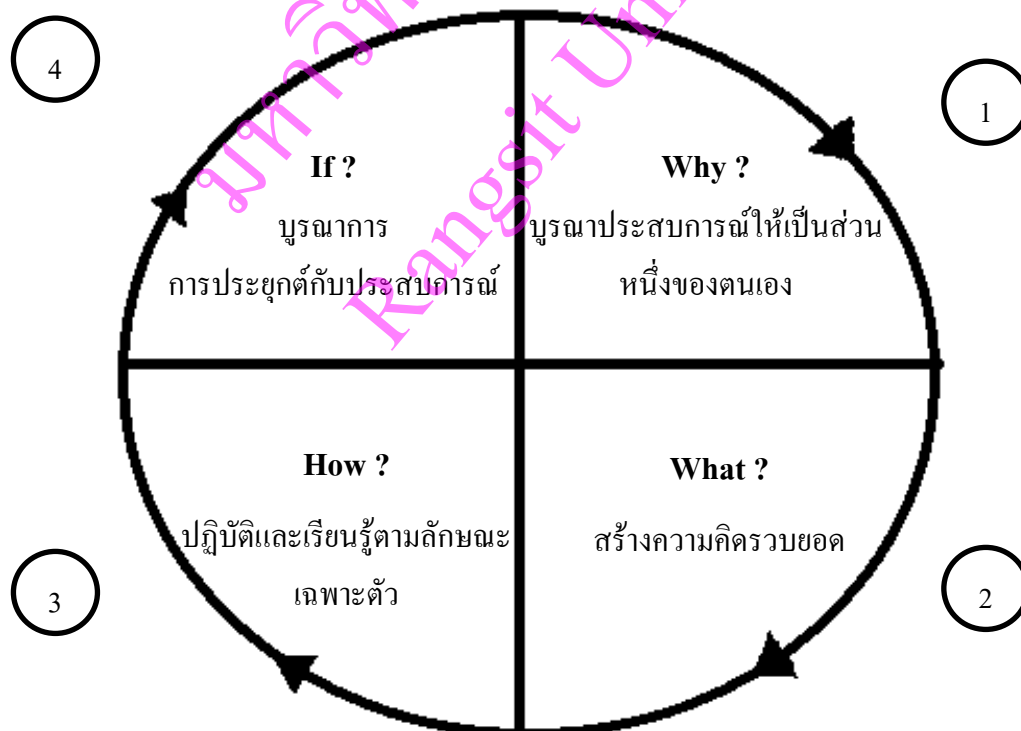
รูปที่ 2.1 การเรียนรู้ของเดวิด คอลฟ์ (David Kolb)

ที่มา : ผู้วิจัย

จากความแตกต่างของผู้เรียนและแนวคิดของ เดวิด คอลฟ์ นั้น เบอร์นิส แมคคาร์ธี จึงได้นำแนวคิดของ เดวิด คอลฟ์ มาทำการประยุกต์และพัฒนา เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ ที่สามารถตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ โดยเรียกการจัดการเรียนรู้นี้ว่า 4MAT หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา โดย MAT นั้นแปลว่า การสาน หรือ ผสมผสาน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการผสมผสานกิจกรรมการเรียนรู้อย่างลงตัวเพื่อตอบสนองต่อผู้เรียนทั้ง 4 รูปแบบ ให้เกิดการพัฒนาศักยภาพอย่างสูงสุด

2.2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

วัฏจักรแห่งการเรียนรู้ (4MAT) McCarthy (1990, p.200 อ้างถึงใน กิตติชัย สุราสีโนบล, 2544) สร้างขึ้นโดยใช้วงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ พื้นที่ของวงกลมถูกแบ่งออกโดยเส้นแห่งการเรียนรู้ และเส้นแห่งกระบวนการจัดข้อมูลรับรู้เป็น 4 ส่วน โดยผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ข้อมูลออกมาในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT

ที่มา : ผู้วิจัย

จากรูปที่ 2.2 สามารถอธิบายได้ดังนี้ (มณฑนา วัฒนธอม, 2548)

ส่วนที่ 1 : บูรณาการให้เป็นส่วนหนึ่งของตน (Integrating Experience with the self) ใช้คำถามที่เป็น
ค่านำกิจกรรมคือ “ทำไม” (Why)

ส่วนที่ 2 : สร้างความคิดรวบยอด (Concept Formulation) ใช้คำถามที่เป็นค่านำกิจกรรมคือ “อะไร”
(What)

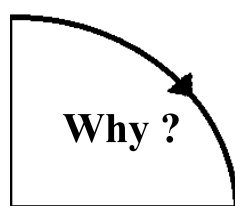
ส่วนที่ 3 : ปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and Personalization) คำถามที่เป็น
คำถามนำกิจกรรมนี้คือ “ทำอะไร” (How does it work?)

ส่วนที่ 4 : บูรณาการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating Application and Experience)
คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมนี้คือ “ถ้า” (If?)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งวงล้อกระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 8 ขั้นตอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นว่าผู้เรียนได้แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะตามความถนัดของแต่ละบุคคล คือ แบบถนัดใช้จินตนาการ แบบถนัดวิเคราะห์ แบบถนัดใช้สามัญสำนึก และแบบชอบรับการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น เบร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) จึงได้กำหนดลำดับขั้นของการเรียนรู้ 4MAT โดยแบ่งวงล้อกระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 8 ขั้นตอน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักที่สำคัญ โดยแต่ละขั้นตอนจะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพัฒนาการของสมองซีกซ้ายและซีกขวาของผู้เรียนอย่างสมดุล ดังนี้ (อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2545)

ส่วนที่ 1 : บูรณาการให้เป็นส่วนหนึ่งของตน (Integrating Experience with the self)



รูปที่ 2.3 วิถีจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ในส่วนที่ 1

ที่มา : ผู้วิจัย

บทบาทของครู : เป็นผู้กระตุ้นและคอยดูแลให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์สิ่งที่สังเกตได้อย่าง
ไต่ตรอง

วิธีการจัดกิจกรรม : การสร้างจินตนาการ หรือการใช้คำถามถามข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนได้
ร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปราย การให้ตนเองเกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น
ในส่วนที่ 1 นั้น สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน โดย
คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

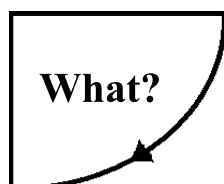
ขั้นที่ 1 : ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา)

ผู้สอนควรกระตุ้นความสนใจและเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้คิด โดยใช้คำถามที่
กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต การออกไปปฏิบัติสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งที่เรียน เป็นขั้นที่เน้น
การจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา เช่น หากครูผู้สอนต้องการสอนในเรื่องของการบำบัดน้ำเน่า
เสีย ควรพานักเรียนออกไปดูสถานที่จริง เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักและเกิดการคิดวิเคราะห์ เพื่อหา
หนทางในการแก้ไขปัญหาต่อไป โดยผู้ที่มีความสุขที่สุดในช่วงนี้คือผู้ที่ถนัดในการใช้จินตนาการ

ขั้นที่ 2 : ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย)

จากขั้นตอนที่ 1 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน และใน
ขั้นที่ 2 นี้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผลเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นแรก ด้วยการ
คิดวิเคราะห์ การอภิปราย และการอธิบายให้เหตุผลตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคน ฝึกทำ
กิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ฝึกเขียนแผนผังมโนคติ และอธิบายร่วมกัน เป็นต้น โดยผู้ที่มี
ความสุขที่สุดในช่วงนี้คือผู้ที่ถนัดในการใช้จินตนาการ

ส่วนที่ 2 : สร้างความคิดรวบยอด (Concept Formulation)



รูปที่ 2.4 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ในส่วนที่ 2

ที่มา : ผู้วิจัย

บทบาทของครู : รวบรวมข้อมูล que ผู้เรียนควรทราบ และสาธิต

วิธีการจัดกิจกรรม : เปิดโอกาสให้ ผู้เรียน ได้ค้นคว้าเนื้อหาที่เรียน ได้เพิ่มเติมจากแหล่ง
ต่างๆ เช่น ใบความรู้ วิดีทัศน์ เป็นต้น

ในส่วนที่ 2 นั้น สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน โดย
คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

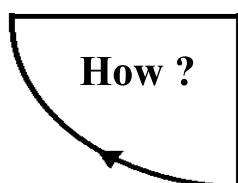
ขั้นที่ 3 : ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา)

ผู้สอนควรเน้นให้ ผู้เรียน ได้วิเคราะห์อย่างใดระตรงความรู้ที่ได้รับจากขั้นแรกให้
ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จนสามารถเข้าใจจิตใจและความต้องการของตนเอง เพื่อการเรียนรู้ในขั้นต่อไป
กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ต้องออกแบบเพื่อช่วยให้นักเรียนปฏิบัติแล้วสร้างความคิดรวบยอดได้ และ
สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับที่สืบค้นมาเข้าด้วยกันได้ นักเรียนที่มีความสุขกับการเรียนช่วงนี้
คือ นักเรียนที่ถนัดการคิดวิเคราะห์

ขั้นที่ 4 : ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย)

ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ ผู้เรียน ต้องสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ ดังนั้นครูจึงต้องให้
ข้อมูลรายละเอียด เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจและสร้างเป็นความคิดรวบยอดได้ แต่สิ่งที่สำคัญ คือ
ครูผู้สอนต้องหลีกเลี่ยงการให้ข้อมูลโดยการบรรยาย แต่อาจจะให้ข้อมูลด้วยวิธีอื่น เช่น สาธิตเป็น
ตัวอย่าง และเปิดโอกาสให้ ผู้เรียน ได้ลงมือทำด้วยตนเอง หรือเรียนรู้จากบุคคล อาทิเช่น ผู้รู้ใน
ท้องถิ่น ผู้ชำนาญการในหน้าที่นั้นๆ เป็นต้น นักเรียนที่มีความสุขในช่วงนี้คือ นักเรียนที่ถนัดการ
วิเคราะห์และสนใจรายละเอียดของกิจกรรมหรือตัวเลข

ส่วนที่ 3 : ปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and Personalization)



รูปที่ 2.5 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ในส่วนที่ 3

ที่มา : ผู้วิจัย

บทบาทของครู : เป็นผู้ที่คอยชี้แนะ และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน

วิธีการจัดกิจกรรม : ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง สรุปผลการทดลอง และทำแบบฝึกหัดตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่เรียน

ในส่วนที่ 3 นั้น สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน โดยคำนึงถึงการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

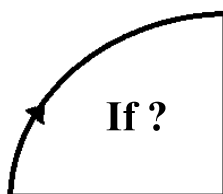
ขั้นที่ 5 : ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย)

ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนปฏิบัติการกิจกรรมการทดลอง โดยนักเรียนจะทำตามใบงานหรือคู่มือที่ได้มีการบอกขั้นตอนการทำงานไว้แล้ว โดยขั้นตอนที่กำหนดนั้นอาจได้มาจากตำรา หรือการเสนอความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียนก็ได้ ผู้เรียนสามารถซักถามข้อที่ตนสงสัยก่อนปฏิบัติการได้ โดยครูผู้สอนจะเป็นครูที่เลี้ยง นักเรียนที่มีความสุขกิจกรรมนี้คือ นักเรียนที่ถนัดการใช้สามัญสำนึกในการเรียน

ขั้นที่ 6 : ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา)

ในขั้นนี้ จัดว่าเป็นขั้นของการบูรณาการและสร้างสรรค์อย่างแท้จริง เพราะเป็นขั้นที่ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเองออกมาได้อย่างเต็มที่ รวมไปถึงการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตนเองเพื่อแสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนออกมาในรูปแบบที่ตนเองถนัด ทั้งนี้ทั้งนั้น ในขั้นตอนนี้ ครูผู้สอนจึงเปรียบเสมือนครูที่เลี้ยงที่คอยดูแลและอำนวยความสะดวกเท่านั้น นักเรียนที่มีความสุขกิจกรรมนี้คือ นักเรียนที่ถนัดการใช้สามัญสำนึกในการเรียน

ส่วนที่ 4 : บูรณาการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating Application and Experience)



รูปที่ 2.6 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ในส่วนที่ 4
ที่มา : ผู้วิจัย

บทบาทของครู : ร่วมประเมินผลงานของผู้เรียน ให้คำแนะนำ และชี้แนะทางการ
ปรับปรุงแก้ไขและรวบรวมผลงาน

วิธีการจัดกิจกรรม : ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่ได้รับการปรับปรุงด้วยตนเองแล้ว อภิปราย
แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น และแนะนำผู้อื่น

ในส่วนที่ 4 นั้น สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน โดย
คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2542)

ขั้นที่ 7 : ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย)

ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ชิ้นงานของตนเอง โดยอธิบายขั้นตอนการทำงาน
รวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างเรียน โดยบูรณาการการประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับ
ชีวิตจริง/อนาคต ในขั้นนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสชื่นชมกับผลงานของตนเองและสามารถเก็บรวบรวม
เป็นแฟ้มสะสมผลงานของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นักเรียนที่มีความสุขกับขั้นนี้คือ นักเรียนที่ชอบ
การเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 8 : ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา)

ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแบ่งปันและแลกเปลี่ยนความรู้และ
ประสบการณ์ที่ได้รับจากการค้นคว้า จากการลงมือกระทำกับคนอื่น ๆ ในรูปแบบต่างๆ อาจเป็นการ
นำเสนอในรูปแบบของการจัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศ เพื่อให้ผู้เรียนได้ชื่นชมซึ่งกันและกัน ในขั้นนี้
ผู้เรียนควรรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ โดยนักเรียนที่มีความสุขกับการเรียนขั้นนี้คือ ผู้
ที่ชอบการเปลี่ยนแปลง

กล่าวโดยสรุปคือ การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของ 4MAT ประกอบไปด้วย 8
ขั้นตอนคือ (1) ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (3) ขั้น
ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (5) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อ
สะท้อนความเป็นตนเอง (6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่า
และการประยุกต์ใช้ (8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น โดยเป็นรูปแบบการจัดการ
เรียนรู้ที่คำนึงถึงลักษณะของความถนัดในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียน และตอบสนอง
พัฒนาการของสมองซีกซ้ายและซีกขวาของผู้เรียนอย่างสมดุล

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

นิศรา วงษ์สุบรรณ (2553) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ 4) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มทดลองเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และกลุ่มควบคุมเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 9 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพและแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบ (t-test) ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มทดลองที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ (2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลัง

เรียนสูงกว่าก่อนเรียน (4) ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT พบว่าในภาพรวม นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

สุนันทา บ้านกล้วย (2556) การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองทดลอง 18 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT เรื่อง การวัด สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (4) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการวัด หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ญาสุมน พรหมพิทยาจารย์ (2556) การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อศึกษาผลการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมท ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมท กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเทศบาลวัดจอมคีรีนาคพรต จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1)

แผนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมท ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33 - 0.66 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.47 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด 2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโฟร์แมทมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

เมตตา เรืองวังสรรค์ (2557) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพลงผู้ปิดทองหลังพระสาระนาฏศิลป์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการเรียนรู้เรื่อง เพลงผู้ปิดทองหลังพระ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพลงผู้ปิดทองหลังพระ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองรูปแบบ Static Group Comparison Design เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องผู้ปิดทองหลังพระ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการ และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเปรียบเทียบคือ Independent Samples t-test ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพลงผู้ปิดทองหลังพระและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.1 ($t = 8.659$, $P = 0.000$) และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพลงผู้แต่งทองหลังพระ อยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$, $S.D. = 0.11$)

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Appell (1991) งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อต้องการประเมินผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพื่อติดตามผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนดนตรี โดยงานวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และครูจำนวน 8 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยจะแบ่งออกเป็น ครู 4 คน และนักเรียนอีก 87 คน จัดเป็นกลุ่มควบคุม หรือเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ส่วนครูอีก 4 คนและนักเรียนอีก 67 คน จัดเป็นกลุ่มทดลอง หรือ

กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นวิธีการที่ตั้งอยู่บนแนวคิดของ เบอ์นิส แมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) ประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สร้างและออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุมมองหรือทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนดนตรี ส่วนผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT วิเคราะห์จากการใช้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Two Group) เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนและจากการสำรวจทัศนคติของผู้เรียนโดยใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT นั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .05 ระหว่าง 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และไม่มีมีความแตกต่างกันสำหรับทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนดนตรี

Jackson (2001) การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และทัศนคติรวมไปถึงความคงทนในความรู้ของนักเรียนในห้องเรียนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ 4MAT เปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งเป็นการสอนแบบการบรรยาย โดยจัดให้กลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบ 4MAT เป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งสองกลุ่มจะได้รับการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนเดียวกันโดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของความรู้คือชุดข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทัศนคติของผู้เรียนคือ อนุกรมที่ใช้วัดแนวคิดที่สถานศึกษาเป็นผู้ออกแบบ รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยนี้เป็นแนวคิดของ McCarthy ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับพัฒนาการของสมองทั้งสองซีก เมื่อมองภาพรวมพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT มีพัฒนาการที่ดีกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยาย ทั้งเรื่องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทัศนคติและความคงทนของความรู้

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนปทุมวิไล ปทุมธานี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ทั้งหมด 2 ห้อง จำนวน 85 คน

กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบกลุ่มคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 เป็นนักเรียนแผน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้รับการคัดเลือกเข้ามาจากการสอบเข้า โดยใช้ข้อสอบของโรงเรียน จำนวนทั้งสิ้น 41 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท ดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปการจัดการเรียนรู้ 4MAT เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 8 แผน

2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ คือ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครู

3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย มีดังนี้

3.1) ชุดแบบทดสอบเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบด้วยตนเองซึ่งจะประกอบไปด้วยชุดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.2) ชุดแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเติมคำอย่างสั้น 3 ข้อ และข้อสอบแบบแสดงความคิดเห็น 6 ข้อ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี กับกลุ่มที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน โดยมีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One Group Pretest - Posttest Design

ตารางที่ 3.1 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design

Pretest	Treatment	Posttest
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X แทน การจัดการเรียนการสอนโดยรูปแบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

ซึ่ง T_1 และ T_2 เป็นการวัดโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน

ซึ่งมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 1) ขอความร่วมมือกับโรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี จำนวน 1 ห้องเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย
- 2) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน และชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
- 3) ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- 4) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบด้วยตนเองตามรูปแบบ 4MAT โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 8 แผน ใช้เวลา 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และเวลาที่ใช้ในแต่ละแผน

แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
การเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
การดุลสมการเคมี	1
ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)	1
พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1
ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	2
การสรุปภาพรวมของปฏิกิริยาเคมี	1

5) เก็บรวบรวมข้อมูลจากแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนที่ใช้ในงานวิจัย แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู

6) ทำการประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงของผู้เรียนในวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

7) นำข้อมูลที่ได้ ไปวิเคราะห์ สรุปผล และหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต โดยการวิเคราะห์

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เครื่องมือและข้อมูลที่ได้จากการทำวิจัย ดังนี้

3.4.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3.4.1.1 การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้คือ การหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับ จุดประสงค์/เนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยคัดเลือกข้อสอบที่นำไปใช้ได้คือข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป
 จากเกณฑ์การประเมินการวิเคราะห์หลักสูตรจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คือ
 ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น
 ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น
 ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

3.4.1.2 สถิติที่ใช้ในการหาความยากง่ายของข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ

$$P = \frac{H+L}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ
 H แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น
 L แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น
 N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3.4.1.3 สถิติที่ใช้ในการหาความอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ

$$r = \frac{H-L}{N/2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 H แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น
 L แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น
 N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

โดยคัดเลือกข้อสอบที่นำไปใช้ได้คือข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.02 ขึ้นไป

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทำวิจัย

3.4.2.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต การคำนวณค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 x แทน ค่าคะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 $\bar{x}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2.3 การทดสอบสมมติฐานโดย t-test โดยงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบแบบทางเดียว (One - Tailed Test)

กำหนดให้ θ เป็นพารามิเตอร์ ที่ต้องการทดสอบ และให้ θ_0 เป็นค่าคงที่ที่ต้องการทดสอบหรือเป็นค่าพารามิเตอร์ที่คาดหวังไว้ สมมติฐานที่จะทดสอบอยู่ในลักษณะ

$$H_0 : \theta = \theta_0$$

$$H_1 : \theta > \theta_0$$

เมื่อยอมรับว่า H_0 เป็นจริงก่อน บริเวณปฏิเสธ H_0 จะอยู่ปลายหางทางขวาของการแจกแจงของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ



รูปที่ 2.7 แสดงขอบเขตการปฏิเสธ H_0

สูตรที่ใช้คือ t-test แบบ Dependent ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ	D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	d.f.	เท่ากับ	$n-1$

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้จัดทำมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียน ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แยกแยะการวิเคราะห์ออกเป็น 3 หัวข้อดังนี้

4.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และการอภิปรายผล

4.1.1 การดำเนินการก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ช่วยวิจัยถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษาที่ผ่านมา และสรุปเป็นประเด็นหัวข้อของปัญหาได้ดังนี้

4.1.1.1 ผู้เรียนมีปัญหาในเรื่องของปฏิกิริยาเคมีมากที่สุด เนื่องจากเป็นเรื่องที่ต้องใช้ความเข้าใจเป็นอย่างมาก

4.1.1.2 ผู้เรียนขาดทักษะในการคิดเชื่อมโยง ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาที่อยู่ในบทเดียวกันหรือต่างบทกัน ทำให้ผู้เรียนขาดการทำความเข้าใจ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนในหัวข้อต่างๆ

4.1.1.3 ผู้เรียนขาดการคิดเชื่อมโยงในเรื่องของการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นผลสืบเนื่องให้การเรียนระดับที่สูงขึ้นมีปัญหา อาทิเช่น เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส เป็นต้น เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องของปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กับเรื่องดังกล่าว

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT จะเน้นในการตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และพัฒนาสมองครบทั้ง 2 ซีก โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดและการลงมือสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อพัฒนาความสามารถในด้านการคิดเชื่อมโยงในเรื่องปฏิกิริยาเคมี

4.1.2 สร้างและปรับปรุงเครื่องมือสำหรับการทำวิจัย

4.1.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT ในวิชาเคมี เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีทั้งหมด 8 แผน ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง

4.1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ คือ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครู

4.1.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติ มีดังนี้

- 1) ชุดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
- 2) ชุดแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเติมคำแบบยาว 6 ข้อ และข้อสอบแบบเติมคำอย่างสั้น 3 ข้อ

4.1.3 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรที่ 1 แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 แผนที่ 1 ในวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2560 รวมเวลา 2 คาบ 100 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Do) สามารถสรุปผลการปฏิบัติได้ดังนี้

ขั้นนำ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนครูเกริ่นนำด้วยคำถามที่สามารถดึงประสบการณ์เก่าของผู้เรียนออกมา ซึ่งเป็นคำถามที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยที่ยังไม่สุกกับกล้วยที่สุกเต็มที่แล้ว นักเรียนคิดว่ามีความเหมือนหรือต่างกัน

อย่างไร ในขั้นนี้นักเรียนส่วนมากมักให้ความเห็นจากสิ่งที่เคยพบเจอ อาทิเช่น สีของกล้วยเปลี่ยนไปรสชาติของกล้วยหวานขึ้น เป็นต้น

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ส่วน 8 ขั้นตอน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : บูรณาการให้เป็นส่วนหนึ่งของตน (Integrating Experience with the self) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา)

ครูจะเริ่มถามต่อไปว่า จากสิ่งที่นักเรียนวิเคราะห์ นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงของกล้วยจากไม่สุกเป็นสุกเต็มทีนั้น จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือทางกายภาพ นักเรียนส่วนมากเข้าใจว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเนื่องจากกล้วยมีการเปลี่ยนแปลงสีอย่างสังเกตเห็นได้ชัดเจนแต่รูปร่างยังคงเดิม

2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ครูเพิ่มความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนด้วยคำถามที่สอดคล้องกับขั้นที่ 1 ว่า หากกล้วยเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีแล้ว การเกิดสนิมเหล็กนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด เหมือนหรือแตกต่างจากการเปลี่ยนแปลงของการสุกของกล้วยอย่างไร นักเรียนส่วนมากตอบมาอย่างรวดเร็วว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเช่นกัน และให้เหตุผลว่าเพราะเกิดการเปลี่ยนสีที่ชัดเจนเช่นเดียวกับการสุกของกล้วย

ส่วนที่ 2 : สร้างความคิดรวบยอด (Concept Formulation) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ครูดำเนินการสอนโดยการบรรยายในเรื่องของการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เพื่อสร้างเป็นความคิดรวบยอดให้กับผู้เรียนและเพื่อเป็นการเชื่อมโยงไปถึงกิจกรรมการทดลองที่จะได้ทำต่อไป พบว่านักเรียนมีความตั้งใจในการจดสรุปเนื้อหาของตนเป็นอย่างดี และยังมีความสับสนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีอยู่บ้าง สังเกตจากการตอบคำถามด้วยความไม่มั่นใจ และยังไม่ถูกต้องทั้งหมด

4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ครูเริ่มบูรณาการเนื้อหาที่เรียนเข้าสู่ชีวิตจริงของผู้เรียนมากขึ้น ยกตัวอย่างคำถามที่ช่วยในขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด ได้แก่ หากนักเรียนคิดว่าการเกิดสนิมเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แล้วเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงคำตอบจากคำตอบที่ว่าเกิดการเปลี่ยนสีเป็นคำตอบที่ว่า เพราะว่าเมื่อสนิมทำปฏิกิริยากับอากาศและน้ำจะเกิดสารใหม่ขึ้นมา ทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จากนั้นครูเริ่มชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจตรงกันและทราบถึงแนวทางในการเรียนรู้ล่วงหน้า และครูเป็นผู้กำหนดประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนสังเกตเพื่อให้นักเรียนสังเกตได้อย่างครบถ้วนและครอบคลุมเนื้อหาในการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 : ปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and Personalization) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

5) ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ครูให้นักเรียนทำการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยครูอธิบายวิธีการทดลอง และแจกอุปกรณ์การทดลองแก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนมีความกระตือรือร้นในจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง อีกทั้งยังมีการถามข้ออุปสรรคที่ตนเองไม่เคยเห็นมาก่อน

6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรมการทดลอง ของตนเองตามความเข้าใจ นักเรียนสามารถเขียนบันทึกผลตามตารางที่กำหนดให้ จากนั้น ให้นักเรียนสร้างแผนผังซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีด้วยจินตนาการของตนเอง อีกทั้งยังสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่างที่หลากหลาย และแตกต่างกันจากเพื่อนร่วมห้อง นักเรียนทำชิ้นงานออกมาได้ดีและครอบคลุมเนื้อหาเป็นส่วนมาก

ส่วนที่ 4 : บูรณาการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating Application and Experience) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนพิจารณาผลงานของตนเอง อีกทั้งยังช่วยแนะและเพิ่มเติมในสิ่งที่ผู้เรียนยังตอบไม่ครบถ้วน ให้ผลงานของผู้เรียนมีความสมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ถึงผลประโยชน์จากการสร้างชิ้นงานดังกล่าวผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนส่วนมากชอบการจัดกิจกรรมเช่นนี้เนื่องจากมีโอกาสได้รับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อน และได้ร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเอง

8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ถึงข้อดีและข้อด้อยของผลงานตนเอง อีกทั้งยังให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และผลัดกันชื่นชมผลงานของกันและกัน นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนและเสนอแนะมุมมองของตนเอง และเกิดการปรับปรุงงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ในขณะที่ทำการวิจัยในวงจรที่ 1 แผนที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตการณ์ปฏิบัติโดยใช้ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครูจากผู้ช่วยวิจัย

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ร่วมกันสะท้อนผลการปฏิบัติในแผนที่ 1 ของวงจรที่ 1 พบว่า การเริ่มเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้เลบบปฏิบัติการณ์เป็นการ

ดึงดูดความสนใจจากนักเรียนได้เป็นอย่างดี และนักเรียนสามารถจดจำผลการทดลองได้ แต่เนื่องจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพิ่งเคยปฏิบัติการทดลองแบบนี้เป็นแถบแรก จึงมี ปัญหาในเรื่องของความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์ และการเขียนสรุปผลของการทดลอง โดยการชี้แจง ขั้นตอนของการทดลองนั้น ครูผู้สอนมีการชี้แจงที่ละเอียดดีและมีภาพประกอบในแต่ละขั้นตอน แต่ ในช่วงของการสรุปผลที่ครูผู้สอนและนักเรียนสรุปผลร่วมกัน ครูผู้สอนพูดค่อนข้างเร็ว ทำให้นักเรียนบางส่วนตามไม่ทันและขาดความต่อเนื่องในการเรียนรู้

ตารางที่ 4.1 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 1 แผนที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี ของห้องที่ 1 และ แนวทางการนำไปปรับใช้ในห้องที่ 2

ปัญหาที่พบในแผนที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 1)	แนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 2)
ครูผู้สอนพูดเร็วเกินไป	ครูผู้สอนควรพูดช้าลง และใช้คำพูดที่เข้าใจได้ง่าย
การชี้แจงก่อนการเขียนสรุปผลการทดลองยังไม่ชัดเจน	ครูผู้สอนควรทำการชี้แจงถึงรายละเอียดในการเขียนสรุปผลให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และมีตัวอย่างของการเขียนสรุปผลการทดลอง
ยังมีนักเรียนบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในการทำทดลองกับเพื่อนในกลุ่ม	ครูควรเดินตรวจอย่างทั่วถึงเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนเกิดการตื่นตัวในการทำกิจกรรม และมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกคน

ตารางที่ 4.2 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 1 แผนที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี และแนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 2 เรื่องการดุลสมการเคมี

ปัญหาที่พบใน แผนที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 2)	แนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 2 เรื่องการดุลสมการเคมี (ในห้องเรียนที่ 1)
นักเรียนใช้เวลาในการทำทดลองนานเกินไป	ครูควรควบคุมเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
นักเรียนเข้าใจผลการทดลองแต่ไม่สามารถทำแบบฝึกหัดได้เนื่องจากขาดความสามารถในการเชื่อมโยง	ครูควรให้โจทย์ปัญหากับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

ครูผู้สอนนำผลสะท้อนจากแผนที่ 2 เรื่องการดูแลสุขภาพเคมี ไปปรับปรุงใช้ในห้องที่ 2 จนเกิดเป็นแผนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในวงจรที่ 1 จะประกอบไปด้วย 2 แผนด้วยกันคือ แผนที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี และแผนที่ 2 เรื่องการดูแลสุขภาพเคมี และนำเอาสิ่งที่เป็นข้อดีนำไปใช้ในแผนที่ 3 เพื่อเริ่มวงจรที่ 2 ต่อไป

4.1.4 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมที่ 3 และ 4 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 แผนที่ 3 และ 4 ตั้งแต่วันที่ 20 – 21 มิถุนายน พ.ศ. 2560 รวมเวลา 3 คาบ 150 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Do) สามารถสรุปผลการปฏิบัติได้ดังนี้

ขั้นนำ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนครูเกริ่นนำด้วยคำถามที่สามารถดึงประสบการณ์เก่าของผู้เรียนออกมา ซึ่งเป็นคำถามที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น ครูเกริ่นนำด้วยคำถามที่ว่า นักเรียนคิดว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีของแต่ละปฏิกิริยา ใช้เวลาในการเกิดเท่ากันหรือไม่ นักเรียนตอบเป็นเสียงเดียวอย่างมั่นใจว่า ไม่

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ส่วน 8 ขั้นตอน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : บูรณาการให้เป็นส่วนหนึ่งของตน (Integrating Experience with the self) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา) หลังจากนั้นครูผู้สอนถามต่อไปว่าแล้วนักเรียนทราบหรือไม่ว่า เพราะเหตุใดอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสนิมเหล็ก จึงเกิดได้ช้า นักเรียนเริ่มครุ่นคิดและให้คำตอบที่หลากหลาย อาทิเช่น เหล็กมีขนาดใหญ่จึงเกิดได้ช้า เหล็กเคลือบสารกันสนิมไว้จึงเกิดสนิมได้ช้า ซึ่งเป็นคำตอบที่จะสามารถนำไปสู่การเชื่อมโยงในขั้นถัดไปได้

2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) จากคำถามในขั้นแรกสามารถโยงมาถึงการอธิบายเกี่ยวกับ ปัจจัยในการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้เป็นอย่างดี ครูให้คำถามแก่นักเรียนต่อไปว่า หากนักเรียนทราบแล้วว่าสารต่างชนิดกันใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาไม่เท่ากัน ดังนั้นลองยกตัวอย่างปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาอย่างน้อยคนละ 1 คำตอบ (นักเรียนส่วนมากยกตัวอย่างคำตอบที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ สารนั้นเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น อย่างเช่น การหุงข้าว เป็นต้น)

ส่วนที่ 2 : สร้างความคิดรวบยอด (Concept Formulation) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ครูเริ่มสอนโดยการบรรยายในเรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้สื่อเพาเวอร์พอยต์ในการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพและเข้าใจมากยิ่งขึ้น นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น แต่นักเรียนมีความสับสนเกี่ยวกับเรื่องของพื้นที่ผิว เพราะเป็นศัพท์ที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย โดยสังเกตได้จากการตอบคำถาม ครูจึงยกตัวอย่างการเกี่ยวลูกอม ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของลูกอมให้สัมผัสกับน้ำลายมากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น นักเรียนเริ่มเข้าใจในเรื่องของการเพิ่มพื้นที่ผิว และตอบได้อย่างมั่นใจมากยิ่งขึ้น

4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ครูและผู้เรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับเรื่องปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีร่วมกันในห้องเรียน และหลังจากนั้น ครูจะเริ่มชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และข้อตกลงในการทำการทดลอง เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งในการทดลองนี้ ผู้เรียนจะสามารถสังเกตเห็นถึงปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเห็นถึงสิ่งที่บ่งบอกว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงสี อุณหภูมิ การเกิดตะกอน และการเกิดฟองก๊าซ เป็นต้น จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนมาหยิบอุปกรณ์ด้านหน้าห้อง นักเรียนบางคนมีความกระตือรือร้นเป็นอย่างดี แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจถึงหน้าที่ของตนเอง สังเกตจากการที่นักเรียนถามเพื่อนถึงหน้าที่ของตนเองอยู่ตลอดเวลา

ส่วนที่ 3 : ปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and Personalization) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

5) ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย)นักเรียนเริ่มลงมือปฏิบัติ โดยครูผู้สอนจะนำวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือการทดลอง และวิธีการทดลองบนโปรเจกเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนทุกกลุ่มเห็นอย่างทั่วถึง และลดข้อผิดพลาดรวมทั้งอุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นได้ นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน แต่ยังขาดความระมัดระวังในเรื่องของการสัมผัสกับสารเคมี และนักเรียนมีความสนุกสนานกับการทดลองเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะหลอดทดลองที่เกิดฟองก๊าซและเกิดการเปลี่ยนสี สังเกตจากการที่นักเรียนได้เขียนใบสะท้อนผลมาให้กับผู้สอนว่า “การทดลองสนุกมากมายเลยคะครู หลอดที่มีฟองขึ้นมาหนูตกใจเกือบทำหลอดทดลองแตกเลยคะ” “ชอบการทดลองมากเลยคะ หนูชอบตอนฟองฟูๆ”

6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหาข้อสรุปของการทดลอง รวมถึงการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และจดบันทึกลงในใบกิจกรรมการทดลอง พบว่านักเรียนร่วมกันสรุปผลการ

ทดลองเป็นอย่างดี และนักเรียนมีการบันทึกผลจากนักเรียนกลุ่มอื่นเพื่อทำการเปรียบเทียบก่อนเขียนลงในใบกิจกรรม

ส่วนที่ 4 : บูรณาการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating Application and Experience) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนพิจารณาการสรุปผลในใบงานของตนเอง อีกทั้งยังช่วยแนะนำและเพิ่มเติมในสิ่งที่ผู้เรียนยังตอบไม่ครบถ้วน ให้ผลงานของผู้เรียนมีความสมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ถึงผลประโยชน์จากการสร้างชิ้นงานดังกล่าวผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนส่วนมากชอบการจัดกิจกรรมเช่นนี้เนื่องจากมีโอกาสได้รับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อน และได้ร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเอง

8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ได้ผลการทดลองแตกต่างไปจากเพื่อน ได้ออกมาเล่าถึงสิ่งที่ผิดพลาดและสิ่งที่ต้องแก้ไขให้กับเพื่อนๆ ได้ฟัง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และสะดวกต่อการทำการทดลองในครั้งถัดไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ในขณะที่ทำการวิจัยในวงจรที่ 2 แผนที่ 3 และ 4 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตการณ์ปฏิบัติโดยใช้ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครูจากผู้ช่วยวิจัย

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ร่วมกันสะท้อนผลการปฏิบัติในแผนที่ 3 และ 4 ของวงจรที่ 2 พบว่า ผู้เรียนส่วนมากชอบทำการทดลองมากกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายเป็นอย่างมาก สืบเนื่องจากการที่ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและจัดแบ่งหน้าที่กันเองตามความเหมาะสมภายในกลุ่ม และผู้ช่วยวิจัยได้เสนอแนะว่าครูผู้สอนควรหัดให้ผู้เรียนคิดค้นอุปกรณ์เองเพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญในการทำเครื่องหมายก่อนทำการทดลองทุกครั้ง เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และครูผู้สอนควรเดินตรวจความเข้าใจของผู้เรียนในขณะที่ทำการทดลองมากกว่านี้ เพราะพบว่ามึนักเรียนบางส่วนที่มุ่งทำหน้าที่ของตนเองจนไม่ได้ใส่ใจในผลการทดลอง จึงไม่ทันได้สังเกตผลการทดลองในขณะที่สารเกิดการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.3 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 2 แผนที่ 3 และ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของห้องที่ 1 และแนวทางการนำไปปรับใช้ในห้องที่ 2

ปัญหาที่พบใน แผนที่ 3 และ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 1)	แนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 3 และ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 2)
ไม่มีการหมุนเวียนกันในกลุ่มในการออกมานำเสนอ	ครูผู้สอนทำการตกลงกับผู้เรียนเรื่องการหมุนเวียนบุคคลการออกมานำเสนอก่อนทำการทดลอง
นักเรียนบางส่วนสนใจหน้าที่ของตนเองจนไม่ได้สังเกตผลการทดลองจากเพื่อนคนอื่น	ครูผู้สอนควรเดินตรวจความเข้าใจในเรื่องผลการทดลองกับผู้เรียนทุกคน เพื่อให้ทุกคนกระตือรือร้นสนใจกับทุกการทดลอง
นักเรียนยังขาดความตระหนักในการคิดค้นลากอุปกรณ์ ทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่าย	ครูควรชี้แจงความสำคัญในการคิดค้นลากให้กับผู้เรียนก่อนทำการทดลอง

ตารางที่ 4.4 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 2 แผนที่ 3 และ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีของห้องที่ 2 และแนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 5 เรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปัญหาที่พบใน แผนที่ 3 และ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 2)	แนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 5 เรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 1)
นักเรียนสามารถสรุปผลแบบหยาบได้ แต่หากถามถึงข้อมูลเชิงลึก นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้	ครูควรมีวิดีโอประกอบกับการสรุปเพื่อให้ นักเรียนทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ในการทำการทดลอง	ครูควรชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำกิจกรรมให้ชัดเจนมากขึ้น
ยังพบนักเรียนที่ไม่สามารถเรียบเรียงคำพูดสรุปได้อย่างถูกต้อง	ในขั้นตอนการสรุป ครูควรกำหนดประเด็นในการสรุปผลให้กับนักเรียนอย่างชัดเจน

ตารางที่ 4.5 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 2 แผน 5 เรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ
แนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 6 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปัญหาที่พบในแผนที่ 5 เรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 2)	แนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 6 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 1)
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพลังงานในการเกิดปฏิกิริยาเคมีน้อยเกินไป	ครูควรเพิ่มโจทย์ของ O-net ให้มากกว่านี้
นักเรียนเกิดความสับสนในการพิจารณากราฟ	ควรมีกราฟที่เป็นภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้เรียนคิดตามได้มากขึ้น

ครูผู้สอนนำผลสะท้อนจากแผนที่ 6 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ไปปรับปรุงใช้ในห้องที่ 2 จนเกิดเป็นแผนที่ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นในวงจรที่ 2 จะประกอบไปด้วย 4 แผนด้วยกันคือ แผนที่ 3 และ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี แผนที่ 5 เรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแผนที่ 6 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากนั้นนำเอาสิ่งที่เป็นข้อดีนำไปใช้ในแผนที่ 7 เพื่อเริ่มวงจรที่ 3 ต่อไป

4.1.5 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยาในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 แผนที่ 7 ในวันที่ 4 กรกฎาคม 2560 รวมเวลา 2 คาบ 100 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Do) สามารถสรุปผลการปฏิบัติได้ดังนี้

ขั้นนำ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนครูเกริ่นนำด้วยคำถามที่กระตุ้นถึงประสบการณ์เก่าของผู้เรียนในเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันด้วยคำถามที่ว่า นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไรได้บ้าง นักเรียนส่วนมากตอบว่าการบ่มกล้วย เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่ครูผู้สอนยกให้กับผู้เรียนเมื่อคาบที่ผ่านมา

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ส่วน 8 ขั้นตอน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : บูรณาการให้เป็นส่วนหนึ่งของตน (Integrating Experience with the self) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา) หลังจากครูผู้สอนถามต่ออีกว่านักเรียนเคยพบเห็นปฏิกิริยาเคมีที่เป็นโทษต่อสภาพแวดล้อมหรือไม่ นักเรียนเริ่มไม่มั่นใจในคำตอบ สืบเนื่องจากการที่ตอบด้วยน้ำเสียงที่เบา

2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) จากคำถามในขั้นแรกสามารถโยงมาถึงการอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี เนื่องจากจะเป็นโยงเข้าสู่ในเรื่องของการเกิดฝนกรด และการนำปฏิกิริยาเคมีไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์โดยขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์นี้ ครูจะเริ่มด้วยคำถามที่ว่า นักเรียนคิดว่าฝนกรดเกิดจากอะไร และมีกระทบอย่างไรต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งก่อสร้าง นักเรียนมักตอบว่าทำให้สิ่งก่อสร้างเสียหายหรือผุกร่อน จากนั้นครูจะให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดฝนกรดแบบคร่าวๆ เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกไม่ขาดช่วงและเกิดการจินตนาการตามอย่างต่อเนื่อง

ส่วนที่ 2 : สร้างความคิดรวบยอด (Concept Formulation) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ครูเริ่มสอนโดยการบรรยายในเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้สื่อการสอนเป็นเพาเวอร์พอยต์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากขึ้น และยกตัวอย่างสิ่งที่นักเรียนพอจะเข้าใจได้ง่าย อาทิเช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่สามารถใช้กัดสีผมเพื่อเปลี่ยนสี หรือการใช้ผงฟูในการทำขนม เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพและจินตนาการตามได้ จากนั้นจะทำการสรุปหัวข้อหลักๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากขึ้น ขั้นนี้ผู้เรียนเกิดการจินตนาการตามครูผู้สอนสืบเนื่องจากการที่นักเรียนถามคำถามว่า แล้วผมของเราเปลี่ยนสีได้อย่างไร, ทำไมผงฟูถึงทำให้เกิดฟองอากาศในขนมได้ เป็นต้น

4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ครูและนักเรียนสรุปร่วมกันหน้าชั้นเรียน และลงมือทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องปฏิกิริยาเคมี โดยครูผู้สอนเดินลงไปดูและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนที่ละคนอย่างทั่วถึง พบว่านักเรียนส่วนมากเข้าใจในเรื่องที่ครูผู้สอนสอน สืบเนื่องจากการตอบคำถามลงในใบกิจกรรม อาจเนื่องจากเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว และสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน

ส่วนที่ 3 : ปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and Personalization) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

5) ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ครูเริ่มชี้แจงและมอบหมายชิ้นงานให้กับผู้เรียน โดยชิ้นงานนี้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ออกแบบด้วยตนเองตามความสามารถและความถนัด โดยครูผู้สอนจะทำการแบ่งกลุ่มให้ผู้เรียนกลุ่มละ 4 คน โดยแบ่งตาม

ความชอบและความถนัด เพื่อให้ชิ้นงานออกมาตรงตามความต้องการของผู้เรียนมากที่สุด และครูผู้สอนจะทำการกำหนดประเด็นในการทำชิ้นงานดังนี้

- (1) สิ่งที่สามารถสังเกตได้เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี
- (2) ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- (3) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- (4) พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- (5) ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

โดยผู้เรียนสามารถนำเสนอทั้ง 5 หัวข้อนี้ด้วยวิธีใดก็ได้ โดยที่ต้องมีการสรุปและเชื่อมโยงทั้ง 5 หัวข้อเข้าด้วยกัน (ครูผู้สอนจะชี้แนวทางในการออกแบบผลงานให้อาทิเช่น การแสดงละครลงยูทูป การทำแผ่นโปสเตอร์ การทำสื่อลงเฟสบุ๊ค เป็นต้น)

6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ครูให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อสร้างชิ้นงานออกมาให้ดีที่สุด โดยที่ทุกคนในกลุ่มจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการสร้างชิ้นงานดังกล่าว โดยการนำเสนอและวิเคราะห์ชิ้นงานจะจัดอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ซึ่งเป็นแผนที่มีการวิเคราะห์ผลงาน และสรุปการเรียนรู้ในทุกหัวข้อของเรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเน้นในเรื่องของการเชื่อมโยง เพื่อพัฒนาศักยภาพในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและพัฒนาทักษะในเรื่องของการเชื่อมโยงให้กับผู้เรียน (จัดเป็นชิ้นงานชิ้นใหญ่ที่สุด เนื่องจากด้วยบริบทของโรงเรียนที่กำหนดให้สามารถส่งชิ้นงานได้เพียง 1 ชิ้นงานต่อ 1 เทอม)

ส่วนที่ 4 : บูรณาการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating Application and Experience) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ถึงข้อดีและข้อด้อยของผลงานตนเอง อีกทั้งยังให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และผลัดกันชื่นชมผลงานของกันและกัน นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนและเสนอมุมมองของตนเอง และเกิดการปรับปรุงงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ให้นักเรียนจับสลากเพื่อออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเอง และให้เพื่อนในห้องร่วมกันประเมินชิ้นงานดังกล่าว รวมถึงการพูดเพื่อชื่นชมผลงานของเพื่อน และประสบการณ์การทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้ทุกคนในห้องมีส่วนร่วมและเป็นการสร้างความสามัคคีต่อคนในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ในขณะที่ทำการวิจัยในวงจรที่ 3 แผนที่ 7 ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตการณ์ปฏิบัติโดยใช้ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT

เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครูจากผู้ช่วยวิจัย

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ร่วมกันสะท้อนผลการปฏิบัติในแผนที่ 7 ของวงจรที่ 3 พบว่า นักเรียนยังขาดการจินตนาการในเรื่องของฝนกรด เนื่องจากนักเรียนเรียนรู้การเกิดฝนกรดจากสมการเท่านั้น ขาดการลงมือปฏิบัติ ผู้ช่วยวิจัยจึงเสนอแนะว่าควรมีการจัดการทดลองแบบ Small Scale ในเรื่องของฝนกรด เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียน

ตารางที่ 4.6 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 3 แผนที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของห้องที่ 1 และแนวทางการนำไปปรับใช้ในห้องที่ 2

ปัญหาที่พบในแผนที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน (ในห้องเรียนที่ 1)	แนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน (ในห้องเรียนที่ 2)
นักเรียนบางส่วนไม่สามารถทำความเข้าใจจากการวิเคราะห์สมการเคมีได้	ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจจากการลงมือปฏิบัติได้มากขึ้น

ตารางที่ 4.7 แสดงสรุปปัญหาที่พบในวงจรที่ 3 แผนที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันและแนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 8 เรื่องการสรุปภาพรวมของปฏิกิริยาเคมี

ปัญหาที่พบในแผนที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน (ในห้องเรียนที่ 2)	แนวทางการนำไปปรับใช้ในแผนที่ 8 เรื่อง การสรุปภาพรวมของปฏิกิริยาเคมี (ในห้องเรียนที่ 1)
นักเรียนบางคนยังขาดโอกาสในการออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	ควรมีการจับฉลากนักเรียนในกลุ่มออกมานำเสนอ

เมื่อเข้าสู่แผนที่ 8 ซึ่งเป็นแผนสุดท้าย เรื่อง การสรุปภาพรวมของปฏิกิริยาเคมี โดยแต่ละกลุ่มทำการสรุปเนื้อหาของตนเองมาเป็นอย่างดี และสามารถเชื่อมโยงแต่ละเนื้อหาของบทที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีเข้ากันได้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีวิธีการนำเสนอที่แตกต่างกันออกไปตามความถนัด

ของผู้เรียน บางกลุ่มนำเสนอในรูปแบบของเพาเวอร์พอยต์ บางกลุ่มเป็นวิดีโอภาพเคลื่อนไหว บางกลุ่มเป็นนิทานเล่มเล็ก แผ่นป้อปอัฟ สมุดรายงาน แล้วแต่ความถนัดของผู้เรียน ในแผนนี้ ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนวิเคราะห์ผลงานของตนเองและวิเคราะห์ผลงานของเพื่อนร่วมกัน ทั้งยังมีส่วนในการให้คะแนนชิ้นงานของเพื่อน โดยนักเรียนส่วนมากชอบการจัดกิจกรรมเช่นนี้เนื่องจากมีโอกาสได้รับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อน และได้ร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเอง แต่ผู้เรียนมักเกิดความเกรงใจเพื่อนของตนเอง และเกรงว่าเพื่อนจะได้คะแนนน้อย จึงทำให้การวิเคราะห์ผลงานและการให้คะแนนกันเองเป็นไปอย่างไม่เป็นกลาง ครูผู้สอนจึงเป็นส่วนหนึ่งในการร่วมให้คะแนนชิ้นงานนั้นๆ ด้วย ดังนั้นในวงจรที่ 3 จะประกอบไปด้วย 2 แผนด้วยกันคือ แผนที่ 7 เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน และแผนที่ 8 เรื่อง การสรุปภาพรวมของปฏิบัติการเคมี

ความถนัดของผู้เรียนสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ความถนัดตามแนวคิดของเบอร์นีส แมคคาร์ที ได้แก่ ผู้เรียนถนัดจินตนาการ ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ ผู้เรียนถนัดใช้สามัญสำนึก และผู้เรียนถนัดการรับรู้จากประสบการณ์และยอมรับการเปลี่ยนแปลง โดยจากการสังเกตร่วมกันกับผู้ร่วมวิจัยพบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมวิไล ส่วนมากเป็นผู้เรียนที่มีความถนัดทางด้านลงมือปฏิบัติ พิจารณาจากความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และการถามตอบในห้องเรียน และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิบัติการเคมี พบว่าผู้เรียนหนึ่งคนสามารถมีความถนัดในการเรียนรู้ได้มากกว่า 1 ความถนัด ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและกิจกรรมที่ได้เรียน ว่าผู้เรียนคนนั้นมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด หากผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องนั้นมาอยู่ก่อนแล้ว ผู้เรียนคนนั้นจะแสดงศักยภาพออกมาได้อย่างเต็มที่และพร้อมที่จะทำกิจกรรมมากกว่าผู้เรียนที่ไม่เคยมีความรู้เรื่องนั้นๆ มาก่อนเลย

4.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิบัติการเคมีก่อนและหลังเรียน และอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ทำการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนในเรื่อง ปฏิบัติการเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ครบทั้ง 3 วงจร โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง เรื่อง ปฏิบัติการเคมี จำนวน 9 ข้อ โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยง เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ ข้อมูล	การทดสอบ	
	สอบก่อนเรียน (Pre-test)	สอบหลังเรียน (Post-test)
Mean	3.540	10.540
S.D.	2.237	2.367
Std. Error Mean	.349	.370

จากการเก็บข้อมูล พบว่า ทดสอบก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.540 และการทดสอบ
หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.540 และเพื่อเป็นการสรุปผลทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์โดย t-test
แสดงดังตารางที่ 4.9 และได้ผลสรุปสอดคล้องกับตัวเลขที่ได้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงของผู้เรียนก่อน
เรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test

Pre-test-Post-test	n	Correlation	Sig.	t	d.f.	Sig. (1- tailed)
	41	.379	.015	-17.447	40	.000

จากตารางที่ 4.9 พบว่า จากการทดสอบสมมติฐานโดย t-test ซึ่งเป็นการทดสอบแบบทาง
เดียว สมมติฐานที่จะทดสอบอยู่ในลักษณะ $H_0 : \theta = \theta_0$ และ $H_1 : \theta > \theta_0$ จากค่าที่ได้พบว่ามีค่า
Sig. ที่น้อยกว่า .05 จึงเป็นการยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0

จึงสามารถบอกได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลัง
เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ สุนันทา บ้านกล้วย
(2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด หลังได้รับการ

จัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกริยาเคมีก่อนและหลังเรียน และอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ครบทั้ง 3 วงจร โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 30 ข้อ โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ ข้อมูล	การทดสอบ	
	สอบก่อนเรียน (Pre-test)	สอบหลังเรียน (Post-test)
Mean	11.270	19.100
S.D.	3.905	3.904
Std. Error Mean	.610	.610

จากการเก็บข้อมูล พบว่า ทดสอบก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.270 และการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.100 และเพื่อเป็นการสรุปผลทางสถิติ จึงทำวิเคราะห์โดย t-test แสดงดังตารางที่ 4.11 และได้ผลสรุปสอดคล้องกับตัวเลขที่ได้ในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้เทคนิค t-test

Pre-test-Post-test	n	Correlation	Sig.	t	d.f.	Sig. (1-tailed)
	41	.674	.000	-15.897	40	.000

จากตารางที่ 4.10 พบว่า จากการทดสอบสมมติฐานโดย t-test ซึ่งเป็นการทดสอบแบบทางเดียว สมมติฐานที่จะทดสอบอยู่ในลักษณะ $H_0 : \theta = \theta_0$ และ $H_1 : \theta > \theta_0$ จากค่าที่ได้พบว่ามีค่า Sig. ที่น้อยกว่า .05 จึงเป็นการยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0

จึงสามารถบอกได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ รณจนาวัลย์ ภักดีณรงค์ (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับ นิศรา วงษ์สุบรรณ (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มทดลองที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชญาภา เหมือนสุวรรณ (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง ร่างกายมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการสอนแบบ 4MAT พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.00

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดกิจกรรมที่ดำเนินไปตามธรรมชาติของผู้เรียนโดยคำนึงถึงการทำงานของระบบสมองเป็นหลัก และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างยืดหยุ่นและสนุกสนาน การวิจัยครั้งนี้ทำให้เราได้

ทราบว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบ 4MAT ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาตนเองตามความสามารถ และพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงของผู้เรียนให้สูงมากขึ้น โดยนักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนที่ดียิ่งขึ้น มีความกล้าแสดงออกในการนำเสนอความคิดเห็นของตน และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี และพบว่านักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานในเรื่องปฏิกิริยาเคมีออกมาอย่างมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นไปตามความถนัดของตนเอง โดยพบเนื้อหาที่มีความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 อีกทั้งยังเปิดใจรับฟังความคิดเห็นจากบุคคลอื่น จึงเป็นการสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่เป็นการให้เกียรติซึ่งกันและกันภายในห้องเรียนได้อย่างดี

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี และเพื่อเปรียบเทียบเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT ก่อนและหลังเรียน ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 ห้องเรียนจำนวนทั้งสิ้น 85 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มแบบกลุ่มเป็นจำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 41 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4MAT เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 8 แผน (2) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู และ (3) ชุดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องปฏิกิริยาเคมี โดยผู้วิจัยขอเสนอข้อสรุปผลและข้อเสนอแนะ ตามลำดับดังนี้

5.1 การสรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี

ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยทำการวิเคราะห์ผลร่วมกันโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูเป็นเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติงาน โดยผลการปฏิบัติงานที่ได้พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT สามารถตอบสนองความถนัดในการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ทั้ง ถนัดในการเรียนรู้แบบได้ลงมือปฏิบัติ ถนัดในการเรียนรู้ผ่านการใช้จิตสำนึกจากการเฝ้ามอง และค่อยๆตอบสนอง ถนัดในการเรียนรู้โดยใช้สัญชาตญาณหยั่งรู้

รับรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมแล้วนำมาวิเคราะห์ออกมาเป็นองค์ความรู้ และถนัดในการเรียนรู้แบบผ่านการนำตนเองเข้าไปพิสูจน์ หรือมีการใช้หลักของเหตุผลเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ โดยจะพบว่าผู้เรียนแต่ละบุคคลสามารถมีความถนัดได้มากกว่าหนึ่งความถนัด และตอบสนองได้ดีมากยิ่งขึ้นหากพบว่าครูและเพื่อนๆ ให้ความสนับสนุนและส่งเสริมความสามารถที่ผู้เรียนมีอยู่อย่างเต็มที่ และการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT ในเรื่องปฏิกิริยาเคมี ส่งผลให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม อีกทั้งยังสามารถสร้างชิ้นงานที่สะท้อนถึงความถนัดของตนเองออกมาได้อย่างมีเนื้อหาที่ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

จากการทดสอบสมมติฐานโดย t-test แบบทางเดียวพบว่าค่า sig. มีค่าน้อยกว่า .05 ซึ่งเป็นการยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0 ซึ่งหมายความว่าความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3.540 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 10.540

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

จากการทดสอบสมมติฐานโดย t-test แบบทางเดียวพบว่าค่า sig. มีค่าน้อยกว่า .05 ซึ่งเป็นการยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0 ซึ่งหมายความว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 11.270 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 19.100

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT นั้นประกอบไปด้วยขั้น 8 ขั้นตอน ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรกระชับเวลาและจัดกิจกรรมที่ใช้เวลาไม่นาน เพื่อให้สามารถสรุปกิจกรรมการเรียนรู้และเพิ่มเติมข้อสอบในเรื่องนั้นๆมากขึ้น

5.2.2 ในการจัดกิจกรรมควรมีการหมุนเวียนนักเรียนในการออกมานำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสรุปความคิดเห็นอย่างทั่วถึง

5.2.2 จากผลการวิจัย การสร้างชิ้นงานของนักเรียนหากให้นักเรียนมีอิสระในการออกแบบรูปแบบของชิ้นงานตามความถนัด ส่งผลให้งานที่ออกมามีความหลากหลายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

5.2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นวิธีที่ต้องใช้การสังเกตร่วมกันจากผู้วิจัยกับครูผู้ช่วยวิจัย เนื่องจากเป็นการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความถนัดด้านใด ซึ่งไม่สามารถบอกได้ชัดเจนอย่างเป็นรูปธรรม เนื่องจากผู้เรียนแต่ละบุคคลอาจจะมีความถนัดได้มากกว่าหนึ่งความถนัด ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ควรเป็นไปอย่างเข้าใจ และค่อยเป็นค่อยไปเพื่อให้เข้าใจตัวผู้เรียนให้ได้มากที่สุดก่อนจัดกิจกรรม เพื่อให้การเรียนการสอนตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2551). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2551). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร.
- กันติกาน สืบกนิร. (2551). *การศึกษาผลการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- กิตติชัย สุทธาสีโนบล. (2544). กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่คำนึงถึงพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนอย่างเท่าเทียมกัน (แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT). *วิชาการ*, 4(1), 32-41.
- กิตติพร ปัญญาภิบาล. 2549. *การวิจัยเชิงปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: บริษัทนันทพันธ์พรังค์ จำกัด.
- เกศินี ศรีวรรณ. (2553). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.
- ญาสุนน พรหมพิทยาจารย์. (2555). ผลการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโพร์แมทที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. *วิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ*, 3(5), 55-64.
- ณัฐฐาน นันทจักร. (2559). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 4MAT เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหาและเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2541). *เคมี เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ธรรมรัฐ รูปคม. (2555). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์, ปทุมธานี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ชัยมา หลายพัฒน์. (2550). วิธีการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเพศศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, มหาสารคาม.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2551). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. อุดรราชธานี: ขงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด.
- นิศรา วงษ์สุบรรณ. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแต่งร้อยกรองประเภท โคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนปกติ (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- พนิดา จารย์อุปการะ. (2551). การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัย ศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- พินันท์ คงคาเพชร. (2552). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด.
- ภัทจิกรณ์ พรหมเมือง. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามแบบ ACTOR Model เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- มณฑนา วัฒนถนอม. (2548). การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT. สารภาษาไทย, 4(3), 42-53.
- เมตตา เรืองสังวรค์. (2557). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เพลงผู้ปิดทองหลังพระ สารนาฏศิลป์ (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- วันเพ็ญ ปัญญาสิงห์. (2555). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT. ศึกษาศาสตร์, 6(1), 201-207.
- วีระยุทธ ชาติกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. ราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 2(1), 31.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วุฒิพงษ์ ชินศรี. (2553). การพัฒนาการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบเคต็บบริวแอลพลัส. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- ศรีไพร พนมศรี. (2550). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศักดิ์ชัย นิรัญทวี. (2542). การเรียนการสอนตามแนวแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT). วิชาการ, 2(12), 12-26.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559) สืบค้น 25 เมษายน, 2560, จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTlk/view>
- สายหยุด อุไรสกุล. (2556). การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ. การประชุมสัมมนาทางวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี.
- สุนันทา บ้านกล้วย. (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2545). 19 วิธีจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2548). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธการพิมพ์ จำกัด.
- อนุวัติ ภูณแก้ว. (2559). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้สู่ผลงานทางวิชาการเพื่อการเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณี ขุมทรัพย์. (2560, 17 เมษายน). ครู ค.ศ. 1 [ผู้เรียนนั้นมีปัญหาในด้านของการคิดเชื่อมโยงหรือการคิดแบบบูรณาการ ผู้เรียนมักท่องจำและไม่สามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปเชื่อมโยงกับหัวข้ออื่นๆ ได้ จึงไม่ได้ตระหนักและไม่เห็นถึงประโยชน์ในการเรียนรายวิชาดังกล่าว เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง โดยเฉพาะเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ซึ่งจัดเป็นเรื่องหลักของการเรียนวิชาเคมีพื้นฐาน]

บรรณานุกรม (ต่อ)

Appell, C. J. (1991). *The effects of the 4MAT system of instruction on academic achievement and attitude in the elementary music classroom* (Master's thesis). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (Order No. 9205791).

Jackson, P. R. (2001). *The effects of teaching methods and 4MAT learning styles on community college students' achievement, attitudes, and retention in introductory microbiology* (Master's thesis). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (Order No. 3106372).

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้ช่วยวิจัยและหนังสือราชการ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ดร.สุพัตรา ประดับพงศ์

อาจารย์ประจำหลักสูตร ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัย
รังสิต

2. ผศ.ดร.อรจิรา อารักษ์สกุลวงศ์

หัวหน้าสาขาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

3. นางสาวอริชัญ ทองมาก

ครูชำนาญการ โรงเรียนปทุมวิไล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

รายนามครูผู้ช่วยวิจัย

1. นางสาวอรุณี ขุมทรัพย์

ครู คศ. 1 โรงเรียนปทุมวิไล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยรังสิต
เมืองเอก (พหลโยธิน)
จ.ปทุมธานี 12000

Rangsit University
Mueang-Aek, Pathayothin Rd.
Pathumthani 12000, Thailand

T. (66) 2991 2200-30
F. (66) 2533 9470
E. info@rsu.ac.th

ที่ รท.1112/5/60

9 มิถุนายน 2560

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผศ.ดร.อรจิรา อารักษ์สกุลวงศ์

หัวหน้าภาควิชาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

เนื่องด้วย นางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล รหัสนักศึกษา 5906735 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ หลักสูตรฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล ด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)

ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาวณัฐวรรณ วาเรืองศรี
โทร. 02-997-2222 ต่อ 5055
E-mail: Nathawan@rsu.ac.th

รูปที่ ก.1 หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่ 1)



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY



มหาวิทยาลัยรังสิต
เมืองเอก อ.พองไธสงค์
จ.ปทุมธานี 12000

Rangsit University
Mueang-Aek, Pathumthani Rd.
Pathumthani 12000, Thailand

T. (066) 2991 2200-30
F. (066) 2533 9470
E. info@rsu.ac.th

ที่ วท.1112/4/60

9 มิถุนายน 2560

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุพัตรา ประดับพงษ์

อาจารย์ประจำ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

เนื่องด้วย นางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล รหัสนักศึกษา 5906735 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ หลักสูตรฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล ด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)

ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาวณัฐวรรณ วาเรืองศรี

โทร. 02-997-2222 ต่อ 5055

E-mail: Nathawan@rsu.ac.th

รูปที่ ก.2 หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่ 2)



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University
เมืองปทุมธานี พทุมธานี Rd.
ปทุมธานี 12000 Pothumthani 12000, Thailand

T. (66) 2991 2200-30
F. (66) 2533 9470
E. info@rsu.ac.th

ที่ วท.1112/6/60

9 มิถุนายน 2560

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวอริศญา ทองมาก

ผู้อำนวยการ โรงเรียนปทุมวิไล

เนื่องด้วย นางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล รหัสนักศึกษา 5906735 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องปฏิกิริยาเคมี ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ หลักสูตรฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนางสาวมิตา จิตติวัฒนากุล ด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)

ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาวณัฐวรรณ วาเรืองศรี

โทร. 02-997-2222 ต่อ 5055

E-mail: Nathawan@rsu.ac.th

รูปที่ ก.3 หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่ 3)

มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยรังสิต
Huang-Mae, Pathayothien Rd.
Pathumthani 12000, Thailand

T. (66) 2991 2200-30
F. (66) 2533 9470
E. info@rsu.ac.th

ที่ วท.1112/637

4 พฤษภาคม 2560

เรื่อง ขอส่งตัวนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โครงการ สควค. ศูนย์มหาวิทยาลัยรังสิต

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนปทุมวิไล

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. แบบประเมินการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 3 แบบ

2. แบบรายงานนิเทศรายบุคคล จำนวน 1 ฉบับ

เนื่องด้วยศูนย์มหาวิทยาลัยรังสิต มีความประสงค์ขอส่งตัวนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โครงการ สควค. ศูนย์มหาวิทยาลัยรังสิต ที่จะฝึกประสบการณ์วิชาชีพในปการศึกษา 2560 ที่สถานศึกษา ของท่าน จำนวน 1 ราย คือ นางสาวมิตา จิตติวัฒนากร สาขาเคมี ในวันที่ 8 พฤษภาคม 2560 โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญยรัศมี สุขเขียว ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ในสังกัดเป็นผู้นำส่งตัวนักศึกษา

พร้อมกันนี้ได้แนบเอกสารที่ใช้ในการประเมินการฝึกประสบการณ์วิชาชีพเพื่อให้ครูพี่เลี้ยงได้ ดำเนินการประเมินนักศึกษาตลอดปีการศึกษา และเมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินการในแต่ละภาคเรียนขอให้ทาง สถานศึกษาได้ส่งแบบประเมินกลับไปยังภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เพื่อดำเนินการต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)

ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน: นางสาวณัฐวรรณ วาเรืองศรี

โทร.02-997-2222 ต่อ 5055

e-mail:nathawan@rsu.ac.th

รูปที่ ก.4 หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้ช่วยวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1 ปี

การศึกษา 2560

รายวิชา เคมีพื้นฐาน

รหัสวิชา ว.30102

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ชื่อหน่วย ปฏิริยาเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 2 ชั่วโมง

ครูพี่เลี้ยง ครูอรุณี ขุมทรัพย์

นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวมิดา จิตติวัฒนาร

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว.3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว.3.1 ม.4-6/2 ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว.8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การ

แก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงนั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว.8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ว.8.1 ม.4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

2. ตารางสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปฏิกิริยาชนิดต่างๆ จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่างกัน เนื่องจากมีปัจจัย 5 อย่างที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา คือ ธรรมชาติของสารตั้งต้น ความเข้มข้นของสารตั้งต้น พื้นที่ผิวสัมผัสของสาร อุณหภูมิ และตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

- อธิบายผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้น อุณหภูมิพื้นที่ผิวของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

ทักษะ/กระบวนการ (P)

- รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างเป็นระบบขั้นตอน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- แสดงความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้
- เข้าเรียนตรงเวลาและส่งการบ้านตามเวลาที่กำหนด
- แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- ความซื่อสัตย์ ผู้เรียนต้องจดบันทึกผลจากการทดลองที่ได้ตามความเป็นจริง

4. ตารางการเรียนรู้

4.1 ตารางการเรียนรู้แกนกลาง

สารแต่ละชนิดเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยอัตราที่ต่างกัน เช่น โลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้เร็วกว่าสังกะสี แต่โลหะทองแดงไม่เกิดปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก โซเดียมทำปฏิกิริยากับน้ำได้รวดเร็ว แต่แมกนีเซียมเกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ามาก ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติของสารแล้วที่ผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาแล้ว ยังมีปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ดังนี้

ความเข้มข้นของสารเริ่มต้น การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะช่วยทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น เนื่องจากความเข้มข้นมากขึ้นปริมาณเนื้อสารก็จะมากตาม จะทำให้การชนกันของอนุภาคของสารเกิดขึ้นได้มากขึ้น แต่ถ้าทำการเพิ่มปริมาตรของสาร โดยที่ปริมาณของเนื้อสารยังคงเท่าเดิม (เจือจาง) จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีช้าลง

อุณหภูมิ โดยการเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ให้แก่อนุภาคของสารทำให้อนุภาคของสารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น จึงช่วยเพิ่มโอกาสในการชนกันของอนุภาคมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มพลังงานให้แก่สารจะช่วยทำให้สารมีพลังงานภายในมากกว่าค่าพลังงานก่อกัมมันต์จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นได้ เช่น การเก็บอาหารในตู้เย็นเพื่อป้องกันการเน่าเสีย เป็นต้น

พื้นที่ผิวของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา ในกรณีที่สารตั้งต้นเป็นของแข็ง การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้นได้ เนื่องจากพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สารมีพื้นที่สำหรับการเข้าทำปฏิกิริยากันได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน จะช่วยทำให้อาหารมีขนาดเล็กกลง และมีพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้น้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารสามารถเข้าย่อยอาหารได้ง่ายขึ้น เป็นต้น

ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา ในทางปฏิบัติบางครั้งการเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือความเข้มข้นของสารตั้งต้นอาจไม่เหมาะสม นักวิทยาศาสตร์จึงวิธีการใส่สารเคมีบางชนิดเพียงปริมาณเล็กน้อยเข้าไปทำปฏิกิริยา และทำให้ปฏิกิริยานั้นเกิดเร็วขึ้น โดยที่สารเคมีที่ใส่เข้าไปนั้นยังมีปริมาตรและสมบัติทางเคมีเหมือนเดิมหลังปฏิกิริยาสิ้นสุด เรียกสารเคมีที่ใส่เข้าไปในปฏิกิริยาว่า ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ในทางกลับกันการใส่สารเคมีบางชนิดเข้าไปในปฏิกิริยา แล้วส่งผลให้ปฏิกิริยานั้นเกิดได้ช้าลง เรียกสารเคมีที่ใส่เข้าไปในปฏิกิริยานี้ว่า ตัวหน่วงปฏิกิริยา (retarder)”

5. หลักฐาน หรือร่องรอยของการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

5.1 ความรู้ (K)

ภาระงาน/ชิ้นงาน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน	ผู้ประเมิน
1. ตอบคำถามในใบงานที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	ตรวจใบงาน	คำถามในใบงานที่ 6	ตอบถูกต้องมากกว่า 80%	ครู

5.2 กระบวนการ (P)

ภาระงาน/ชิ้นงาน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน	ผู้ประเมิน
1. รวบรวมข้อมูล แปลความหมาย ข้อมูล และ สรุปผลการ ทดลองเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างเป็นระบบ ขั้นตอน	ตรวจสอบการ รวบรวมข้อมูล แปลความหมาย ข้อมูล และสรุปผล การทดลองเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างเป็นระบบ ขั้นตอน	ใบ กิจกรรม การทดลอง	นักเรียนสามารถ แปลความหมาย ข้อมูลและสรุปผล อย่างถูกต้องอย่าง น้อยร้อยละ 70	ครู

5.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

คุณลักษณะ พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ในการ ประเมิน	ผู้ ประเมิน
1. ใฝ่ เรียนรู้	แสดงความ เป็นคนช่าง สังเกต ใฝ่ เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการ แสวงหา ความรู้	สังเกต พฤติกรรมการ ให้ความ ร่วมมือในการ เรียนและการ ตอบคำถาม	แบบ ประเมิน คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	ต้องได้ไม่ต่ำกว่า คุณภาพระดับ 3 คือดี จากระดับ คุณภาพ 4 คือดี มาก	ครู
2. ตรงต่อ เวลา	เข้าเรียน ปฏิบัติ กิจกรรมและ ส่งงานตรง เวลา	สังเกต พฤติกรรมการ เข้าเรียน ปฏิบัติ กิจกรรมและ การส่งงาน	แบบ ประเมิน คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	ต้องได้ไม่ต่ำกว่า คุณภาพระดับ 3 คือดี จากระดับ คุณภาพ 4 คือดี มาก	ครู

คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ในการ ประเมิน	ผู้ ประเมิน
3. ความมี เหตุผล	แสดงความ คิดเห็นอย่างมี เหตุผล และ รับฟังความ คิดเห็นของ ผู้อื่น	สังเกต พฤติกรรม การแสดงความ คิดเห็นในชั้น เรียนและการ เปิดรับฟัง ความคิดเห็น ของผู้อื่น	แบบ ประเมิน คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	ต้องได้ไม่ต่ำกว่า คุณภาพระดับ 3 คือดี จากระดับ คุณภาพ 4 คือดี มาก	ครู
4. ความ ซื่อสัตย์	จดบันทึกผล การทดลอง ตามความเป็น จริง	สังเกตผลการ ทดลองของแต่ละ กลุ่ม และ พิจารณาผลที่ ผู้เรียนบันทึก ได้	แบบ ประเมิน คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	ต้องได้ไม่ต่ำกว่า คุณภาพระดับ 3 คือดี จากระดับ คุณภาพ 4 คือดี มาก	ครู

6. คำถามสำคัญ

1. นักเรียนสามารถอธิบายผลการทดลองได้อย่างไร
2. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 : ขั้นสร้างประสบการณ์ ครูเกริ่นนำด้วยคำถามในเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เรียนในชั่วโมงที่ผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกต่อเนื่องในการพัฒนาความรู้ ด้วยคำถามที่ว่า เมื่อนักเรียนทราบแล้วว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคืออะไร แล้วนักเรียนทราบหรือไม่ว่า เพราะเหตุใดอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสนิมเหล็ก จึงเกิดได้ช้า และเพราะเหตุใดสารต่างชนิดกันถึงใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาไม่เท่ากัน (คำถามเหล่านี้จะนำไปสู่การเชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องของ ปัจจัยที่มีผลในการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะแสดงในขั้นถัดไป)

ขั้นที่ 2 : ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ จากคำถามในขั้นแรก สามารถโยงมาถึงการอธิบายเกี่ยวกับ ปัจจัยในการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้เป็นอย่างดี ครูให้คำถามแก่นักเรียนต่อไปว่า หากนักเรียนทราบแล้วว่าสารต่างชนิดกันใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาไม่เท่ากัน และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ให้นักเรียนลองยกตัวอย่างปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาอย่างน้อยคนละ 1 คำตอบ (นักเรียนมักยกตัวอย่างคำตอบที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ สารนั้นเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น อย่างเช่น การหุงข้าว เป็นต้น)

ขั้นที่ 3 : ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ครูเริ่มสอนโดยการบรรยายในเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้สื่อเพาเวอร์พอยต์ในการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพและเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 : ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด ครูและผู้เรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีร่วมกันในห้องเรียน และหลังจากนั้น ครูจะเริ่มชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และข้อตกลงในการทำทดลอง เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งในการทำทดลองนี้ ผู้เรียนจะสามารถสังเกตเห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเห็นถึงสิ่งที่บ่งบอกว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงสี อุณหภูมิ การเกิดตะกอน และการเกิดฟองก๊าซ เป็นต้น โดยครูจะทำการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความเหมาะสม โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย เด็กเก่ง เด็กปานกลาง และเด็กอ่อน เพื่อให้การทดลองเป็นไปอย่างราบรื่น และง่ายต่อการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนมาหยิบอุปกรณ์ด้านหน้าห้อง และเขียนลงในใบกิจกรรมการทดลองอย่างเป็นระเบียบและเรียบร้อย โดยการทดลองนี้จะประกอบไปด้วย

วัสดุอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ ขนาด 250 ml
2. แท่งแก้วคนสาร
3. กระบอกตวง 10 ml
4. หลอดทดลองขนาดเล็ก
5. ช้อนตักสาร
6. ที่คีบสาร
7. ที่วางหลอดทดลอง

สารเคมี

1. แผ่นแมกนีเซียม 1 แผ่น
2. แผ่นสังกะสี 1 แผ่น

3. สารละลายไฮโดรคลอริก (HCl) 2 mol/dm^3
4. สารละลายต่างทับทิมเจือจาง (KMnO_4) เจือจาง
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 2.0 mol/dm^3
6. สารละลายเลด (II) ไนเตรต ($\text{Pb(NO}_3)_2$) 0.1 mol/dm^3
7. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 0.1 mol/dm^3
8. กรดซิตริก ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)
9. สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) 2.0 mol/dm^3

ขั้นตอนการทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองโดยวางปริมาณสารตามตาราง โดยใช้กระบอกตวง ปริมาตร 10 ml โดยหลอดที่ 1 เติมสารในช่องที่เป็นสีฟ้า ($\text{HCl} + \text{KMnO}_4$) หลอดที่ 2 เติมสารในช่องที่เป็นสีม่วง ($\text{HCl} + \text{NaOH}$) ทำตามในตารางจนครบ 6 หลอด และสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง พร้อมถ่ายรูปและจดบันทึกให้เรียบร้อย

สาร	ปริมาตร (ml)
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	3
สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4)	1
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	4
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	4
สารละลายเลด (II) ไนเตรต ($\text{Pb(NO}_3)_2$)	4
สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)	4
กรดซิตริก (กรดมะนาว)	1 ช้อน
สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3)	4
โลหะแมกนีเซียม Mg	1 แผ่น
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	5
โลหะสังกะสี Zn	1 แผ่น
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	5

** ครูเฝ้าสังเกตการณ์ และให้คำแนะนำในการทำการทดลองของนักเรียน

ขั้นที่ 5 : ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด นักเรียนเริ่มลงมือปฏิบัติ โดยครูผู้สอนจะฉายวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือการทดลอง และวิธีการทดลองบนโปรเจกเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนทุกกลุ่มเห็นอย่างทั่วถึง และลดข้อผิดพลาดรวมทั้งอุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นได้

ขั้นที่ 6 : ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหาข้อสรุปของการทดลอง รวมถึงการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และจดบันทึกลงในใบกิจกรรมการทดลอง โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้ใบกิจกรรมการทดลองคนละ 2 แผ่น

ขั้นที่ 7 : ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและประยุกต์ใช้

ครูและนักเรียนสรุปร่วมกัน โดยได้ข้อสรุปดังนี้

สาร	สิ่งที่สามารถสังเกตเห็น
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	สีม่วงของด่างทับทิม จางหายไป
สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4)	
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	อุณหภูมิของหลอด ทดลองสูงขึ้น
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	
สารละลายเลด (II) ไนเตรต ($\text{Pb(NO}_3)_2$)	เกิดตะกอนสีเหลือง
สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)	
กรดซัลฟิวริก (กรดมะนาว)	เกิดฟองก๊าซอย่าง รวดเร็วและพุ่งสูง
สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3)	
โลหะแมกนีเซียม Mg	เกิดฟองก๊าซอย่าง รวดเร็ว
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	

สาร	สิ่งที่สามารถสังเกตเห็น
โลหะสังกะสี Zn	เกิดฟองก๊าซอย่างช้าๆ
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	

โดยการทดลองสามารถสรุปได้ว่าเราจะสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้จาก การเกิดฟองก๊าซ เกิดตะกอน อุณหภูมิ และ สี ส่วนปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือชนิดของสารตั้งต้น และครูได้อธิบายเพิ่มเติมต่ออีกว่า นอกจากนี้ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือ พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น ความเข้มข้นของสารตั้งต้น อุณหภูมิ รวมไปถึงการเติมตัวเร่งและตัวหน่วงลงในปฏิกิริยา เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ร่วมกับการทำการทดลอง เพื่อให้เกิดการจดจำ และเห็นภาพได้มากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 8 : ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ได้ผลการทดลองแตกต่างไปจากเพื่อน ได้ออกมาเล่าถึงสิ่งที่ผิดพลาดและสิ่งที่ต้องแก้ไขให้กับเพื่อนๆ ได้ฟัง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และสะดวกต่อการทำการทดลองในครั้งถัดไป

8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 6 เรื่องปฏิกิริยาเคมี (ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี)
2. สื่อ power point เรื่องปฏิกิริยาเคมี (ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี)
3. หนังสือแบบเรียนราวิชาเคมีพื้นฐาน มัธยมศึกษาปีที่ 4-6
4. ใบกิจกรรมการทดลอง

แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

9. กิจกรรมเสนอแนะ

ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกแบบกิจกรรมการทดลองเอง เพื่อเสริมสร้างพัฒนาการทางด้านทักษะความคิดของผู้เรียน

บันทึกหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษา หรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

(ตรวจสอบ/นิเทศ/เสนอแนะ/รับรอง)

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้จัดการเรียนรู้

(.....)

สารแต่ละชนิดเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยอัตราที่ต่างกัน บางปฏิกิริยาเกิดเร็ว บางปฏิกิริยาเกิดช้าหรือไม่เกิดปฏิกิริยา ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติหรือสมบัติของสารแต่ละชนิดแตกต่างกัน



ในการทำปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก เพื่อผลิตแก๊สไฮโดรเจน หากต้องการให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนอย่างรวดเร็ว นักเรียนจะสามารถทำได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะ ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ก่อนนำไปใช้

จากการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของแล้วมีความ
 คิดเห็นดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

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

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

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

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ นำไปใช้ได้
- ☐ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูพี่เลี้ยง

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับการประเมิน

[illegible]

No.	ชื่อ-นามสกุล	รายการและระดับการประเมิน																รวม
		ไฟ้เรียนรู้				ตรงต่อเวลา				ความมีเหตุผล				ความซื่อสัตย์				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
41																		

ระดับคุณภาพของเกณฑ์การประเมิน

ระดับการประเมิน 10-12 หมายถึง ดีมาก

ระดับการประเมิน 7-9 หมายถึง ดี

ระดับการประเมิน 4-6 หมายถึง พอใช้

ระดับการประเมิน 0-3 หมายถึง ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

รายการ ประเมิน	ระดับการประเมิน			
	4	3	2	1
ใฝ่เรียนรู้	ผู้เรียนแสดงความ เป็นคนช่างสังเกต และมุ่งมั่นในการ เสาะแสวงหา ความรู้โดยการ ถามตอบใน ห้องเรียนอย่าง สม่ำเสมอ	ผู้เรียนแสดง ความเป็นคนช่าง สังเกตและมุ่งมั่น ในการเสาะแสวงหา ความรู้โดยการ ถามตอบใน ห้องเรียนบางครั้ง	ผู้เรียนแสดง ความเป็นคน ช่างสังเกตและ มุ่งมั่นในการ เสาะแสวงหา ความรู้โดยการ ถามตอบใน ห้องเรียนน้อย ครั้ง	ผู้เรียนไม่แสดง ความเป็นคน ช่างสังเกตและ มุ่งมั่นในการ เสาะแสวงหา ความรู้โดยการ ถามตอบใน ห้องเรียน
ตรงต่อ เวลา	เข้าเรียน ปฏิบัติ กิจกรรมและส่ง งานตรงเวลาทุก ครั้ง	เข้าเรียน ปฏิบัติ กิจกรรมและส่ง งานตรงเวลาเป็น ส่วนมาก	เข้าเรียน ปฏิบัติ กิจกรรมและ ส่งงานตรงเวลา บางครั้ง	ไม่เข้าเรียน ไม่ ปฏิบัติตามกิจกรรม และส่งงานไม่ ตรงเวลา
ความมี เหตุผล	แสดงความคิดเห็น อย่างมีเหตุผล และ รับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่นทุกครั้ง	แสดงความคิดเห็น อย่างมี เหตุผล และรับ ฟังความคิดเห็น ของผู้อื่นบางครั้ง	แสดงความคิดเห็น อย่างมี เหตุผล และรับ ฟังความคิดเห็น ของ ผู้อื่นน้อยครั้ง	ไม่แสดงความคิดเห็น และไม่ รับฟังความคิดเห็น ของ ผู้อื่น

รายการ ประเมิน	ระดับการประเมิน			
	1	2	3	4
ความ ซื่อสัตย์	ผู้เรียนบันทึก ข้อมูลที่ได้จากการ ทดลองตามความ เป็นจริงทุกข้อ	ผู้เรียนบันทึก ข้อมูลที่ได้จาก การทดลองตาม ความเป็นจริงเป็น ส่วนมาก	ผู้เรียนบันทึก ข้อมูลที่ได้จาก การทดลองตาม ความเป็นจริง เป็นส่วนน้อย	ผู้เรียนบันทึก ข้อมูลที่ได้จาก การทดลองไม่ ตรงตามความ เป็นจริงทุกข้อ

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

No.	ชื่อ-นามสกุล	รายการและระดับการประเมิน						ผ่าน/ไม่ผ่าน
		ความรู้ (K)		ทักษะ/ กระบวนการ (P)		คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์ (A)		
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								

No.	ชื่อ-นามสกุล	รายการและระดับการประเมิน						ผ่าน/ไม่ผ่าน
		ความรู้ (K)		ทักษะ/ กระบวนการ (P)		คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์ (A)		
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								

No.	ชื่อ-นามสกุล	รายการและระดับการประเมิน						ผ่าน/ไม่ผ่าน
		ความรู้ (K)		ทักษะ/ กระบวนการ (P)		คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์ (A)		
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								

แบบบันทึกภาคสนาม

แบบสังเกตการณ์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและการสอนของครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

ชื่อผู้สอน น.ศ.รมิดา จิตติวัฒนาร

ชื่อผู้ช่วยวิจัย ครูอรุณี ชุมทรัพย์

คำชี้แจง : แบบสังเกตการณ์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและการสอนของครู เป็นแบบบันทึกเหตุการณ์ที่ครูผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้สังเกตและบันทึกข้อมูลขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

1. ด้านเนื้อหา : พิจารณาเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ การลำดับเนื้อหา ความเหมาะสมของเนื้อหา

.....

.....

2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ : พิจารณาจากพฤติกรรมของครูและนักเรียนในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอน

ขั้นตอนที่สังเกต	พฤติกรรมที่สังเกตพบ	
	ครู	นักเรียน
ขั้นสร้างประสบการณ์		
ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์		

ขั้นตอนที่สังเกต	พฤติกรรมที่สังเกตพบ	
	ครู	นักเรียน
ขั้นปรับ ประสบการณ์เป็น ความคิดรวบยอด		
ขั้นพัฒนา ความคิดรวบยอด		
ขั้นลงมือปฏิบัติ จากกรอบ ความคิดที่กำหนด		
ขั้นสร้างชิ้นงาน เพื่อสะท้อนความ เป็นตัวเอง		
ขั้นวิเคราะห์ คุณค่าและ ประยุกต์ใช้		
ขั้นแลกเปลี่ยน ประสบการณ์การ เรียนกับผู้อื่น		

3. ด้านสื่อการสอน : พิจารณาจากความเหมาะสมของสื่อการสอน ปัญหาและอุปสรรคในการใช้สื่อ

.....

.....

.....

.....

4. ด้านเวลา : พิจารณาจากความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(ครูอรุณี ขุมทรัพย์)

...../...../.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกวิธีการสังเกตการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารบางชนิดได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
3. หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยคำนวณจากอัตราการลดลงของสารตั้งต้นหรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ได้
4. อธิบายผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิวของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา ตัวเร่ง และตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
5. ยกตัวอย่างและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาบางชนิดที่พบในชีวิตประจำวันได้
6. อธิบายผลของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีบางชนิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลจากการทดลองในเรื่องต่อไปนี้ได้
 - 7.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - 7.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
1.	ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี ก. ปฏิกิริยาเคมีทำให้ได้สารที่มีสมบัติเหมือนเดิมทุกประการ แต่สถานะเปลี่ยนไป ข. ปฏิกิริยาเคมีทำให้ได้สารใหม่ที่มีคุณสมบัติแตกต่างไปจากสารเดิม ค. สารใหม่ที่เกิดขึ้นจะต้องไม่มีพลังงานเกี่ยวข้อง ง. ปฏิกิริยาเคมีทำให้ได้สารที่มีขนาดใหญ่กว่าสารเริ่มต้น เฉลยข้อ ข.	ความจำ	

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
2	ข้อใดที่แสดงว่ามีการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก. การเปลี่ยนแปลงสีของสารละลาย ข. เกิดฟองก๊าซ และมีกลิ่นฉุน ค. เกิดตะกอน ง. ถูกทุกข้อ เฉลยข้อ ง.	ความจำ	
3	ข้อใดไม่จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ก. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B แล้วได้สาร C ซึ่งมีคุณสมบัติต่างไปจากสารเริ่มต้น ข. สาร D (ใส ไม่มีตะกอน) เมื่อทำปฏิกิริยากับสาร E (ใส ไม่มีตะกอน) แล้วเกิดตะกอนสีขาว ค. สาร F ทำปฏิกิริยากับสาร G เกิดเป็นสารประกอบ FG ซึ่งมีสมบัติเหมือนสารเริ่มต้นทุกประการ ง. สาร H ทำปฏิกิริยากับสาร I แล้วเกิดฟองแก๊สจำนวนมาก เฉลยข้อ ค.	ความเข้าใจ	
4.	ปฏิกิริยาต่อไปนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ก. การทำหิ้งเจอร์ไอโอดีน โดยผสมไอโอดีนกับเอทานอล ข. การหมิ่นหื่นของน้ำมันเมื่อทิ้งไว้นานๆ ค. การผลิตน้ำอัดลมและน้ำโซดา ง. การบ่มมะม่วงดิบจนเป็นมะม่วงสุก เฉลยข้อ ก.	ความเข้าใจ	

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
5.	พิจารณาการเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้ 1. การละลายเกลือแกงในน้ำ 2. การจุดดอกไม้ไฟ 3. การทำขนมถ้วยฟู 4. การทำนาเกลือ ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ก. 1 และ 2 ข. 3 และ 4 ค. 2 และ 4 ง. 2 และ 3 เฉลยข้อ ง.	ความเข้าใจ	
6.	ปฏิกิริยาเคมีในข้อใดต่อไปนี้ใช้ระยะเวลาสั้นในการเกิดปฏิกิริยา ก. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 (\text{aq}) + 2\text{KI} (\text{aq}) \longrightarrow 2\text{KNO}_3 (\text{aq}) + \text{PbI}_2 (\text{s})$ ข. $\text{NaOH} (\text{aq}) + \text{HCl} (\text{aq}) \longrightarrow \text{NaCl} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{ความร้อน}$ ค. $\text{Mg} (\text{s}) + 2\text{HCl} (\text{aq}) \longrightarrow \text{MgCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$ ง. $4\text{Fe} (\text{s}) + 3\text{O}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} (\text{s})$ เฉลยข้อ ง.	ความจำ	
7.	ถ้าใส่แผ่นสังกะสีลงในกรดซัลฟิวริกจะได้แก๊สชนิดใด ก. ไนโตรเจน ข. ออกซิเจน ค. ไฮโดรเจน ง. คาร์บอนไดออกไซด์ เฉลยข้อ ค.	ความเข้าใจ	

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
8.	ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยา $2\text{KClO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ เกิดเร็วขึ้นควรทำอย่างไร ก. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา ข. บด KClO_3 ให้ละเอียด ค. เพิ่มความเข้มข้นของ KCl ง. ลดความเข้มข้นของ KClO_3 เฉลยข้อ ข.	วิเคราะห์	
9.	ข้อใดเป็นสาเหตุหลักที่ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมไม่ควรเก็บน้ำฝนไว้เพื่อการบริโภค ก. มีฝุ่นละอองมากไม่เหมาะกับการบริโภค ข. มีตะกอนมากใช้บริโภคอาจเป็นโรคนี้ ค. มีกรดคาร์บอนิกและกรดไฮโดรคลอริกปนอยู่ ง. มีกรดกำมะถันและกรดไนตริกปนอยู่ เฉลยข้อ ง.	ความนำไปใช้	
10.	ในการเผาไหม้ถ่านหินที่มีกำมะถันปนอยู่ด้วย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงดังข้อใด ก. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ $\longrightarrow$ ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ $\longrightarrow$ กรดซัลฟิวริก $\longrightarrow$ ฝนกรด ข. ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ $\longrightarrow$ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ $\longrightarrow$ กรดซัลฟิวริก $\longrightarrow$ ฝนกรด ค. กรดซัลฟิวริก $\longrightarrow$ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ $\longrightarrow$ ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ $\longrightarrow$ ฝนกรด ง. กรดซัลฟิวริก $\longrightarrow$ ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ $\longrightarrow$ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ $\longrightarrow$ ฝนกรด เฉลยข้อ ก.	ความเข้าใจ	

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
11.	ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่มีผลต่อข้อใด ก. ความยากง่ายของการเกิดปฏิกิริยา ข. ปริมาณความร้อนที่ดูดหรือคายของปฏิกิริยา ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ง. ปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น เฉลยข้อ ง.	วิเคราะห์	
12.	ปัจจัยใดต่อไปนี้มีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง ก. เพิ่มปริมาณสารตั้งต้น ข. ลดอุณหภูมิในปฏิกิริยาคูดความร้อน ค. เติมน้ำมันโซล ง. ใช้สารในลักษณะที่เป็นก้อนแทนสารผง ข้อใดถูกต้อง 1. ก. และ ข. 2. ก. และ ง. 3. ค. และ ง. 4. ข. และ ง. เฉลยข้อ ง.	วิเคราะห์	
13.	เมื่อนำหินสังกะสีใส่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก วิธีใดมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาน้อยที่สุด ก. ใช้แท่งแก้วคนให้ทั่ว ข. ใช้ผงสังกะสีแทนชิ้นสังกะสี ค. เพิ่มความร้อน ง. เติมน้ำกลั่นลงไปเท่าตัว เฉลยข้อ ก.	ความเข้าใจ	

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม																					
17.	จากปฏิกิริยา $A \rightarrow 2C$ เมื่อทำการทดลองได้ผลดังนี้ <table><tr><th>เวลา (นาท)</th><th>ความเข้มข้น C (mol/dm³)</th></tr><tr><td>1</td><td>1.08</td></tr><tr><td>5</td><td>1.18</td></tr><tr><td>12</td><td>1.38</td></tr><tr><td>17</td><td>1.71</td></tr><tr><td>20</td><td>1.94</td></tr></table> จงคำนวณอัตราการเกิดสาร C ในช่วงเวลา 5 – 12 นาที่ ก. 0.028 โมลาร์/นาที่ ข. 1.180 โมลาร์/นาที่ ค. 1.385 โมลาร์/นาที่ ง. 0.151 โมลาร์/นาที่ เฉลยข้อ ก.	เวลา (นาท)	ความเข้มข้น C (mol/dm ³)	1	1.08	5	1.18	12	1.38	17	1.71	20	1.94	ความเข้าใจ										
เวลา (นาท)	ความเข้มข้น C (mol/dm ³)																							
1	1.08																							
5	1.18																							
12	1.38																							
17	1.71																							
20	1.94																							
18.	<table><tr><th>สารละลาย</th><th>อุณหภูมิ °C</th><th>ลักษณะสาร/การเปลี่ยนแปลง</th></tr><tr><td>A</td><td>25</td><td>สารละลายใส ไม่มีสี</td></tr><tr><td>B</td><td>25</td><td>สารละลายใส ไม่มีสี</td></tr><tr><td>C</td><td>25</td><td>สารละลายใส ไม่มีสี</td></tr><tr><td>A ผสม B</td><td>26</td><td>ไม่เปลี่ยนแปลง</td></tr><tr><td>B ผสม C</td><td>23</td><td>สารละลายสีเหลือง</td></tr><tr><td>A ผสม C</td><td>23</td><td>ตะกอนสีขาว</td></tr></table> ข้อสรุปใดถูกต้อง ก. A และ C เป็นสารเดียวกัน ข. B ผสม C เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน ค. A ผสม C เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน ง. A และ B ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีและไม่เกิดการละลาย เฉลยข้อ ข.	สารละลาย	อุณหภูมิ °C	ลักษณะสาร/การเปลี่ยนแปลง	A	25	สารละลายใส ไม่มีสี	B	25	สารละลายใส ไม่มีสี	C	25	สารละลายใส ไม่มีสี	A ผสม B	26	ไม่เปลี่ยนแปลง	B ผสม C	23	สารละลายสีเหลือง	A ผสม C	23	ตะกอนสีขาว	วิเคราะห์	
สารละลาย	อุณหภูมิ °C	ลักษณะสาร/การเปลี่ยนแปลง																						
A	25	สารละลายใส ไม่มีสี																						
B	25	สารละลายใส ไม่มีสี																						
C	25	สารละลายใส ไม่มีสี																						
A ผสม B	26	ไม่เปลี่ยนแปลง																						
B ผสม C	23	สารละลายสีเหลือง																						
A ผสม C	23	ตะกอนสีขาว																						

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม															
19.	ข้อใดคือค่า pH ของฝนกรดและกล่าวถึงผลกระทบหลักของฝนกรดที่มีต่อสิ่งแวดล้อมถูกต้อง <table border="1"><thead><tr><th>ข้อ</th><th>pH</th><th>ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</th></tr></thead><tbody><tr><td>ก</td><td>มากกว่า 7</td><td>สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยโลหะเสียหาย</td></tr><tr><td>ข</td><td>มากกว่า 7</td><td>ต้นไม้ไม่ออกผลช้า</td></tr><tr><td>ค</td><td>น้อยกว่า 7</td><td>ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน</td></tr><tr><td>ง</td><td>น้อยกว่า 7</td><td>สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยปูน หินอ่อนเสียหาย</td></tr></tbody></table> เฉลยข้อ ง.	ข้อ	pH	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ก	มากกว่า 7	สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยโลหะเสียหาย	ข	มากกว่า 7	ต้นไม้ไม่ออกผลช้า	ค	น้อยกว่า 7	ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน	ง	น้อยกว่า 7	สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยปูน หินอ่อนเสียหาย	วิเคราะห์	
ข้อ	pH	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม																
ก	มากกว่า 7	สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยโลหะเสียหาย																
ข	มากกว่า 7	ต้นไม้ไม่ออกผลช้า																
ค	น้อยกว่า 7	ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน																
ง	น้อยกว่า 7	สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยปูน หินอ่อนเสียหาย																
20	ในการทดลองวัดปริมาตรแก๊ส H₂ จากปฏิกิริยาระหว่าง Al กับ NaOH โดยจับเวลาที่เก็บแก๊สได้ทุกๆ 1 cm³ นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร H₂ กับเวลา แล้วหาค่าความชันของกราฟ ณ เวลา 50, 100, 150, 200 และ 300 วินาที ถ้าผลการทดลองถูกต้องความชันของกราฟ ณ เวลาใดมีค่าสูงที่สุด ก. 50 วินาที ข. 150 วินาที ค. 200 วินาที ง. 300 วินาที เฉลยข้อ ก.	วิเคราะห์																
21	ปัจจัยใดไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ก. ความเข้มข้นของสารเริ่มต้น ข. พื้นที่ผิวของสาร ค. ตัวหน่วงและตัวเร่งปฏิกิริยา ง. ภาชนะที่บรรจุ เฉลยข้อ ง.	ความจำ																

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
22	2 M H_2SO_4 เกิดปฏิกิริยาเร็วกว่า 2 M HCl เมื่อทำปฏิกิริยากับผงแมกนีเซียมคาร์บอเนต จำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิห้อง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ก. H_2SO_4 เป็นกรดที่สามารถแตกตัวให้ H^+ ได้มากกว่า HCl ข. HCl เป็นกรดอ่อน ค. แมกนีเซียมเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกับสารละลายที่มีซัลเฟตเป็นองค์ประกอบ ง. ซัลเฟตมีความเป็นโลหะน้อยกว่าคลอรีน เฉลยข้อ ก.	ความเข้าใจ	
23.	ปฏิกิริยาเคมีในข้อใดได้ผลิตภัณฑ์เป็นตะกอน ก. เลด (II) ไนเตรต + โพแทสเซียมไอโอไดด์ ข. กรดซัลฟริก + โซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต ค. กรดไฮโดรคลอริก + โซเดียมไฮดรอกไซด์ ง. ค่างทับทิม + กรดไฮโดรคลอริก เฉลยข้อ ก.	ความจำ	
24.	สารในข้อใดทำปฏิกิริยากันแล้วได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ก. $\text{KMnO}_4 (\text{s}) + \text{HCl} (\text{aq})$ ข. $\text{Zn} (\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$ ค. $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) + \text{HNO}_3 (\text{aq})$ ง. $\text{NH}_4\text{Cl} (\text{s}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{aq})$ เฉลยข้อ ค.	ความเข้าใจ	

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
25.	ข้อใดเป็นปฏิกิริยาสะเทิน ก. โลหะ + กรด $\rightarrow$ เกลือ + แก๊ส ข. เกลือ + กรด $\rightarrow$ น้ำ + CO_2 (g) ค. เกลือ + เบส $\rightarrow$ น้ำ + NH_3 (g) ง. กรด + เบส $\rightarrow$ เกลือ + น้ำ เฉลยข้อ ง.	ความจำ	
26.	โลหะชนิดใดทำปฏิกิริยากับน้ำได้เร็วที่สุด ก. โซเดียม ข. แมกนีเซียม ค. ทองแดง ง. เงิน เฉลยข้อ ก.	ความเข้าใจ	
27.	กำหนดปฏิกิริยาเคมีดังนี้ $2\text{M}_x\text{H}_y \rightarrow \text{M}_2 + 3\text{H}_2$ ค่า x และ y เป็นตามข้อใด ก. x = 1 , y = 3 ข. x = 1 , y = 6 ค. x = 2 , y = 3 ง. x = 3 , y = 1 เฉลยข้อ ก.	ความเข้าใจ	
28.	พิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1. เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีจะต้องมีการ เปลี่ยนแปลง พลังงานของสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเสมอ 2. ปฏิกิริยาคูดความร้อนจะดูดความร้อนจาก สิ่งแวดล้อมทำให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 3. ปฏิกิริยาคายความร้อนเกิดจากพลังงานที่คาย ออกมาจากการสร้างพันธะใหม่มีค่ามากกว่าพลังงาน ที่ใช้ในการสลายพันธะในสารเริ่มต้น 4. โซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนตสลายตัวจะได้แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และโซดาแอช	วิเคราะห์	

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็น เพิ่มเติม
	ข้อความใดถูกต้อง ก. 1 และ 4 เท่านั้น ข. 1 และ 3 เท่านั้น ค. 1 , 3 และ 4 เท่านั้น ง. 1 , 2 , 3 และ 4 เฉลยข้อ ก.		
	4. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตสลายตัวจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และโซดาแอช ข้อความใดถูกต้อง ก. 1 และ 4 เท่านั้น ข. 1 และ 3 เท่านั้น ค. 1 , 3 และ 4 เท่านั้น ง. 1 , 2 , 3 และ 4 เฉลยข้อ ก.		
29.	สารในข้อใดทำให้เกิดฝนกรดทั้งหมด ก. CH_4 CO NO ข. SO_3 Cl_2 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ค. H_2SO_4 HNO_3 H_2O ง. CO_2 NO_2 SO_2 เฉลยข้อ ง.	ความจำ	
30.	ปฏิกิริยาเคมีในข้อใดที่พื้นผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ก. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ข. $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ค. $2\text{KMnO}_4(\text{aq}) + 16\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{KCl}(\text{aq}) + 2\text{MnCl}_2(\text{aq}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 5\text{Cl}_2(\text{g})$ ง. $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7\text{Na}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ เฉลยข้อ ข.	ความเข้าใจ	

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

คำชี้แจง

คะแนน 1 สำหรับข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกวิธีการสังเกตการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารบางชนิดได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
3. หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยคำนวณจากอัตราการลดลงของสารตั้งต้นหรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ได้
4. อธิบายผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิวของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา ตัวเร่ง และตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
5. ยกตัวอย่างและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาบางชนิดที่พบในชีวิตประจำวันได้
6. อธิบายผลของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีบางชนิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลจากการทดลองในเรื่องต่อไปนี้ได้

7.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี

7.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง
ปฏิกิริยาเคมีให้เติมคำลงในแผ่นกระดาษคำตอบให้สมบูรณ์

1. กำหนดให้

เหล็ก

พื้นที่ผิว

อัตราการเกิดสนิม

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.1 ทั้ง 4 หัวข้อมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างไร

.....

1.2 จากข้อ 1.1 เพราะเหตุใดทั้ง 4 หัวข้อจึงมีความสัมพันธ์เช่นนั้น จงอธิบายอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

1.3 นอกจากที่กล่าวมาข้างต้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมียังมีอะไรอีกบ้าง และมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนเขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะ Mg และกรด HCl ลงในกล่องข้อความที่กำหนดให้

2.1

2.2 หากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน เมื่อเราเพิ่มอุณหภูมิขณะที่สารเข้าทำปฏิกิริยากัน อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร

.....

2.3 และหากอยากให้อัตราการเกิดปฏิกิริยานั้นเกิดเร็วขึ้น สามารถทำได้โดยวิธีใดบ้าง จงอธิบายอย่างละเอียด

.....

.....

.....

3. กำหนดให้

ปฏิกิริยาคายความร้อน	ธรรมชาติของสารตั้งต้น	อัตราการเกิดปฏิกิริยา	อุณหภูมิ
----------------------	-----------------------	-----------------------	----------

3.1 ทั้ง 4 หัวข้อมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างไร

.....

.....

.....

3.2 จากข้อ 3.1 เพราะเหตุใดทั้ง 4 หัวข้อจึงมีความสัมพันธ์เช่นนั้น จงอธิบายอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

3.3 ระหว่างการเกิดปฏิกิริยาคูความร้อน อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเป็นเช่นไร

.....

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ (ปรับปรุงมาจากเกณฑ์การให้คะแนน
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ ปี 2546)

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระวิทยาศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เพื่ออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระวิทยาศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระวิทยาศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน และอธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระวิทยาศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหายังไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0	ไม่มีการเชื่อมโยง/ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

ภาคผนวก ค
ผลการหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็น

ตารางที่ ค.1 ความเหมาะสม (IOC) ของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่อง ปฏิบัติเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2	0	-1	1	0	0.00	ไม่สามารถนำไปใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
4	1	1	0	2	0.67	นำไปใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
7	0	1	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
8	-1	-1	1	-1	-0.33	ไม่สามารถนำไปใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
10	1	0	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
11	1	1	0	2	0.67	นำไปใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
13	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
15	0	1	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
16	1	0	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
17	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
18	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
19	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
20	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
21	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
23	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
24	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
25	1	0	1	2	0.67	นำไปใช้ได้

ตารางที่ ค.1 ความเหมาะสม (IOC) ของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT เรื่อง ปฏิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
26	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
27	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
28	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
29	1	0	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
30	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
31	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
32	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
33	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
34	0	1	-1	0	0.00	ไม่สามารถนำไปใช้ได้
35	1	1	1	3	1.00	ไม่สามารถนำไปใช้ได้
36	-1	1	1	1	0.33	ไม่สามารถนำไปใช้ได้
37	-1	1	1	1	0.33	ไม่สามารถนำไปใช้ได้

หมายเหตุ

- +1 มีความแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับการแสดงออกซึ่งความคิดเห็นของนักเรียน
 0 มีความไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับการแสดงออกซึ่งความคิดเห็นของนักเรียน
 -1 มีความแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับการแสดงออกซึ่งความคิดเห็นของนักเรียน

ภาคผนวก ง
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ ง.1 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปฏิกิริยาเคมี

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
1	10	20
2	11	20
3	8	16
4	9	18
5	18	25
6	8	21
7	10	15
8	12	17
9	13	21
10	14	20
11	7	21
12	2	18
13	6	19
14	16	20
15	10	20
16	14	21
17	13	16
18	12	18
19	14	21
20	10	15
21	16	22
22	11	16
23	4	14
24	8	14
25	8	15

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
26	11	20
27	11	19
28	11	21
29	16	25
30	13	18
31	8	11
32	10	16
33	4	11
34	11	16
35	20	25
36	13	22
37	19	27
38	11	17
39	11	24
40	15	20
41	14	28

ตารางที่ ง.2 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง เรื่องปฏิกิริยาเคมี

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (15 คะแนน)
1	6	10
2	3	8
3	1	7
4	4	8
5	2	12
6	5	11
7	6	10
8	1	10
9	3	13
10	3	14
11	5	15
12	10	14
13	5	8
14	4	9
15	2	13
16	1	12
17	2	14
18	4	11
19	4	10
20	1	8
21	5	10
22	0	10
23	0	9
24	2	13
25	6	13

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (15 คะแนน)
26	2	10
27	6	13
28	3	12
29	1	9
30	2	8
31	2	7
32	4	9
33	1	8
34	2	8
35	6	15
36	4	12
37	7	10
38	3	9
39	5	8
40	4	8
41	8	14

แบบบันทึกภาคสนาม

แบบสังเกตการณ์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและการสอนของครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ...1... เรื่อง ...บทเกิดผู้วิเศษ.....

วันที่...14...เดือน...สิงหาคม...พ.ศ. 2560...เวลา...10.20 - 12.05...

ชื่อผู้สอน น.ศ.รณิดา จิตติวัฒนากร ชื่อผู้ช่วยวิจัย ครูอรุณี ขุมทรัพย์

คำชี้แจง : แบบสังเกตการณ์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและการสอนของครู เป็นแบบบันทึกเหตุการณ์ที่ครูผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้สังเกตและบันทึกข้อมูลขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

1. ด้านเนื้อหา : พิจารณาเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ การลำดับเนื้อหา ความเหมาะสมของเนื้อหา

มีการกระตุ้นความรู้และความคิดก่อนเข้าสู่บทเรียน โดยการทำกิจกรรมการทดลอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่สร้างความรู้ และ ทำสำเนาเรื่องได้ดี

2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ : พิจารณาจากพฤติกรรมของครูและนักเรียนในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอน

ขั้นตอนที่สังเกต	พฤติกรรมที่สังเกตพบ	
	ครู	นักเรียน
ขั้นสร้างประสบการณ์	<u>ครูผู้สอนมีความคล่องตัว เข้าใจสัจจะชัดเจน สร้างคำถามที่เข้าใจง่ายต่อผู้เรียน</u>	<u>นักเรียนมีคามกระตือรือร้นและมีความสนใจในการทำตามคำถามเป็นอย่างดี</u>
ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์	<u>มีการให้คำถามที่ต่อเนื่อง แสดงสอดคล้องกับเนื้อหาที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้</u>	<u>นักเรียนสามารถวิเคราะห์เนื้อหาที่เรียน โดยสังเกตจากการทำงานกลุ่ม</u>

รูปที่ ง.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูจากผู้ช่วยวิจัยในแบบสังเกตการณ์

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างชิ้นงานนักเรียนและภาพกิจกรรม



รูปที่ จ.1-2 ตัวอย่างการทำกิจกรรมการทดลองในเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี



รูปที่ จ.3 ตัวอย่างการทำกิจกรรมการทดลองในเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน



รูปที่ จ.4 ครูให้ความรู้ในเรื่องของทักษะการใช้เครื่องมือทำการทดลอง



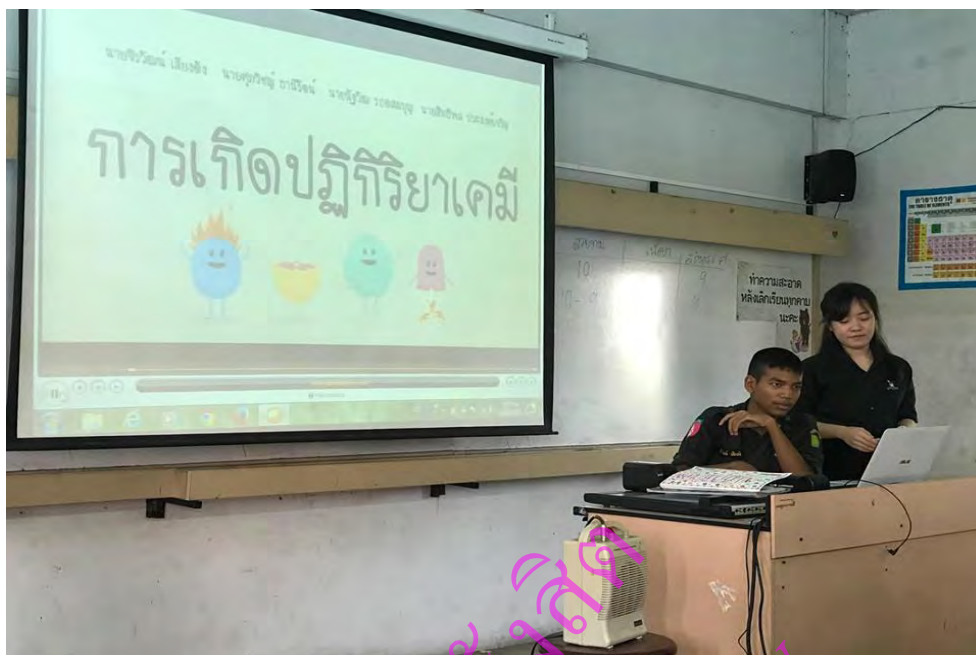
รูปที่ จ.5 นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองออกมาในรูปแบบเล่มรายงาน



รูปที่ จ.6 นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองออกมาในรูปแบบแผ่นป๊อปอัพ



รูปที่ จ.6-7 นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองออกมาในรูปแบบ Power point



รูปที่ จ.8 นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองออกมาในรูปแบบของวิดีโอที่สร้างขึ้นมาด้วยตนเอง



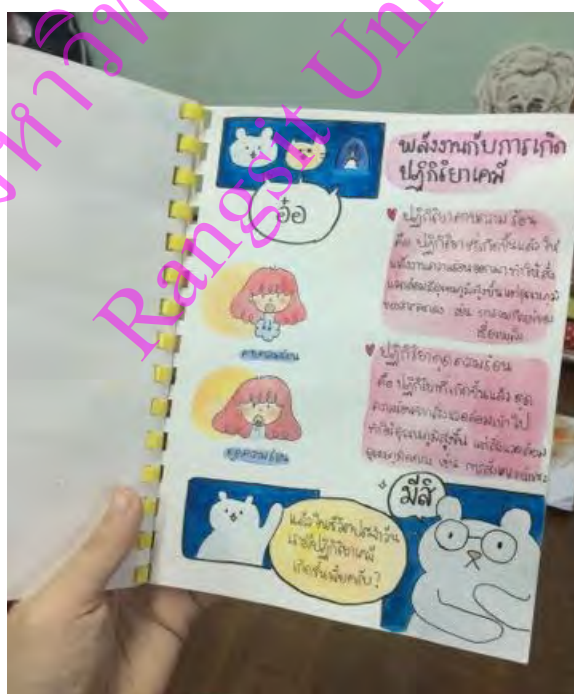
รูปที่ จ.9 นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองออกมาในรูปแบบนิทานเล่มเล็ก



รูปที่ จ.10 นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองออกมาในรูปแบบผังตั้งโต๊ะ



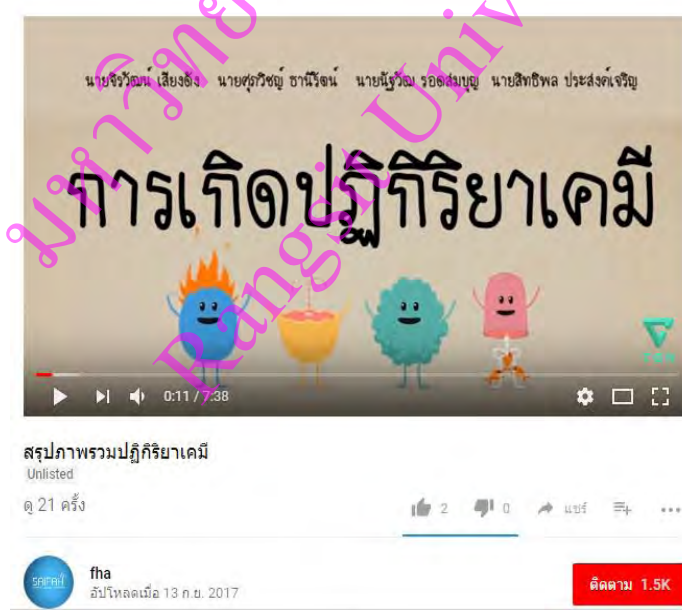
รูปที่ จ.11 ชิ้นงานนักเรียนในรูปแบบของแผ่นป๊อปอัพเรื่องปฏิกิริยาเคมี



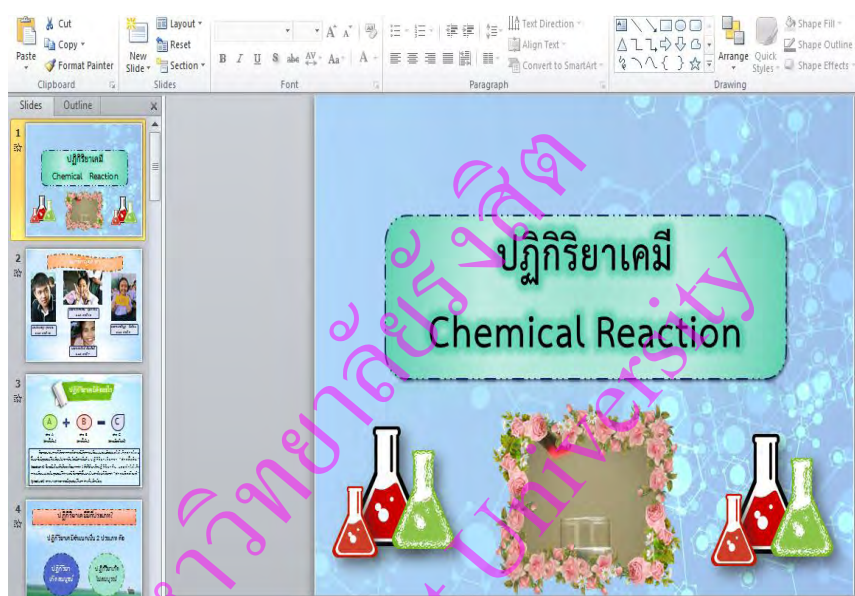
รูปที่ จ.12 ชิ้นงานนักเรียนในรูปแบบของหนังสือนิทานเล่มเล็กเรื่องปฏิกิริยาเคมี



รูปที่ จ.12 ชิ้นงานนักเรียนในรูปแบบของผังตั้งโต๊ะเรื่องปฏิกิริยาเคมี



รูปที่ จ.13 ชิ้นงานนักเรียนในรูปแบบของวิดีโอเรื่องปฏิกิริยาเคมี



รูปที่ จ.14 ชิ้นงานนักเรียนในรูปแบบของ Power point เรื่องปฏิกิริยาเคมี

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	รมิดา จิตดีวัฒนากร
วัน เดือน ปีเกิด	20 มกราคม 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดกำแพงเพชร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี, 2557 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, 2560
ทุนการศึกษา	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สควค.), 2559-2560
ที่อยู่ปัจจุบัน	338-340 ถนน ราชดำเนิน 1 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร Ramida.dream@gmail.com