การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

โดย

มนัสชนก ตานาง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยครูสุริยเทพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2562

THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY IN CHEMICAL EQUILIBRIUM OF GRADE 11 STUDENTS USING PREDICT OBSERVE EXPLAIN (POE)

BY

MANATCHANOK TANANG

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE DEGREE OF MASTER OF ARTS IN TEACHING SCIENCE

SURYADHEP TEACHERS COLLEGE

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2019

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

โดย

มนัสชนก ตานาง

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2562

รศ.ดร.บุญเอก ยิ่งยงณรงค์กุล
ประธานกรรมการสอบ

ดร.ปวีณา สุจริตธรรมรักษ์
กรรมการ

ผศ.ดร.บุณยรัศมิ์ สุขเขียว
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ. ร.ต. หญิง ดร. วรรณี ศุขสาตร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
27 พฤษภาคม 2563

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Thesis entitled

THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY IN CHEMICAL EQUILIBRIUM OF GRADE 11 STUDENTS USING PREDICT OBSERVE EXPLAIN (POE)

by

MANATCHANOK TANANG

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

Rangsit University
Academic Year 2019

Assoc. Prof. Boon-ek Yingyongnarongkul, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Paweena Sujaritthanarak, Ph.D.
Member

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

Approved by Graduate School

(Asst.Prof.Plt.Off. Vannee Sooksatra, D.Eng.)
Dean of Graduate School
May 27, 2020

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี เนื่องมาจากความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.บุณยรัศมิ์ สุขเขียว อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยรังสิต ที่คอยแนะนำให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.บุญเอก ยิ่งยงณรงค์กุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ปวีณา สุจริตธรรมรักษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ช่วยกรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำและข้อสังเกต ซึ่งเป็นประโยชน์จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ครูสุรัชชา จำนงค์วงศ์สกุล ผู้ช่วยวิจัยในครั้งนี้ที่คอยให้คำแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยตรวจสอบและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุน และช่วยเหลือในทุกด้านจนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

มนัสชนก ตานาง

ผู้วิจัย

6105982 : มนัสชนก ตานาง

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

หลักสูตร : ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.บุณยรัศมิ์ สุขเขียว

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 จำนวน 50 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ณ สถานศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี โดยการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 ± 0.16, 0.56 ± 0.14, 0.56 ± 0.16, 0.50 ± 0.15, 0.59 ± 0.15, 0.68 ± 0.16 และ 0.70 ± 0.15 เมื่อจบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีจากผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมีโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 ± 0.16 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 193 หน้า)

คำสำคัญ: รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE), ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

6105982 : Manatchanok Tanang

Thesis Title : The Development of Scientific Explanation Ability in Chemical Equilibrium of Grade 11 students Using Predict Observe Explain (POE)

Program : Master of Arts in Teaching Science

Thesis Advisor : Asst. Prof. Boonyaras Sookkheo, Ph.D.

Abstract

The objectives of this action research were to develop grade 11 students' scientific explanation ability in chemical equilibrium and to improve the learning achievement in the lesson on chemical equilibrium. The samples were a class of 50 grade 11 students at a school in Pathumthani Province during the first semester of the academic year 2019, the number of which was obtained from purposive sampling. The instruments used in the research were Predict Observe Explain (POE) lesson plans on chemical equilibrium, a scientific explanation ability test, and a learning achievement test. The result could be concluded that, after the experiment, the average normalized gains of the students' scientific explanation ability were 0.47 ± 0.16, 0.56 ± 0.14, 0.56 ± 0.16, 0.50 ± 0.15, 0.59 ± 0.15, 0.68 ± 0.16 and 0.70 ± 0.15 at the end of the first, the second, the third, the fifth, the sixth and the seventh lesson plan, respectively. The average normalized gain of the students' learning achievement was 0.52 ± 0.16. Finally, the students' satisfaction towards the Predict Observe Explain (POE) technique was high.

(Total 193 pages)

Keywords: Predict Observe Explain (POE), Scientific Explanation Ability

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Student's Signature …..... Thesis Advisor's Signature .....

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย		**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ช**
สารบัญรูป		**ฌ**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	5
	1.3 สมมติฐานการวิจัย	5
	1.4 ขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	6
	1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	7
	1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	7
	1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
	1.8 กรอบแนวคิดการวิจัย	9
บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**	**10**
	2.1 การวิจัยปฏิบัติการและการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน	10
	2.2 การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย	26
	2.3 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	33
	2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
บทที่ 3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	**52**
	3.1 สำรวจบริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน	52
	3.2 รูปแบบการวิจัย	53

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	55
	3.4 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
	3.5 วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	63
	3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	64
บทที่ 4	**ผลการวิจัยและอภิปรายผล**	**68**
	4.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	69
	4.2 ผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	100
	4.3 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	108
	4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครู	109
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**112**
	5.1 สรุปผลการวิจัย	112
	5.2 ข้อเสนอแนะ	113
บรรณานุกรม		**114**
ภาคผนวก		**119**
ภาคผนวก ก	รายนามผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้ช่วยวิจัย และหนังสือราชการ	120
ภาคผนวก ข	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	126
ภาคผนวก ค	ผลการหาคุณภาพเครื่องมือและผลการวิเคราะห์ข้อมูล	166
ภาคผนวก ง	ภาพกิจกรรมของนักเรียนและตัวอย่างผลงาน	188

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ประวัติผู้วิจัย	**193**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน	19
2.2	องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	36
2.3	เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบ่งตามระดับความสามารถ	38
2.4	เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	38
2.5	เกณฑ์การประเมินการอธิบายพื้นฐาน	39
2.6	ตัวอย่างที่ 1 ข้อมูลของเหลว 4 ชนิด	40
2.7	ตัวอย่างที่ 2 ข้อมูลวัตถุหรือของเหลว 6 ชนิด	41
4.1	สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	72
4.2	ข้อมูลจากการทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน	74
4.3	ข้อมูลที่คำนวณจากการทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน	75
4.4	สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลและแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	77
4.5	สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมีและแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 4 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	81
4.6	สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 5 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	86

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.7	สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 6 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	90
4.8	สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 6 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	96
4.9	ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครู	109

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	วิธีการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis	22
2.2	วิธีการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการของ Mcniff & Whitehead	23
2.3	วิธีดำเนินการวิจัยปฏิบัติการของ Inoue	23
2.4	แผนภาพขั้นตอนของกระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน	24
2.5	วงจรการทำงานแบบ PDCA (Plan, Do, Check, Act)	25
2.6	พีระมิดแห่งการเรียนรู้	28
3.1	วงจร PAOR	53
4.1	ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 1 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สภาวะสมดุล	100
4.2	ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 2 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การคำนวณค่าคงที่สมดุล	101
4.3	ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี	101
4.4	ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 4 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น)	102
4.5	ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 5 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน)	102
4.6	ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 6 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ)	103

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่		
4.7	ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 7 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม	103
4.8	ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล	105
4.9	ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล	106
4.10	ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี	106
4.11	ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น)	107
4.12	ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน)	107
4.13	ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ)	108
4.14	ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม	108
4.15	ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี	108

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.16 ระดับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ 109

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญของการพัฒนาคน พัฒนาสังคม พัฒนาประเทศ รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และนโยบายด้านการศึกษาของรัฐสภาต่างมีอุดมการณ์และหลักการในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาสังคมไทยให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ใช้กระบวนการเรียนรู้หาความรู้ มีการบูรณาการ ใช้แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2546, น.2)

การเรียนรู้ในยุคปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องก้าวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ดังนั้นผู้เรียนต้องอาศัยทักษะต่าง ๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งวิชาวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นวิชาที่มีความสำคัญทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ช่วยให้มนุษย์สามารถคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ มีการคิดอย่างเป็นระบบ มีการทดลองพิสูจน์ ส่งผลให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นพื้นฐานที่ทุกคนต้องเรียน ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่มีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมเหล่านั้น จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และมีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย, 2556, น. 6-8)

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ การส่งเสริมงานวิจัยและพัฒนาด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาคุณภาพครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการส่งเสริมผู้เรียนด้านวิทยาศาสตร์ แต่ก็ยังพบว่าประเทศไทยยังไม่ประสบผลสำเร็จในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนยังประสบปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาจากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) ที่จัดขึ้นโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศร่วมโครงการ เป็นการประเมินการรู้เรื่องในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในส่วนของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีสมรรถนะที่สำคัญ คือ การระบุประเด็นปัญหา การอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และการใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทั้งหมดผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (OECD, 2015) ผลการประเมิน PISA ปี 2015 พบว่าผลการประเมินด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์และด้านวิทยาศาสตร์ มีคะแนนลดลงจากปี 2012 ซึ่งผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ลดลงจากปี 2012 ได้ 444 คะแนน ลดลงเหลือ 421 คะแนนในปี 2015 (กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ โครงการ PISA ประเทศไทย, 2556, น. 18-19) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนยังขาดความสามารถในการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

วิชาเคมี เป็นวิชาสาขาหนึ่งในวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ได้อธิบายถึงวิชาเคมีว่าเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนในรายวิชาเคมีก็ยังพบปัญหา ด้วยสาเหตุที่เนื้อหาในรายวิชาเคมีส่วนใหญ่เป็นนามธรรมที่อธิบายคุณสมบัติของสสาร การเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นที่ไม่สามารถสัมผัสหรือมองเห็นได้ (ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น.1) และในเนื้อหารายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน มีสาเหตุมาจากแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีเป็นเนื้อหาเชิงนามธรรม และต้องอาศัยการเชื่อมโยงเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

มาใช้ในการคำนวณค่าคงที่สมดุลและปริมาณสารที่สภาวะสมดุล และในการจัดการเรียนรู้ครูมักจะให้นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองตามตารางในหนังสือเรียนวิชาเคมี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่ได้เห็นการทดลองจริง ๆ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทำให้เกิดความไม่เข้าใจ (วิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์, 2556, น.2)

จากการที่ผู้วิจัยได้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สอนในรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้สอบถามปัญหาในการเรียนของผู้เรียนในรายวิชาเคมีจากครูพี่เลี้ยง พบว่าในการเรียนวิชาเคมี โดยเฉพาะเรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่มีความสำคัญที่ต้องนำไปใช้ในการเรียน เรื่อง กรด-เบส และไฟฟ้าเคมี ปัญหาที่พบคือนักเรียนสามารถทำโจทย์ที่เป็นการคำนวณเกี่ยวกับสภาวะสมดุลได้ แต่ในเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะสมดุล ได้แก่ ความเข้มข้น ความดัน อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวหน่วงปฏิกิริยา ตามหลักการรบกวนสมดุลของเลอชาเตอลิเอ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ในการอธิบายเหตุผลยังอธิบายไม่ถูกต้องทั้งหมด ไม่มีการแสดงหลักฐานและเหตุผลที่เพียงพอเพื่อสนับสนุนคำตอบ และจากการที่ผู้วิจัยได้สอนในรายวิชาเคมีในเรื่องแก๊สและสมบัติของแก๊ส และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าเมื่อผู้วิจัยตั้งคำถามที่ให้นักเรียนตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลก็ยังพบว่านักเรียนตอบสั้น ๆ และอธิบายเหตุผลไม่ชัดเจน รวมไปถึงไม่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสดงเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้นักเรียนขาดการเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ที่จะนำมาแสดงเป็นหลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบตามหลักการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องประกอบด้วยคำกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับผลการประเมิน PISA ปี 2015 ที่ลดลงจากปี 2012 โดยสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากผู้เรียนยังประสบปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการจัดการเรียนการสอนยังไม่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ อาจเป็นเพราะในการจัดการเรียนการสอบยังใช้รูปแบบการบรรยาย ทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติหรือผ่านประสบการณ์ของตนเอง ไม่ได้เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเป็นการเรียนแบบท่องจำมากกว่าเข้าใจ

การให้อธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่สำคัญทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสู่หลักฐานและสามารถให้เหตุผลได้ สภาวิจัยแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ระบุว่าผู้เรียนควรมีความสามารถ 4 ประการประกอบด้วย ประการแรกคือผู้เรียนต้องสามารถแสดงหลักฐานเพื่อเป็นการยืนยันและสนับสนุนคำกล่าวอ่างนั้น ประการที่สองคือผู้เรียนต้องสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จาก

หลักฐาน ประการที่สามคือผู้เรียนต้องมีความสามารถในการสร้างและสามารถปรับปรุงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับหลักฐานใช้เหตุผลในการอธิบาย และประการสุดท้ายคือผู้เรียนต้องเข้าใจคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้น โดยใช้หลักฐาน เหตุผล และหลักการ รวมไปถึงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 1996 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 2)

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย (Predict Observe Explain : POE) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามทฤษฎีคอนสครัคติวิสต์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูผู้สอน ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย (Predict Observe Explain: POE) ประกอบด้วย 1) การทำนายผลที่เกิดขึ้น จากสถานการณ์หรือจากการทำการทดลอง 2) การสังเกต จากการลงมือทำปฏิบัติการทดลองและสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อตรวจสอบสิ่งที่ได้ทำนายไว้ในขั้นตอนแรก และ 3) การอธิบาย ระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้กับผลที่เกิดขึ้นจากการสังเกต ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน โดยครูผู้สอนจะคอยเป็นโค้ชให้คำแนะนำสิ่งที่ผู้เรียนอธิบาย (สุภาพร แหลมแก้ว, เนติ เฉลยวาเรศ, และศรินทิพย์ ภู่สำลี, 2557, น. 193)

จากการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากสิ่งที่ผู้เรียนทำนายผ่านความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเอง จากการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นจากการทำการทดลองหรือสถานการณ์ที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผู้เรียนต้องใช้หลักฐานจากผลการทดลองหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในการสนับสนุนคำอธิบายนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤตกร สภาสันติกุล (2558) ที่ศึกษาผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย สังเกต การอธิบายอย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย สังเกต และอธิบาย มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากความสำคัญและสภาวะปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 จำนวน 50 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ณ สถานศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกนักเรียนเป็นกลุ่มเป้าหมายเพราะกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับเกณฑ์ดี แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามได้แต่ยังไม่สามารถอธิบายหลักฐานและเหตุผลได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ทำให้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะแก่การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอธิบายได้อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงหลักฐานมาสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือคำอธิบายนั้น เป็นการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงและเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการอภิปรายและร่วมกันแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

1.2.2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) มีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี

1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี

1.3.3 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.4 ขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในปีการศึกษา 2562 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัดปทุมธานี จำนวน 8 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 ห้อง จำนวนนักเรียนรวมทั้งหมด 344 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 จำนวน 50 คน ที่กำลังเรียนในปีการศึกษา 2562 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัดปทุมธานี

1.4.2 ขอบเขตเนื้อหาที่ศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาของหลักสูตรสถานศึกษา อ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 หน่วยการเรียนรู้ สมดุลเคมี ประกอบด้วย สภาะสมดุล ค่าคงที่สมดุล ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

1.4.3 ขอบเขตตัวแปรที่ต้องศึกษา

1.4.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

(1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี

(2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

(3) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.4.4 ขอบเขตที่เกี่ยวกับเวลา

ระยะเวลาในการศึกษาวิจัยตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2562 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2563 โดยดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน ถึง 27 กันยายน จำนวน 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

1.4.5 ขอบเขตของการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1.5.1 นักเรียนทุกคนตอบแบบสอบถามด้วยความเข้าใจและด้วยความจริงใจ

1.5.2 การวิจัยในครั้งนี้ถือว่าความแตกต่างในเรื่องเพศ ไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1.5.3 นักเรียนในแต่ละห้องที่มีการถูกคัดเข้าเรียนด้วยวิธีการสอบเข้าในห้องต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการวิจัยเรื่องนี้

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การวิจัยที่ใช้แก้ปัญหาหรือหาแนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยได้ทำระหว่างที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอนผู้เรียนแล้วพบปัญหาในการเรียนของผู้เรียน แล้วผู้วิจัยจึงนำปัญหามาวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไข แล้วจึงนำปรับปรุงหรือแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนถัดไป เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย ซึ่งกระบวนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ วางแผน ปฏิบัติตามแผน สังเกต และสะท้อนผลปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย หมายถึง การจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ในขั้นตอนการจัดการจัดเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำนาย ให้ผู้เรียนทำนายปรากฏการณ์จากการทดลองหรือทำนายสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสังเกต ให้ผู้เรียนสังเกตจากสิ่งที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลองหรือสังเกตจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อพิสูจน์สิ่งที่ได้ทำนายไว้ในขั้นแรก

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย ให้ผู้เรียนอธิบายจากสิ่งที่ผู้เรียนได้สังเกต อธิบายว่าต่างจากที่ทำนายไว้อย่างไร ผู้เรียนต้องหาเหตุผลจากการเชื่อมโยงความรู้หรือทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อมาสนับสนุนคำอธิบายนั้น ๆ และในขั้นอธิบายผู้เรียนร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการบรรยายหรือตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยเชื่อมโยงความรู้หรือทฤษฎี และมีหลักฐานในการสนับสนุนคำอธิบาย โดยคำอธิบายต้องมีความสอดคล้องกับหลักฐาน ซึ่งหลักฐานได้จากการทำการทดลองหรือการสังเกตจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ประเมินผลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี วัดจากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยและมี 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

สมดุลเคมี หมายถึง เนื้อหารายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี อ้างอิงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เนื้อหาประกอบด้วย สภาวะสมดุล ค่าคงที่สมดุล ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

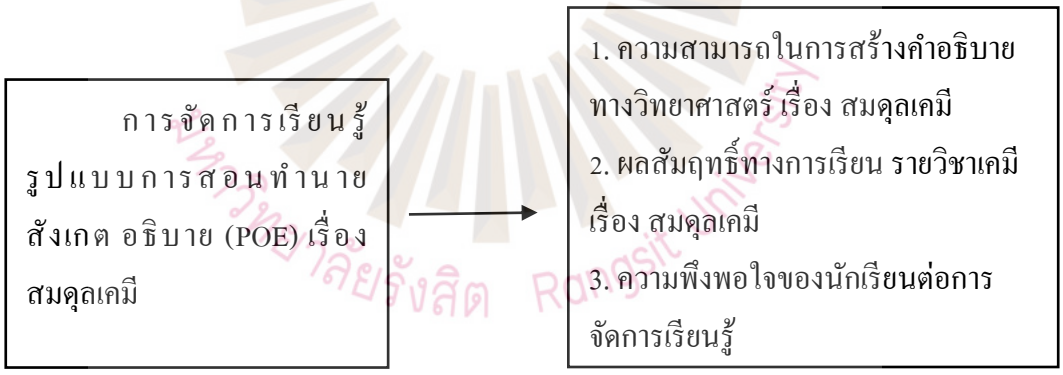
1.7.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัด ปทุมธานี ได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

1.7.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัด ปทุมธานี ได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี

1.7.3 ผู้วิจัยได้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ให้แก่ผู้เรียนที่สามารถนำไปใช้เผยแพร่ให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ต่อไปในอนาคต

1.8 กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยมีกรอบแนวคิดแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าเอกเอกสาร รวบรวมหลักการทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 การวิจัยปฏิบัติการและการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

2.1.1 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

Kemmis (1998 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น. 16) ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ คือ ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานนั้น และต้องทำวิจัย (Object) คือแนวทางการปฏิบัติทางการศึกษา (Educational Practice) การวิจัยปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่นในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยปฏิบัติการ คือการทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflection) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Acting) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น เทคนิคที่ใช้ในการวิจัยไม่ว่าจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือการวิเคราะห์ข้อมูลจึงไม่ได้แตกต่างจากการวิจัยอื่น แต่วิธีการที่ต่างออกไปคือความพยายามเข้าใจความหมายและการตีความสิ่งที่เกิดขึ้น สิ่งที่ค้นพบ

Johnson (2008 อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558, น. 38) ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวิจัยที่ทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาและปรับปรุงการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งผู้ปฏิบัติการจะเจอปัญหาระหว่างที่ปฏิบัติงาน การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการวิจัยที่ทำการศึกษาปัญหาจากสภาพจริงหรือเหตุการณ์จริงที่ผู้ปฏิบัติงานเผชิญ เป็นการปรับปรุงและพัฒนาให้การปฏิบัติงานมีคุณภาพยิ่งขึ้น

McNiff and Whitehead (2011 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น.11) ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ คือ การสืบเสาะหาความรู้รูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานในทุกสาขาอาชีพทำการศึกษาและประเมินการปฏิบัติงานของตนเอง โดย McNiff and Whitehead ขยายความว่า “การวิจัยปฏิบัติการ” เกิดจากคำว่า “การวิจัย” และ “การปฏิบัติ” ซึ่งเป็นชื่อที่ตั้งขึ้นเพื่อแสดงเส้นทางในการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาของนักวิจัยเอง

องอาจ นัยพัฒน์ (2548 อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558, น. 31) ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการ คือ การวิจัยที่จัดทำขึ้นโดยผู้ที่ทำงานในองค์กร หน่วยงาน หรือชุมชน มีเป้าหมายเพื่อที่จะหาแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นในองค์กร เพื่อพัฒนาองค์กรให้มีคุณภาพและทันสมัย การวิจัยต้องสามารถแก้ไขปัญหาในองค์กรสอดคล้องกับโครงสร้างการบริหารงาน รวมไปถึงต้องสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม สังคมและวัฒนธรรม

พินันทร์ คงคาเพชร (2552, น. 6) ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ คือ การรวบรวมและค้นหาข้อเท็จจริง โดยการทำวิจัยจะทำเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบและนำไปแก้ปัญหาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน การทำวิจัยจะทำซ้ำหลายครั้งจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การวิจัยจะมีแนวทางการทำงานที่สัมพันธ์กับทฤษฎีเพื่อนำมาสู่การปฏิบัติ

สุภมาส เหมือนวงษ์ธรรม (2556, น.13) ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ คือ การค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาและปรับปรุง เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพกว่าเดิม การวิจัยจะทำระหว่างที่ปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนจะนำปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนหรือการจัดการเรียนรู้มาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและสะท้อนผล ขั้นตอนของวิจัยปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน 1) การวางแผน (Planning) 2) การลงมือปฏิบัติงาน (Action) 3) การสังเกตผลปฏิบัติงาน (Observation) และ 4) การสะท้อนกลับการปฏิบัติงาน (Reflection)

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558, น. 31) ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการ คือ การศึกษาหรือการหาข้อเท็จจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาข้อสรุปแนวทางแก้ไขปัญหาที่เจอเพื่อให้งานเกิดประสิทธิภาพ โดยการทำวิจัยจะดำเนินการได้หลายครั้ง จนกระทั่งบรรลุเป้าหมายหรือสามารถแก้ไขปัญหาได้ วิจัยปฏิบัติการประกอบด้วยขั้นตอน การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนกลับ (Reflection)

จากความหมายของวิจัยปฏิบัติการข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่า วิจัยปฏิบัติการ เป็นงานวิจัยที่สะท้อนผลการปฏิบัติงานในทุกสาขาและอาชีพ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน เป็นการวิจัยเพื่อปรับปรุงและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานเจอระหว่างปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น โดยขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวางแผน (Plan) 2) การปฏิบัติ (Action) 3) การสังเกต (Observation) และ 4) การสะท้อนกลับ (Reflection) ถ้ากล่าวในเชิงวิทยาศาสตร์การวิจัยปฏิบัติการเป็นงานวิจัยที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบเพื่อแก้ไขปัญหา

2.1.2 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

Bassey (1986 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น. 16) ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่มีการดำเนินงานอย่างรวดเร็ว โดยมีลักษณะ 3 ประการ คือ 1) เพื่อหาทางปรับปรุง 2) มีความเป็นประชาธิปไตยในการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนร่วม และ 3) มีการสะท้อนผลวิจัย เขาอธิบายว่าการปฏิบัติการในชั้นเรียนเกิดจากครู ครูเป็นผู้วิเคราะห์และสะท้อนผลการทำงานซึ่งมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและระบุหรือแก้ไขปัญหาที่เกดขึ้นในห้องเรียนทันที โดยนัยนี้การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการเสริมพลังอำนาจให้ครูทำวิจัยโดยพึ่งพาความช่วยเหลือจากผู้อื่นน้อยที่สุด ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าครูที่ทำวิจัยได้พัฒนาวิชาด้วยดุลยพินิจของตนเองและกำลังแสดงบทบาทของการพึ่งพาตนเองและกำลังแสดงบทบาทของการพึ่งพาตนเองและเป็นตัวของตัวเอง

Zuber-skerritt (1996 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2552, น.11) ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของกลุ่มครูที่ปฏิบัติงานในโรงเรียนและทำการสะท้อนความคิดและประเมินการปฏิบัติงานของเองร่วมกัน มีการแก้ไขปัญหาและพัฒนาวิชาชีพ และนำเสนอผลการวิจัยของตนเองไปสู่สาธารณะ

Freeman (1997 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น. 18) ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ วงจรการวิจัยของครู ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การตั้งข้อสงสัยเกี่ยวกับการปฏิบัติงานในห้องเรียน ครูต้องคิดว่ามีอะไรเกิดขึ้นและสิ่งนั้นเกิดขึ้นด้วยวิธีการอย่างไรทำไมถึงเป็นเช่นนั้น คำถามเหล่านี้จะนำไปสู่กรวางแผนการวิจัยและการออกแบบการวิจัย ขั้นตอนที่ 2 การตั้งคำถาม เป็นการกำหนดปัญหาวิจัยที่คิดว่าสามารถวิจัยได้ให้เฉพาะเจาะจง ขั้นตอนที่ 3

การรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนที่ 5 การทำความเข้าใจในสารสนเทศที่ได้ค้นพบ และขั้นตอนที่ 6 การเผยแพร่

Mclean (1997 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น. 18) ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ กระบวนการวิจัยที่ครูทำการทดลองวิธีการต่าง ๆ ในชั้นเรียน มีการตรวจสอบผลการใช้วิธีการเหล่านั้น และปรับวิธีที่ใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิผลกับผู้เรียนมากที่สุด นอกจากนี้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนยังเป็นกระบวนการเสริมพลังอำนาจครูในการกำหนดสิ่งที่ดีที่สุดสำหรับครูภายใต้ระบบและกลไกต่าง ๆ ที่มีอยู่เป็นการพัฒนาการศึกษาระยะยาว เป็นการพัฒนาบุคลากรครูในโรงเรียนอย่างต่อเนื่องโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองของครูและผู้อื่นร่วมกันและเป็นกระบวนการที่สามารถสร้างความมีส่วนร่วมของครูในโรงเรียนกับนักวิจัยหรือนักวิชาการในมหาวิทยาลัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2557 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562 น. 11) ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ งานวิจัยที่ครู นักวิจัยทำวิจัยด้วยตนเองเพื่อหาคำตอบของปัญหาในชั้นเรียนหรือโรงเรียนของตน ผู้ทำวิจัยและผู้ใช้ผลวิจัยคือคนเดียวกัน โดยการทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเน้นการเชื่อมโยงงานครู 3 ด้านเข้าด้วยกัน คือ งานสอน งานวิจัย และงานปรับปรุงพัฒนางาน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2559, น. 96-97) ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยประเภทปฏิบัติการ (Action Research) การวิจัยมีเป้าหมายเพื่อนำผลไปใช้ปฏิบัติงานจริง เพราะเป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ทำการวิจัยด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จึงเรียกว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research: CAR)

สุวิมล ว่องวาณิช (2560,น. 21) ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับปฏิบัติการต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อร่วมงานในโรงเรียนมีโอกาสวิพากษณ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของครูและผู้เรียน

จีระวรรณ เกษสิงห์ (2562, น. 11) ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ วิธีการหนึ่งในการสืบเสาะหาความรู้ที่ดำเนินการโดยครูที่มีความต้องการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานหรือการสอนของตนเองให้ดีขึ้น เข้าใจในงานที่ทำมากขึ้น โดยครูนักวิจัยเรียนรู้ที่จะพัฒนาการสอนของตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการสอนร่วมกันเป็นกลุ่ม ดังนั้นหัวใจสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือการวินิจฉัยและแก้ไขปัญหาในการทำงาน การสะท้อนความคิด และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของครูนักวิจัย

จากความหมายของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่า วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นงานวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนเป็นงานวิจัยที่ครูใช้ในการแก้ปัญหาที่เจอระหว่างการจัดการเรียนรู้และหาวิธีการแก้ไข มีการสืบเสาะความรู้อย่างเป็นระบบระเบียบ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน เป็นการสะท้อนคิดและประเมินการสอนของครูผู้สอนเอง เพื่อให้การสอนเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการวิจัยที่ครูนักวิจัยใช้ในการพัฒนาการสอนของตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เป็นความสัมพันธ์ของงานครูทั้ง 3 ด้านคือ งานสอน งานวิจัย และการปรับปรุงพัฒนางาน ถ้าเปรียบเทียบในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นงานวิจัยที่ทำด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.1.3 ความสำคัญของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2559, น. 97) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนว่าการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเกิดจากแนวคิดพื้นฐาน คือ การบูรณาการวิธีการปฏิบัติงานกับการพัฒนาองค์ความรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติโดยมีความสำคัญ ดังนี้

1) เป็นการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนด้วยการวิจัย

2) เป็นการพัฒนาวิชาชีพครู

3) เป็นการแสดงความก้าวหน้าทางวิชาชีพครู ด้านการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติ

4) เป็นการส่งเสริมสนับสนุนความก้าวหน้าของการวิจัยทางการศึกษา

สุวิมล ว่องวาณิช (2560, น. 24-25) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังนี้

1) ให้โอกาสครูในการสร้างองค์ความรู้ ทักษะการทำวิจัย การประยุกต์ใช้ การตระหนักถึงทางเลือกที่เป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนแปลงโรงเรียนให้ดีขึ้น

2) เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงหรือสะท้อนผลการทำงาน

3) เป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติโดยตรง เนื่องจากช่วยพัฒนาตนเองด้านวิชาชีพ

4) ช่วยทำให้เกิดการพัฒนาตนเองที่ต่อเนื่อง และเกิดการเปลี่ยนแปลงผ่านกระบวนการวิจัยในที่ทำงาน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อองค์กร เนื่องจากนำไปสู่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติ และการแก้ปัญหา

5) เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของผู้ปฏิบัติในการวิจัย ทำให้กระบวนการทำวิจัยมีความเป็นประชาธิปไตย ทำให้เกิดการยอมรับในความรู้ของผู้ปฏิบัติ

6) ช่วยตรวจสอบวิธีการทำงานของครูที่มีประสิทธิผล

7) ทำให้ครูเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง

วีระวรรณ เกษสิงห์ (2562, น. 1) กล่าวถึงความสำคัญการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนว่าเป็นรูปแบบการวิจัยที่ได้รับการยอมรับว่าช่วยให้ครูสามารถพัฒนาวิชาชีพของตนเองได้อย่างต่อเนื่องและมีความเชื่อมโยงกับบริบทจริงที่ครูปฏิบัติงานอยู่ ซึ่งการวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง งานวิจัยที่ดำเนินการโดยผู้ปฏิบัติงานคือครูที่มีความต้องการแก้ไขปัญหาและพัฒนาการสอนของตนเองให้ดีขึ้น รวมทั้งมีความรู้และเข้าใจในงานสอนมากขึ้น โดยการเรียนรู้ที่จะพัฒนาการสอนนี้จะดำเนินการผ่านวงจรการตรวจสอบสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียน การวางแผนแก้ไขปัญหา การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ การประเมินผลปฏิบัติงาน และการสะท้อนความคิดต่อผลการปฏิบัติที่ได้ โดยการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการเปลี่ยนแปลงบทบาทครูให้เป็น “ครูนักวิจัย (Teacher As Researcher)” ที่มีความเชี่ยวชาญในการวินิจฉัยและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนของตนเอง

จากความสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่าการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมีความสำคัญต่อครูผู้สอนเพราะครูผู้สอนได้มีการปรับปรุงอันก่อให้เกิดการพัฒนาการเรียนการสอน กล่าวได้ว่าเป็นการพัฒนาวิชาชีพครู ให้ครูเกิดความรู้และความเข้าใจในงานสอนของตนเองมากขึ้นจากการนำสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอระหว่างการจัดการเรียนรู้มาสะท้อนคิดและปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนการสอนครั้งถัดไป

2.1.4 ลักษณะของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537, น. 12 อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558, น. 34) ได้เสนอลักษณะของวิจัยปฏิบัติการทางการศึกษา (Action Research in Education) ไว้ดังนี้

1) เป็นการวิจัยที่ต้องอาศัยความมีส่วนร่วมหรือการร่วมมือกัน (Participation and Collaboration) ของหมู่คณะหรือเพื่อนร่วมงาน ผู้วิจัยทุกคนมีความสำคัญและมีบทบาทในการทำวิจัยที่เสมอภาคกัน ทุกคนมีสิทธิในการนำเสนอความคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในทุกกระบวนการของการวิจัย

2) เป็นงานวิจัยที่เน้นการปฏิบัติ (Action Orientation) เป็นการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงแก้ไข และพัฒนา

3) เป็นงานวิจัยที่เน้นการวิเคราะห์และวิจารณ์ (Critical Function) เป็นการวิเคราะห์จากการสังเกต เพื่อการตัดสินใจในการที่จะหาแนวทางในการปรับปรุงแผนการปฏิบัติการ

4) เป็นงานวิจัยที่ใช้วงจรปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart ประกอบด้วย การวางแผน (Planning) รวมไปถึง การปรับปรุงผล (Re-Planning) เพื่อที่จะนำไปปรับในแผนปฏิบัติการในแผนถัดไป เพื่อให้การปฏิบัติงานเกิดการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

องอาจ นัยพัฒน์ (2548, น. 12 อ้างถึงใน อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558, น. 34) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการไว้ 8 ข้อ ดังต่อไปนี้

1) เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาด้านการปฏิบัติงาน (Practical Problem) เป็นงานวิจัยที่ผู้ปฏิบัติงานพบเจอกับปัญหาในการปฏิบัติงาน เป็นปัญหาที่เจอจริง ๆ ในการทำงานไม่ใช่ปัญหาในด้านทฤษฎี

2) เป็นงานวิจัยที่มีเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายเพื่อทำความเข้าใจ (Understanding) เกี่ยวกับสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอน หรือการปฏิบัติงานของผู้บริหารการศึกษาให้กระจ่างแจ้ง โดยใช้กระบวนการทำการวิจัยที่มีการสะท้อนกลับจากการปฏิบัติงานเพื่อที่จะหาแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงการปฏิบัติงาน โดยสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมและบริบทองค์กร นอกจากนี้ยังมีจุดมุ่งหมายมุ่งเน้นไปที่การปฏิบัติงานมากกว่าความรู้ทางทฤษฎี

3) เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นตีความหมายเหตุการณ์หรือสภาวะการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากการที่ผู้ปฏิบัติงานเผชิญ เป็นงานวิจัยที่เน้นความคิดเห็นหรือทัศนะ

ของผู้ปฏิบัติงานมากกว่าทฤษฎี ด้วยเหตุผลที่ว่า พฤติกรรมของมนุษย์ที่ปรากฏในสถานการณ์สามารถตีความได้จากแรงจูงใจ ความเชื่อ และเจตนาของผู้แสดงพฤติกรรม

4) เป็นงานวิจัยที่เสนอผลการวิจัยที่อยู่ในรูปแบบง่าย ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายของผู้ปฏิบัติงาน หลีกเลี่ยงคำศัพท์เทคนิคหรือคำศัพท์เฉพาะสาขาวิชา และภาษาที่เป็นนามธรรม และคำอธิบายของผลการวิจัยหรือกระบวนการทำงานวิจัยสามารถตรวจสอบได้

5) เป็นงานวิจัยที่เน้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย เป็นกัลยาณมิตร ไว้วางใจและให้ความเท่าเทียมกัน เปิดโอกาสให้ทุกคนได้มีสิทธิ์ในการแสดงความคิดเห็น

6) เป็นงานวิจัยที่ไม่ได้เข้มงวดกับระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา ไม่ได้ยึดกรอบการวิจัยกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง หรือตัวแปรที่เคร่งครัดซับซ้อนเหมือนการวิจัยเชิงทดลอง รวมไปถึงไม่ได้เข้มงวดวิธีการทางสถิติ แต่ไม่ได้หมายความว่างานวิจัยปฏิบัติการจะละเลยหรือมองข้ามการศึกษาที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการค้นคว้าให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญ รวมไปถึงบริบททางสิ่งแวดล้อมสังคมและวัฒนธรรม ทำให้งานวิจัยปฏิบัติการเป็นงานวิจัยรูปแบบกึ่งทดลอง (Quasi Experiment Design) หรือการวิจัยเชิงคุณภาพ

7) ไม่เน้นการสรุปอ้างอิงผลการศึกษาข้ามไปยังบริบทอื่น การสรุปผลการวิจัยจะเน้นบริบทที่ผู้วิจัยปฏิบัติงาน เช่น ห้องเรียนหรือโรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตามการที่จะขยายผลการวิจัยให้ครอบคลุมข้ามไปยังบริบทอื่นสามารถทำได้ ถ้าปัจจัยที่เกี่ยวข้องบริบทนั้นคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกับบริบทที่ทำการศึกษาวิจัย

8) สร้างดุลยภาพและความเสมอภาคเท่าเทียมระหว่างบุคคลภายในและภายนอก บุคคลภายในคือนักวิจัย ในขณะเดียวกันก็เป็นผู้ปฏิบัติงานด้วย ส่วนบุคคลภายนอกคือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ให้คำปรึกษา ซึ่งบุคคลภายในและภายนอกต้องปรับบทบาทของตนให้มีดุลยภาพ ทั้งในด้านแนวคิด ความเชื่อ และการปฏิบัติ รวมไปถึงเปิดโอกาสให้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับงานวิจัย เพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดเกี่ยวกับการทำวิจัย

จากลักษณะของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่าลักษณะของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นงานที่วิจัยที่จัดทำขึ้นโดยครูผู้สอน ปัญหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นปัญหาที่เจอจริงในระหว่างที่ดำเนินการเรียนการสอน มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาการสอนของครูหรือพัฒนาวิชาชีพครู กระบวนการวิจัยเป็นลักษณะวงจรวนซ้ำ เริ่มตั้งแต่ 1) การวางแผนปฏิบัติ (Plan) 2) การลงมือปฏิบัติ (Act) 3) การประเมินผลการปฏิบัติ (Assess) และ 4) การสะท้อนคิด (Reflection) หรือเป็นวงจรที่เรียกว่า PAOR ประกอบด้วย 1) การวางแผน (Plan) 2) การดำเนินการวิจัย (Do) 3) การสังเกต

ผลที่เกิดขึ้น (Observe) และ 4) การสะท้อนผล (Reflect) ในการทำวิจัยจะทำซ้ำจนกว่าเกิดความอิ่มตัวของความเข้าใจ เป็นงานวิจัยที่มีความจำเพาะกับบริบทและเน้นการปฏิบัติ

พินันทร์ คงคาเพชร (2552, น.12-13) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนดังนี้

1) ครูผู้สอนในแต่ละสาระการเรียนรู้ควรเป็นผู้ทำวิจัย ไม่ใช่นักการศึกษาซึ่งไม่ได้เป็นผู้ปฏิบัติการสอนในห้องเรียนจริง ๆ เพราะครูเป็นผู้รับผิดชอบกับผู้เรียนโดยตรง ได้รู้ ได้เห็น และได้สัมผัสผู้เรียนของตนเองตลอดเวลา ครูผู้สอนจึงมีความเหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งในการทำการวิจัยนั้น ไม่จำเป็นที่ครูแต่ละคนจะต้องทำวิจัยแยกกันการปฏิบัติการในชั้นเรียนนั้น ครูสามารถร่วมกันเป็นทีมได้ เช่น อาจจะเป็นครูผู้สอนในระดับชั้นเดียวกันห้องเรียนเดียวกัน แต่สอนต่างกลุ่มสาระวิชาหรืออาจจะเป็นครูที่สอนในกลุ่มสาระวิชาเดียวกัน แต่อยู่ต่างระดับชั้นก็เป็นได้

2) ปัญหาในการวิจัยควรเกิดจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนของครูผู้สอน ซึ่งเกิดจากการสังเกตและการรู้จักวิเคราะห์ปัญหาของผู้เรียนที่พบขณะปฏิบัติการสอน อันจะนำไปสู่ความสนใจที่จะแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้วยวิธีการสอนของตนเอง ดังนั้นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจึงไม่จำเป็นต้องทำเป็นงานวิจัยขนาดใหญ่ หรือนำปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมมาทำวิจัย แต่ควรเป็นปัญหาวิจัยที่เกิดขึ้นภายในชั้นเรียนของครูซึ่งครูคิดว่ามีความสำคัญและมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขให้ทันท่วงที

3) ใช้กระบวนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ โดยจะต้องมีการกำหนดปัญหาการวิจัยอย่างชัดเจน และดำเนินตามขั้นตอนตามระเบียบวิธีการวิจัย มีการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยและสามารถพิสูจน์ได้ทุกขั้นตอนวิจัย

4) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการสุ่ม (Sampling) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนที่ครูต้องการพัฒนาศักยภาพ เช่น อาจจะเป็นผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ของรายวิชาหรือผู้เรียนที่มีความสามารถและครูต้องการพัฒนาศักยภาพให้สูงขึ้นก็ได้ ดังนั้นแล้วการเลือกกลุ่มตัวอย่างอาจใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงได้ (Purposive Sampling)

5) การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนสามารถใช้วงจร PAOR เพื่อใช้เป็นแบบแผนในการดำเนินการวิจัยได้ ขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการนั้น สามารถผนวกรวมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูได้ตามแนวคิดของ Kemmis (1998 อ้างถึงใน พินันทร์ คงคาเพชร (2552, น.13) ซึ่งการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ตามวงจร PAOR ซึ่งสอดคล้องกับการสอนของครู กล่าวคือ ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนการปฏิบัติงานตลอดจนการกำหนดปัญหาที่

ต้องการศึกษา (Plan) ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการวิจัยตามแผนที่กำหนดไว้ (Do) ขั้นตอนที่ 3 การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการวิจัย (Observe) และ ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนผลหลังจากการดำเนินการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อให้เกิดการวิพากษ์ของเพื่อนร่วมงาน (Reflect)

สุวิมล ว่องวาณิช (2560, น. 21) ได้กล่าวถึงลักษณะของวิจัยปฏิบัติการประกอบด้วย ผู้วิจัยคือผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานในทางการศึกษา ผู้วิจัยคือครู สิ่งที่ถูกวิจัยคือปฏิบัติการทางการศึกษา วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือการพัฒนาการเรียนการสอน การค้นหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น การพัฒนาวิชาชีพและวิธีการวิจัยคือกระบวนการค้นหาข้อความรู้ที่มีขั้นตอน เป็นหลักสำคัญ การวิจัยและการปฏิบัติ ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

1) สะท้อนกลับผลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของตนเองและผลที่เกิดขึ้น

2) การเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน/เพื่อนร่วมงานมีส่วนวิพากษ์วิจารณ์การปฏิบัติงาน

3) กระบวนการที่มีการดำเนินงานเป็นวงจรต่อเนื่องและทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน

4) ผลที่ได้จากการวิจัยนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่มีลักษณะ ดังนี้	
ใคร	ครูผู้สอนในห้องเรียน
ทำอะไร	ทำการแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา
ที่ไหน	ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน
เมื่อไร	ในขณะที่การเรียนการสอนกำลังเกิดขึ้น
อย่างไร	ด้วยวิธีการวิจัยที่มีวงจรการทำงานต่อเนื่องและสะท้อนกลับการทำงานของตนเอง (Self-Reflection) โดยขั้นตอนหลัก คือ การทำงานตามวงจร PAOR (Plan, Act, Observe, Reflect & Revise)
เพื่อจุดมุ่งหมายใด	มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (ต่อ)

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่มีลักษณะ ดังนี้	
ลักษณะเด่นของการวิจัย	เป็นกระบวนการวิจัยที่ทำอย่างรวดเร็ว โดยครูผู้สอนนำวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองคิดขึ้นไปทดลองใช้กับกับผู้เรียนทันทีและสังเกตผลการแก้ปัญหานั้น มีการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อนครูในโรงเรียน เป็นการวิจัยแบบร่วมมือ (Collaborative research)

ที่มา: สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น. 21

ลักษณะสำคัญของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนต้องมีการดำเนินงานที่เป็นต้องมีการดำเนินงานที่เป็นวงจรต่อเนื่อง มีกระบวนการทำงานแบบมีส่วนร่วม และเป็นกระบวนการที่เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานปกติ เพื่อให้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้จริง การนำแนวทางการวิจัยปฏิบัติการไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน จะทำขณะที่กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินอยู่ ก็ต้องมีการวิจัยเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างเรียน และทำการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาผู้เรียนควบคู่กันไปกับกิจกรรมการเรียนการสอน การวิจัยและการพัฒนาจึงเกิดขึ้นในการปฏิบัติงานพร้อมกันในการทำงานปกติ

วีระวรรณ เกษสิงห์ (2562, น. 2) ได้กล่าวถึงลักษณะของวิจัยปฏิบัติการ ดังนี้

1) เป็นงานวิจัยของผู้ปฏิบัติงาน (Practitioner Research) กล่าวคือ เป็นงานวิจัยที่ดำเนินการโดยผู้ปฏิบัติงานที่ทำวิจัยเกี่ยวกับการทำงานของตนเอง ในกรณีของครูคืองานสอน ไม่ใช่บุคคลภายนอกที่เข้าไปทำวิจัยกับครู เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะการวิจัยปฏิบัติการมีเป้าหมายเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนางานของผู้วิจัยเอง ดังนั้นประเด็นที่ทำวิจัยจึงเป็นเรื่องที่ผู้วิจัยประสบปัญหาหรือมีความกังวล

2) มีเป้าหมายเพื่อการพัฒนางาน กล่าวคือ เป้าหมายสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการคือการพัฒนาการปฏิบัติงานของผู้วิจัย การทำวิจัยปฏิบัติการจะช่วยให้ครูนักวิจัยสามารถแก้ไขปัญหาหรือลดความวิตกกังวลในการทำงานของตนเอง เกิดความเข้าใจในงานอย่างลึกซึ้งขึ้น และช่วยให้ครูนักวิจัยสามารถพัฒนางานตนเองได้อย่างต่อเนื่อง (Kemmis & Mctaggart, 1988 อ้างถึงใน วีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น. 2) ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจึงมักเริ่มจากการเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นของนักเรียนหรือบริบทที่ทำวิจัยก่อน (Needs Assessment หรือ Reality Check) เพื่อบ่งชี้สถานการณ์ปัญหาใดสำคัญและสมควรได้รับการแก้ไข

ผ่านกระบวนการวิจัยมากที่สุด (Kemmis, Mctaggart, & Nixon, 2014 อ้างถึงใน วีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น. 2)

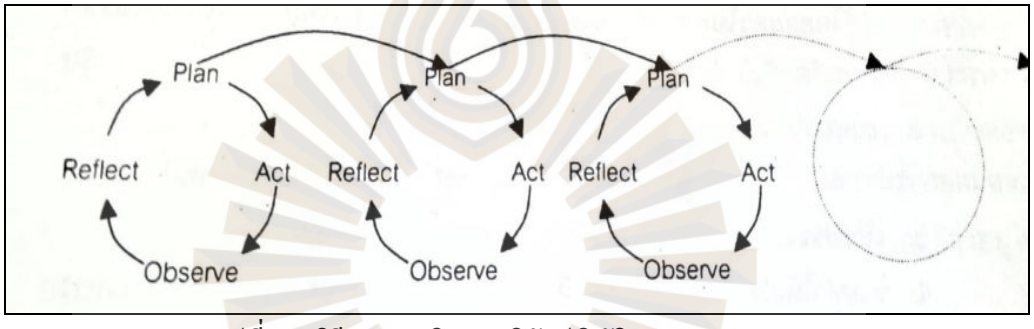
3) กระบวนการวิจัยเป็นวงจรวนซ้ำ กล่าวคือ วิธีการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการจะมีลักษณะเป็นวงจร โดยจำนวนขั้นและรายละเอียดของแต่ละขั้นในวงจรหนึ่ง ๆ จะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับนักวิชาการแต่ละกลุ่ม อย่างไรก็ดีกระบวนการวิจัยมักเริ่มจากการวางแผนปฏิบัติงาน (Plan) เพื่อแก้ไขปัญหา ลงมือปฏิบัติจริง (Act) เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินผลการปฏิบัติ (Assess) และสะท้อนความคิดต่อผลที่ได้ (Reflect) จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนความคิดไปออกแบบแผนการทำงานในวงจรต่อไป ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งผู้วิจัยเกิดความมั่นใจในข้อค้นพบหรือผลการวิจัยที่ได้หรือที่เรียกว่าเกิด “การอิ่มตัวของความเข้าใจ (Saturated Understanding)” (Inoue, 2015 อ้างถึงใน วีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น. 3) ทั้งนี้การวนซ้ำของวงจรการวิจัยยังช่วยให้ผลการวิจัยที่ได้มีความน่าเชื่อถือ และนักวิจัยมีการพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง

4) การสะท้อนความคิด หัวใจสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการ คือ การสะท้อนความคิด การสะท้อนความคิด คือ การคิดย้อนกลับหรือการระลึกถึงการกระทำของตนเองที่ผ่านมาในระหว่างการปฏิบัติงาน โดยพยายามมองหาเหตุของการกระทำว่าเพราะเหตุใดผู้วิจัยเลือกที่จะทำหรือไม่ทำการใด ๆ ระหว่างการปฏิบัติงาน อะไรคือเหตุผลและหลักฐานสนับสนุนความคิดหรือการตัดสินใจดังกล่าว และเมื่อกระทำการต่าง ๆ ไปแล้ว การกระทำนั้นมีผลกับบุคคลที่เกี่ยวข้องอย่างไร ซึ่งในกรณีของครู ผู้เกี่ยวข้องมักเป็นนักเรียน เพื่อนร่วมงาน หรือผู้ปกครอง และครูนักวิจัยได้เรียนรู้อะไรที่ไม่เคยได้เรียนรู้มาก่อน การสะท้อนความคิดที่มีคุณภาพ ไม่ใช่เพียงแต่ผู้วิจัยสะท้อนความคิดตนเองเท่านั้น หากแต่ต้องนำผลจากการสะท้อนความคิดนี้ไปแลกเปลี่ยนกับกลุ่มนักวิจัย ซึ่งสมาชิกในกลุ่มวิจัยเรียกว่า “เพื่อนผู้วิพากษ์ (Critical Friends)” (Mcniff & Whitehead, 2011 อ้างถึงใน วีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น. 3) มีหน้าที่ร่วมกันวิเคราะห์และเสนอแนวทางใหม่ในการพัฒนางานของสมาชิกแต่ละคนให้ดียิ่งขึ้น เพื่อนผู้วิพากษ์อาจเป็นเพื่อนครูในโรงเรียนเดียวกันต่างโรงเรียน หรือผู้เชี่ยวชาญภายนอก นอกจากนี้การสะท้อนความคิดร่วมกันเป็นกลุ่มยังเป็นกลไกที่ช่วยให้งานวิจัยปฏิบัติการมีความน่าเชื่อถือ

5) งานวิจัยมีความจำเพาะกับบริบท (Context Specific Research) เนื่องจากการวิจัยปฏิบัติการมีเป้าหมายเพื่อค้นหาความรู้อันเกิดจากการปฏิบัติงาน (Practical Knowledge) ของผู้วิจัย ดังนั้นผลการวิจัยที่ได้จึงเป็นไปเพื่อการพัฒนางานของผู้วิจัยให้ดีขึ้น ผลการวิจัยจึงมีความจำเพาะกับสถานที่ทำงานหรือบริบทของงานวิจัยนั้น ๆ ดำเนินการอยู่ งานวิจัยปฏิบัติการไม่ได้มีเป้าหมายเพื่อการอ้างอิงผลการวิจัยไปยังประชากรที่อยู่ในบริบทอื่น (Generalization) (Inoue, 2015 อ้างถึงใน วีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น. 4)

2.1.5 วิธีดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

Kemmis (1988 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น.23) เสนอวิธีดำเนินการวิจัยปฏิบัติการที่มีลักษณะเป็นวงจรการวิจัยแบบขดลวด ดังปรากฏในภาพ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนหลังจากที่วิเคราะห์และกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข (Plan) ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติตามแผนที่กำหนด (Act) ขั้นตอนที่ 3 การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน (Observe) และ ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงานให้ผู้ที่มีส่วนร่วมได้วิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติการขั้นตอนต่อไป (Reflect) วงจรปฏิบัติการนี้เรียกย่อ ๆ ว่า วงจร PAOR



รูปที่ 2.1 วิธีการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis

ที่มา: สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น.23

Mcniff and Whitehead (2011 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น.24) นักการศึกษาชาวไอร์แลนด์และชาวอังกฤษได้นำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการของพวกเขา ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน และมีพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละขั้นตอนดังนี้

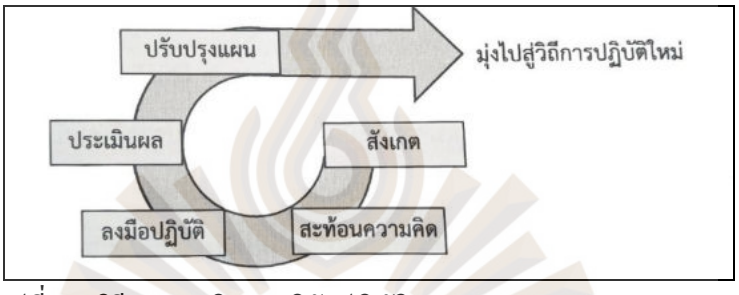
1) สังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลสิ่งที่เกิดขึ้น หรือการปฏิบัติงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

2) สะท้อนความคิด (Reflection) ในขั้นนี้ผู้วิจัยทำการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ในปัจจุบัน เพื่อระบุสิ่งที่ผู้วิจัยกังวลเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน ปัญหาที่พบ สาเหตุของปัญหา และวางแผนหาวิธีที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งวิธีใหม่ต้องมีลักษณะต่างจากสิ่งที่เคยปฏิบัติมาในอดีต

3) ลงมือปฏิบัติ (Act) คือขั้นที่ผู้วิจัยทดลองปฏิบัติงานตามวิธีแก้ปัญหาที่วางแผนไว้ และสังเกตการปฏิบัติงานของตนเอง รวมทั้งเก็บข้อมูลสิ่งที่เกิดขึ้น

4) ประเมินผล (Evaluate) คือขั้นที่ผู้วิจัยทำการประเมินผลการปฏิบัติการของตนเอง โดยแสดงวิธีการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน รวมทั้งทดสอบความน่าเชื่อถือของผลที่ได้และองค์ความรู้ที่ได้จากการสะท้อนความคิดต่อผลการทำงาน ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องมีการตรวจสอบความเข้าใจของตนเองกับกลุ่มเพื่อนผู้วิพากษ์

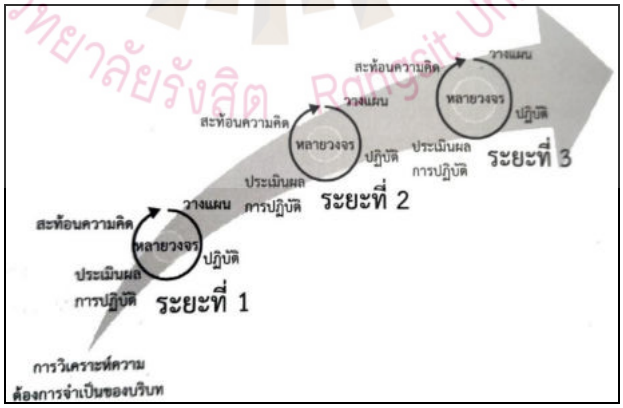
5) ปรับปรุงแผน (Modify) คือขั้นที่ผู้วิจัยนำข้อความรู้ที่ได้จากการประเมินผลไปใช้ปรับปรุงแผนการผลปฏิบัติงานให้ดีขึ้นในวงจรถัดไป โดยวิธีปฏิบัติใหม่ต้องมีพื้นฐานมาจากสิ่งที่เรียนรู้ในวงจรก่อนหน้า



รูปที่ 2.2 วิธีการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการของ Mcniff & Whitehead

ที่มา: จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น.24

Inoue (2015 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น.25-26) ได้เสนอวิธีดำเนินการวิจัยปฏิบัติการ โดยวิธีดำเนินการวิจัยรูปแบบนี้ประกอบด้วยหลายระยะ (Phase) ในแต่ละระยะประกอบด้วยหลายวงจร (Cycle) และในหนึ่งวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังภาพ



รูปที่ 2.3 วิธีดำเนินการวิจัยปฏิบัติการของ Inoue

ที่มา: จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น.25

1) ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยวางแผนปฏิบัติงานที่แตกต่างไปจากที่เคยปฏิบัติมา โดยอาศัยข้อมูลจากการตรวจสอบความต้องการจำเป็นของบริบทเป็นฐานในการวางแผนการทำงานร่วมกับผลการวิจัยในวงจรก่อนหน้า

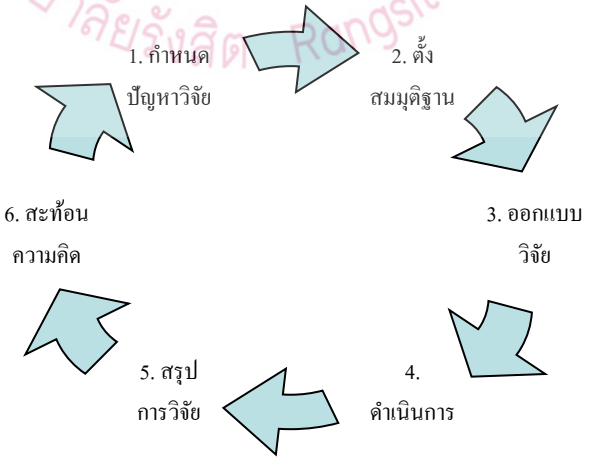
2) ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้ด้วยความรอบคอบแต่ยืดหยุ่นได้

3) ขั้นประเมิน (Assess) ผู้วิจัยเก็บข้อมูลและประเมินว่าการปฏิบัตินั้นประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ อย่างไร

4) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect) ผู้วิจัยสะท้อนความคิดต่อกระบวนการปฏิบัติงานและผลการปฏิบัติงานที่ได้ (Process and Product)

จากนั้นจึงนำข้อค้นพบในวงจรที่ 1 ไปใช้ออกแบบหรือปรับปรุงแผนการดำเนินงานในวงจรต่อไป ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งผู้วิจัยเกิดการอิ่มตัวของความรู้ (Saturated Understanding) ในคำตอบของคำถามการวิจัยในระยะนั้น ๆ จากนั้นจึงก้าวสู่ระยะต่อไป โดยอาจมีการตั้งคำถามวิจัยต่อยอดในส่วนที่ยังหาคำตอบไม่ได้ หรือเป็นคำถามวิจัยย่อยที่เกิดจากสิ่งที่ไม่สามารถทำได้สำเร็จในระยะที่ 1 และทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั้งผู้วิจัยเกิดการอิ่มตัวขององค์ความรู้ในทุกคำถามวิจัยที่ต้องการค้นหาคำตอบ

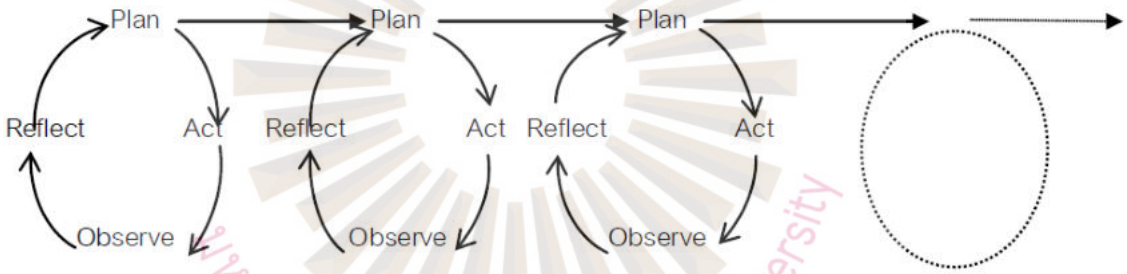
พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2552, น. 98-99) ได้กล่าวถึงกระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีระบบขั้นตอนตามแผนภาพดังนี้



รูปที่ 2.4 แผนภาพขั้นตอนของกระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
ที่มา: พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2552, น.98

จากแผนภาพ ขั้นตอนของกระบวนการวิจัยในชั้นเรียนพบว่า ขั้น 1 2 และ 3 คือ ขั้นวางแผนวิจัย ขั้น 4 คือ การดำเนินการวิจัย ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล แปรผล ในขั้นนี้มีการตรวจสอบการดำเนินการตามแผนเพื่อปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยควรนำไปปรับปรุงลงมือปฏิบัติเพื่อปรับปรุง เมื่อปรับปรุงแล้วก็มีการตรวจสอบ หากยังพบข้อแก้ไขก็วางแผนดำเนินปรับปรุง ปฏิบัติแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ขั้น 5 คือ การสรุปผลการวิจัย เป็นขั้นของการสร้างความรู้ใหม่หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ จากนั้นจึงนำความรู้ไปใช้

สุวิมล ว่องวาณิช (2560, น.43) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ วงจรวิจัยแบบขดลวด ที่เริ่มด้วย การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผล หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า PAOR (Plan, Act, Observe, Reflect) เป็นวงจรที่ใกล้เคียงกับวงจรประเมินผลภายใน คือ วงจรการทำงานแบบ PDCA (Plan, Do, Check, Act) โดยการทำงานดังกล่าวเกี่ยวข้องสัมพันธ์ดังปรากฏในแผนภาพ



รูปที่ 2.5 วงจรการทำงานแบบ PDCA (Plan, Do, Check, Act)

ที่มา: สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น.43

เริ่มจากการวางแผนปฏิบัติงาน (Plan) จากนั้นนำไปสู่การปฏิบัติ (Do) และตรวจสอบประเมินผลการปฏิบัติงาน (Check) หากพบว่ามีข้อบกพร่องก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข (Act) วงจรประเมินผลภายในมีความคล้ายคลึงกันจนเหมือนเป็นวงจรเดียวกันกับการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จะเห็นว่าคำว่า Act นั้นในวงจรการประเมินผลภายในใช้ความหมายของการปรับปรุงแก้ไขการทำงานหลังจากตรวจสอบผลปฏิบัติงาน แต่ในวงจรการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนใช้คำว่า Act หรือ Action ในความหมายของการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนด ซึ่งตรงกับคำว่า Do ในวงจรการประเมินผลภายใน หากไม่สนใจคำที่ใช้ ก็พบว่าขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งสองวงจรเป็นกระบวนการเดียวกัน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การประเมิน/สังเกต และการสะท้อนผล/ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย

White and Gunstone (1992 อ้างถึงใน นัชชา แดงงาม และสุระ วุฒิพรหม, 2557, น.88) กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict Observe Explin, POE) ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัตติวิสต์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการทำนาย (Predict, P) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองหรือสถานการณ์ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ 2) ขั้นการสังเกต (Observe, O) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะปฏิบัติลงมือทำการทดลอง พิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากการทดลองหรือจากสถานการณ์ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการทดลอง ทักษะการสังเกต และทักษะการวัด 3) ขั้นอธิบาย (Explain, E) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องเปรียบเทียบจากการสังเกตจากกลงมือปฏิบัติการทดลอง ว่าสิ่งที่สังเกตตรงกันกับสิ่งที่ทำนายไว้ในขั้นแรกหรือไม่ และทำการอธิบาย ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลในการอธิบายให้ได้ว่าคำตอบที่ได้จากการลงมือปฏิบัติการทดลองนั้นเหมือนหรือแตกต่างจากสิ่งที่ได้ทำนายไว้ตั้งแต่แรก แล้วเป็นเพราะเหตุผลใด ซึ่งผู้เรียนอาจจะเกิดความขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้กับผลการสังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง ทำให้ผู้เรียนจะต้องแก้ไขปรับปรุงความคิดขึ้นมาใหม่จากทฤษฎีและประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติการทดลอง

Keeley (2008 อ้างถึงใน ทัศตริน วรรณเกตุศิริ, 2561, น.49) กล่าวถึงความหมายของเทคนิคการทำนาย สังเกต อธิบาย (POE probes: Predict, Explain, and Observe probes) ว่าเป็นเทคนิคที่เน้นการนำเสนอสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ ผู้เรียนจะต้องทำนายหรือเลือกคำตอบที่กำหนดให้และต้องอธิบายเหตุผลของการทำนาย การตรวจสอบความเข้าใจนั้นจะต้องตามด้วยการให้ผู้เรียนได้พิสูจน์สิ่งที่ทำนายด้วยตนเองและแก้ไขคำอธิบายให้ถูกต้อง โดยส่วนใหญ่สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่นำมาใช้เป็นสิ่งที่สร้างความสับสนให้แก่ผู้เรียน หากผู้เรียนขาดความมั่นใจอาจจำเป็นต้องใช้เวลาในการคิดเชื่อมโยงกับแนวคิดที่เรียนต่อไป เทคนิคการทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำนาย การดำเนินการสาธิตหรือทดลองพิสูจน์การทำนายนั้นจึงดึงดูดความสนใจผู้เรียนมากขึ้น ทั้งนี้คำถามส่วนใหญ่ที่นำมาใช้

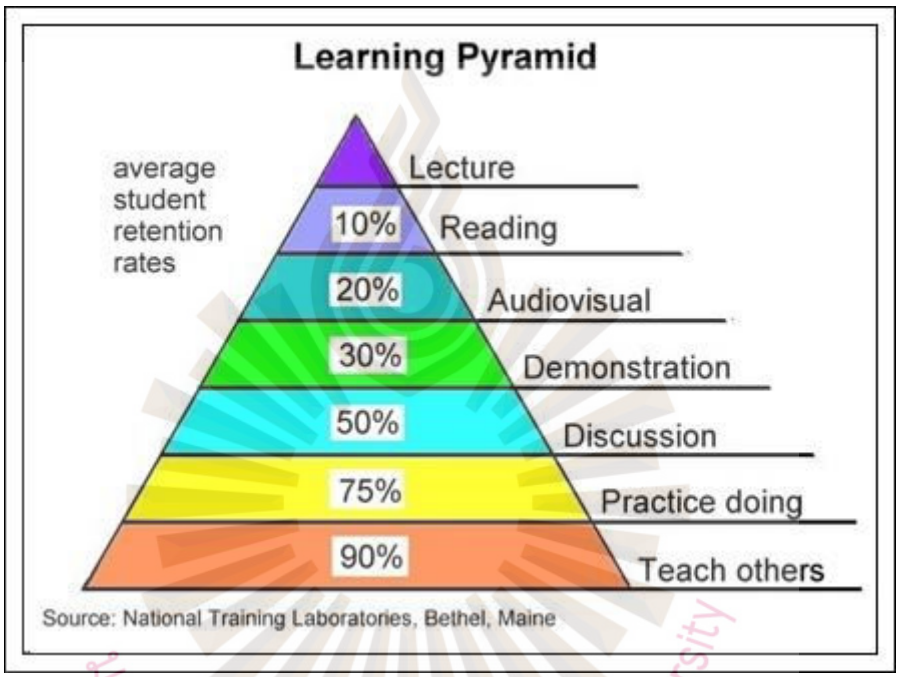
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ร่วมกับเทคนิคทำนาย สังเกต อธิบาย จะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ผู้เรียนมักเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ ทำให้คำทำนายส่วนใหญ่ของผู้เรียนไม่ถูกต้อง เชื่อว่าจะก่อให้เกิดความท้าทายในการเรียนรู้มากขึ้น เทคนิคทำนาย สังเกต อธิบายเหมาะสำหรับการประเมินเพื่อกระตุ้นความสนใจและวัดความเข้าใจ เนื่องด้วยจากการทำนายทำให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจของตนเอง จากนั้นจะจัดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายและทำการสืบเสาะด้วยตนเองก็จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใคร่รู้มากขึ้น การใช้เทคนิค POE ผู้สอนต้องมีการสร้างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงกับคำถามแรก เพื่อตรวจสอบและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายเหตุผลด้วยตนเองอีกครั้ง

สงกรานต์ มูลศรีแก้ว และโชคชัย ยืนยง (2554, น. 119) ได้กล่าวถึงความหมายของรูปแบบการสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstone (1992 อ้างถึงใน สงกรานต์ มูลศรีแก้ว และโชคชัย ยืนยง, 2554, น. 1192) ว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยอาศัยความรู้จากประสบการณ์เดิมและการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ซึ่งความรู้ที่ได้ผู้เรียนจะสร้างขึ้นด้วยตัวผู้เรียนเอง ทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดของตนเองอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนดังกล่าว ได้แก่ ขั้นทำนาย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะทำนายผลจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นมา ขั้นสังเกต เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ลงมือทำปฏิบัติการทดลองหรือทำการสืบค้นข้อมูลเพื่อค้นหาคำตอบจากสถาณการณ์ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นมา และขั้นอธิบาย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะอธิบายว่าผลที่เกิดขึ้นจากกลงมือปฏิบัติทดลองมีความแตกต่างหรือมีความเหมือนกับสิ่งที่ทำนายอย่างไร

สุทธิดา รักกะเปา (2555, น.6-7) กล่าวถึงความหมายของวิธีการสอนแบบ POE ว่ามีขั้นตอนทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการทำนาย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะทำนายผลของการสาธิตที่ครูผู้สอนแสดงให้ดู อาจจะอยู่ในรูปแบบของวิดิโอหรือการสาธิตจริงหน้าชั้นเรียน 2) ขั้นการสังเกต เป็นขั้นที่ผู้เรียนสังเกตผลจากการสาธิตนั้น ๆ และ 3) ขั้นการอภิปราย เป็นขั้นที่ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุหรือเหตุผลและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในการสาธิต รวมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างหรือความเหมือนระหว่างสิ่งที่สังเกตได้กับสิ่งที่ได้ทำนายไว้ในตอนแรก วิธีการสอนแบบ POE นี้ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี 1992 โดย White and Gunstone การรูปแบบการสอนที่ผู้เรียนมีการนำความรู้เดิมมาใช้ในการอภิปรายเพื่อปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน รูปแบบการสอนแบบ POE มีรากฐานมาจากแนวคิดจากรูปแบบการสอนแบบ DOE (Demonstrate Observe Explain) ที่ใช้ใน University 0f Pittsburgh ประเทศสหรัฐอเมริกา วิธีการสอนแบบ POE ถูกพัฒนาขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบ Constructivism เป็นทฤษฎี

การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์เดิม และเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ใหม่ ผู้เรียนจะมีการปรับเข้ากับประสบการณ์เดิม อาจจะเป็นการเปลี่ยนความเข้าใจที่มีอยู่เดิม หรือการปฏิเสธข้อมูลใหม่เมื่อพบว่าไม่พบว่ามีการเชื่อมโยงกัน รูปแบบการเรียนการสอนแบบ POE เป็นรูปแบบที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมมาร่วมกันอภิปราย



รูปที่ 2.6 พีระมิดแห่งการเรียนรู้
ที่มา: สุทธิดา รักกะเปา, 2555, น.7

จากพีระมิดแห่งการเรียนรู้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนแตกต่างกันด้วย โดยพบว่าวิธีการสอนแบบที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย ผู้เรียนได้ฝึกโดยการลงมือทำ และการที่ผู้เรียนได้สอนเพื่อนคนอื่น ๆ ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากกว่า 50% ซึ่งมากกว่าการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจดบันทึก อ่าน ฟัง และการสาธิต โดยวิธีการสอนแบบ POE เป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน และรวมไปถึงการลงมือปฏิบัติจริงจากการทำการทดลอง และเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจแล้วสอนเพื่อนคนอื่นทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

สลิลทิพย์ พรมย่อง และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ (2556, น.152) ได้กล่าวถึงความหมายของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดพื้นฐานจากกลุ่มนักการศึกษา

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

คอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) โดยมีหลักการที่สัมพันธ์กับองค์ความรู้และประสบการณ์เดิม และการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการทำนาย 2) ขั้นตอนการสังเกต และ 3) ขั้นตอนการอธิบาย การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสรับประสบการณ์จากสถานการณ์หรือการปฏิบัติการทดลองที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น และผู้เรียนยังได้สืบค้นหาคำตอบจากการทำปฏิบัติการทดลอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ภัสสร สอนพิมพ์พ่อ และโชคศิลป์ ธนเฮือง (2557, น.2604) ได้กล่าวถึงความหมายของวิธีการตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่เรียกว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE (Predict-Observe-Explain) ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานความเชื่อเดิม White and Gunstone (1992 อ้างถึงใน ภัสสร สอนพิมพ์พ่อ และโชคศิลป์ ธนเฮือง, 2557) ได้กล่าวว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE เป็นการสร้างสถานการณ์และให้ผู้เรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นหรือจะเกิดปรากฏการณ์ใดขึ้น หลังจากนั้นให้ผู้เรียนสังเกตจากการลงมือทำการทดลองหรือหาข้อพิสูจน์จากสถานการณ์ดังกล่าว และให้ผู้เรียนอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้สังเกตและสิ่งที่ได้ทำนายไว้ตั้งแต่ตอนต้น โดยผู้เรียนจะใช้องค์ความรู้และทฤษฎีรวมไปถึงประสบการณ์เดิมมาอธิบาย เป็นการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

ภูสิทธิ์ จันทนา และสุระ วุฒิพรหม (2558, น.5) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict Observe Explain, POE) ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist) เป็นแนวคิดของ Piaget ซึ่งเขาเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้และความเข้าใจ และมีประสบการณ์มาแล้วไม่มากก็น้อย โดยผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตัวผู้เรียนเอง จากการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาใหม่กับความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมแล้ว ผู้เรียนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันในการสร้างองค์ความรู้ เพราะระดับพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ Papert ยังมีความเชื่อว่าผู้เรียนไม่ได้รับความรู้จากผู้สอนเท่านั้น แต่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้เองได้จากการลงมือปฏิบัติ (Leaning By Doing) ทฤษฎีการเรียนรู้ Social Constructivism ของ Vygotsky มีความเชื่อว่าการที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องนั้น ส่งผลให้ระดับสติปัญญาและความคิดมีการพัฒนาขึ้นอย่าง

ต่อเนื่องตลอดเวลา แนวคิดดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การจัดการเรียนรู้แบบ POE เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เสนอโดย White and Gunstone (1992 อ้างถึงใน ภูสิทธิ์ จันทนา และสุระ วุฒิพรหม, 2558, น.5) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนได้แก่ การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย โดยจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้เข้าใจสิ่งที่ผู้เรียนคิด และครูผู้สอนยังสามารถติดตามดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางความคิดของผู้เรียนได้

กฤตกร สภาสันติกุล (2558, น.222) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย อย่างมีขั้นตอน ว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เป็นแนวคิดของ Hayson and Bowen (2010 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น.222) เป็นวิธีการที่ถูกพัฒนามาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการทำนาย การสังเกต การอธิบาย (Predict ObserveExplain : POE) ที่เป็นแนวคิดของ Gunstone and White (1981 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น.222) โดยมีการปรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการระบุถึงบทบาทของนักเรียนในการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น การจัดการเรียนรู้รูปแบบการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์ของนักเรียน โดยขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ การนำเข้าสู่บทเรียนและสร้างแรงจูงใจ การนำเข้าสู่กิจกรรมหรือการทำปฏิบัติการทดลอง การทำนาย การอภิปรายสิ่งที่ได้ทำนายไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า การสังเกต การอธิบาย การให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และการติดตามผลจากการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้นี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสในการสร้างคำอธิบายด้วยตัวของผู้เรียนเอง เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนในชั้นเรียน ผู้เรียนได้ระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบคำอธิบาย นอกจากนี้ยังนำคำอธิบายของผู้เรียนที่ผู้เรียนสร้างขึ้นไปเปรียบเทียบกับคำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบให้มีความชัดเจน

มาธุสร โพธิ์จันทร์ (2560, น.91) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบพีโออี (POE) ว่ามีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่ง White and Gunstone (1992 อ้างถึงใน มาธุสร โพธิ์จันทร์, 2560, น.91) ได้อธิบายว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพีโออี (POE) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอนเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนนำเสนอสถานการณ์ให้ผู้เรียนและให้ผู้เรียน

ทำนายว่าจะเกิดปรากฏการณ์ใดขึ้นจากสถานการณ์ และให้ผู้เรียนสังเกตและบอกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้กับผลที่ได้จากการสังเกต ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพีโออี (POE) มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำนายเป็นขั้นที่ผู้เรียนทำนายผลหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองหรือสถานการณ์ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นว่าเป็นอย่างไร ขั้นต่อมาคือขั้นการสังเกตเป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือทำการทดลอง พิสูจน์ สังเกต เพื่อหาคำตอบจากการทดลองหรือสถานการณ์ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น และขั้นสุดท้ายขั้นอธิบายเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้ในขั้นแรกและผลที่เกิดขึ้นจากการสังเกตเพื่อหาคำตอบ ผู้เรียนต้องอธิบายให้ได้ว่าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองหรือการสังเกตปรากฏการณ์เป็นไปตามที่ได้ทำนายไว้ในตอนแรกหรือไม่และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ผู้เรียนจะมีการร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอน

จากความหมายของการรูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำนาย ผู้เรียนทำนายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์จากการทำปฏิบัติการทดลองที่ครูผู้สอนได้สร้างขึ้น โดยการทำนายจะอาศัยความรู้และประสบการณ์ที่เคยพบเจอของผู้เรียน ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสังเกต ผู้เรียนสังเกตสถานการณ์จากครูผู้สอนแสดงให้เห็นหรือจากการสังเกตจากการทำปฏิบัติการทดลอง ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รู้ว่าสิ่งที่ได้สังเกตเหมือนกับสิ่งที่ผู้เรียนได้ทำนายไว้ในขั้นแรกหรือไม่ และสุดท้าย ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกต โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนคำอธิบายนั้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องนำความรู้หรือทฤษฎีที่เรียนมาอธิบาย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.2.2 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย

Gunstone and White (1981 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 28) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรูแบบทำนาย สังเกต อธิบาย มีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำนาย ครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนทำนายคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ ขั้นสังเกต ครูผู้สอนจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมให้ผู้เรียนได้สังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และขั้นอธิบาย ครูผู้สอนให้ผู้เรียนเปรียบเทียบสิ่งที่ผู้เรียนได้สังเกตจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับสิ่งที่ได้ทำนายไว้ในขั้นแรก

Haysom and Bowen (2010 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 28) ให้ความชัดเจนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย โดยประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียนและสร้างแรงจูงใจ เป็นขั้นที่ใช้คำถามที่ท้าทายความสนใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยอาศัยประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมมาตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 การนำเข้าสู่กิจกรรมหรือปฏิบัติการทดลอง เป็นขั้นที่อธิบายถึงการทดลอง โดยมีการเชื่อมโยงกับคำถามที่ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 3 การทำนาย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาทำนายถึงปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นโดยอธิบายเหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 4 การอภิปรายสิ่งที่ทำนาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน อภิปรายถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ และร่วมกันเลือกคำทำนายที่น่าจะมีความเป็นไปได้มากที่สุด พร้อมบอกถึงเหตุผลมาสนับสนุนคำทำนายนั้น ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดแนวคิดใหม่ๆ การทำนายอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้

ขั้นที่ 5 การสังเกต เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ร่วมกันสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกตปฏิบัติการทดลอง รวบรวมข้อมูลที่ได้โดยแสดงหลักฐานและเหตุผลสนับสนุน

ขั้นที่ 6 การอธิบาย เป็นขั้นที่ต้องสื่อสารอภิปรายสิ่งที่ได้จากการสังเกต เป็นการอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มหรืออภิปรายเป็นคู่ โดยในการอภิปรายต้องระบุเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบนั้น

ขั้นที่ 7 การให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่ร่วมกันสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่ได้ทำการสำรวจและตรวจสอบ เปรียบเทียบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน และเปรียบเทียบคำอธิบายกับนักวิทยาศาสตร์จากบทเรียน

ขั้นที่ 8 การติดตามผล เป็นขั้นที่แสดงข้อมูลป้อนกลับเรื่องการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และมีการประยุกต์ความรู้เพื่อที่จะนำไปอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ในธรรมชาติ

Hilario (2015 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 28) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ต้องมีการสาธิต มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง เป็นการส่งเสริมและพัฒนาการปฏิบัติการทดลอง ส่งเสริมมโนทัศน์ รวมไปถึงการส่งเสริมการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำนายผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ ขั้นบรรยาย

สิ่งที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และขั้นการหาความสัมพันธ์ลความขัดแย้งสิ่งที่ทำนายในขั้นตอนแรกกับสิ่งที่สังเกตได้

2.3 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

Bayer and davis (2000 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 23) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า การให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ที่สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล มีการใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อสรุป การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการสร้างความเข้าใจและสื่อสารความเข้าใจด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และมีเหตุผล ซึ่งเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบสอนมี 2 ประการได้แก่ 1) นักเรียนมีความสามารถในการใช้ข้อมูลและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา และ 2) นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เสนอและมีการโต้แย้งทางความคิด

Kuhn and Reiser (2005 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 10) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจของการเกิดปรากฏการณ์ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแสดงความคิดเห็นในการสนับสนุนหรือโต้แย้งคำอธิบาย

McNeil et al. (2006 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 10) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะให้ความสำคัญกับหลักฐานเพื่อนำไปสู่การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2008 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 10) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มี

ความสำคัญในห้องเรียนที่มีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ 1) เป็นหัวใจหลักสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ 2) เป็นกุญแจสำคัญของการจัดการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ เป็นกรอบที่ใช้กำหนดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมองภาพวิทยาศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ 4) เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 5) เป็นการส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนในด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Chaimala (2009 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 10-11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น และยังอธิบายถึงสาเหตุในการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้

จากความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่า ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างความเข้าใจของผู้เรียนในวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และมีเหตุผล ผู้เรียนจะให้ความสำคัญของหลักฐานเพื่อที่จะนำไปสร้างคำอธิบายจากปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนสังเกต เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกทางความคิดและอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครูผู้สอนในชั้นเรียน

2.3.2 ความหมายของการสร้างคำอธิบายวิทยาศาสตร์

Sandoval and Reiser (2004 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 25) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า คำอธิบาย หมายถึง คำตอบที่เกิดจากคำถามเฉพาะเรื่อง

McNeill and Krajcik (2006 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 24) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ การรายงานลักษณะและเหตุผลของปรากฏการณ์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะอธิบายว่าเหตุใดถึงปรากฏการณ์ รวมถึงผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์

Bayer and Davis (2008 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 25) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าคำอธิบาย หมายถึง การรายงานลักษณะและเหตุผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยการรายงานต้องมีการเชื่อมโยงกับหลักฐาน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Chaimala (2009 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 11) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการอธิบายบริบททางวิทยาศาสตร์ โดยมีเหตุผลที่สนับสนุนที่เกิดจากสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ

สภาการวิจัยแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Concil, 1996 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 25) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึงการบอกความหมาย และการกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะที่บ่งชี้ว่าเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ ต้องมีความถูกต้อง สามารถสะท้อนผลจากการสังเกตและการทดลอง เป็นคำอธิบายที่มาจากเหตุผลในเชิงตรรกะและมีความสอดคล้องกับหลักฐาน เป็นคำอธิบายที่มีความเป็นสาธารณะและสามารถที่จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์

Reiser, Berland, and Kenyon (2012 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 11) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

Thagard (2012 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 11) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการค้นหาข้อเท็จจริงหรือคำตอบจากปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

Zangoro and Forbes (2014 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 11) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับข้อมูลที่เกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับกลไกที่ใช้ในการอธิบายที่สนับสนุนสาเหตุและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์

จากความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การกล่าวถึงลักษณะปรากฏการณ์โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุนคำอธิบายนั้น และมีการเชื่อมโยงกับความรู้และทฤษฎีมาใช้ในการอธิบาย

2.3.3 องค์ประกอบของการอธิบายวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะเน้นที่ความสำคัญในเรื่องหลักฐานและให้เหตุผล (Klein, 2014 อ้างถึงใน ทัศตริน วรรณเกตุศิริ, 2561, น. 77) ได้เสนอโมเดลการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในรูป รายละเอียดแต่ละองค์ประกอบ มีดังนี้

1) คำกล่าวอ้าง (Claim) มีลักษณะเป็นข้อความหรือสรุปความ เพื่อตอบคำถามหรือปัญหาที่สนใจหรือกำหนดขึ้น

2) หลักฐาน (Evidence) คือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนคำกล่างอ้างหรือข้อสรุป ข้อมูลนี้อาจได้มาจากสังเกต ทดลอง หรือการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ หนังสือ อินเทอร์เน็ต หลักฐานที่นำมาสนับสนุนนั้นจะต้องเหมาะสม (สัมพันธ์กับคำถามหรือปัญหาที่เผชิญอยู่) และเพียงพอ (ควรมีการใช้หลักฐานมากกว่าหนึ่งแหล่ง) สำหรับสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปนั้นได้ ประเภทของหลักฐานอาจจำแนกออกเป็นหลักฐานคำบอกเล่า (Anecdotal Evidence) เป็นหลักฐานที่มาจากการสังเกตหรือประสบการณ์ระดับบุคคล อาจมาจากผู้เรียน เพื่อน และครอบครัว มักเป็นสถานการณ์ที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคย หลักฐานข้อเท็จจริง (Factual Evidence) เป็นหลักฐานที่มาจากข้อมูล ข้อเท็จจริงที่มีการยืนยัน หรืองานวิจัย ที่ได้มาจากกระบวนการทดลองและสำรวจทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานข้อความ (Textual Evidence) เป็นรายละเอียดที่มาจากหนังสือหรือบทความที่ผู้เรียนสามารถใช้อ้างอิงเพื่อสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป

3) เหตุผล (Reasoning) คือการแสดงให้เหตุถึงเหตุผลในการเลือกใช้หรือตัดสินว่าหลักฐานใดที่ใช้สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป มักสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากหลักการทางวิทยาศาสตร์มักจะเป็นตัวชี้ว่าข้อมูลใดควรหรือไม่ควรใช้สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปนั้น

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	เกณฑ์การประเมิน
คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป	1) คำกล่าวอ้างสอดคล้องและตอบตรงกับคำถามที่ตั้งไว้หรือไม่ 2) คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปนั้นเป็นประโยคที่สมบูรณ์ ไม่ใช้คำเริ่มต้น เช่น น่าจะ ถ้า หรือไม่ 3) คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

องค์ประกอบ	เกณฑ์การประเมิน
หลักฐาน (จากประสบการณ์ความรู้เดิม ข้อมูลสืบค้น)	1) ชนิดและแหล่งที่มาของหลักฐานเหมาะสมสำหรับการสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น หรือไม่ 2) หลักฐานเพียงพอหรือไม่ 3) หลักฐานถูกต้องและเที่ยงตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่
การให้เหตุผล (การเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์)	1) เหตุผลที่ใช้ในการอธิบายสามารถสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้อ่านหรือไม่ 2) เหตุผลที่ใช้สามารถเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ 3) หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือองค์ความรู้ที่ใช้สามารถอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้หลักฐานสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป ที่สร้างขึ้นหรือไม่
ภาพรวมของการให้คำอธิบาย	1) ถ้าการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นเกิดขึ้นจากการสืบค้นหรือจากห้องเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เขียน ผู้อ่านที่ไม่ได้ทำกิจกรรมการสืบค้นนั้นด้วยตนเองจะสามารถเข้าใจคำอธิบาย 2) ถ้าการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นเกิดขึ้นจากประสบการณ์จริงหรือความรู้เดิมของผู้เขียน ผู้อ่านจะสามารถเข้าใจคำอธิบายและเข้าใจว่าประสบการณ์จริงหรือความรู้เดิมของผู้เขียนนั้นสนับสนุนการอธิบายนั้นได้หรือไม่

ที่มา: ทัศตริน วรรณเกตุศิริ, 2561, น. 77

2.3.4 เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

McNeill et al. (2006 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 15-16) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ 0-5 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบ่งตามระดับความสามารถ

ระดับความสามารถ	คำอธิบายในแต่ละระดับความสามารถ
0	ไม่ระบุองค์ประกอบหรือระบุไม่ถูกต้องในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
1	ไม่สามารถระบุตัวอย่างที่เป็นองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
2	ระบุข้อสรุปที่มากเกินไป และไม่สามารถเชื่อมโยงตัวอย่างกับข้อสรุปได้
3	ระบุข้อสรุปที่กำกวม และไม่สามารถอธิบายตัวอย่างนำไปสู่ข้อสรุปได้
4	ระบุข้อสรุปได้ แต่อธิบายตัวอย่างที่นำไปสู่ข้อสรุปได้ไม่ครบ
5	ระบุองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน

ที่มา: กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 15

McNeil and Krajcik (2008 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 16) ได้สร้างเกณฑ์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในบทเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ 0-2 และได้แบ่งประเด็นในการให้คะแนนเป็น 3 ด้านตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อความหรือข้อสรุปที่เป็นคำตอบของปัญหา)	ไม่สามารถสรุปได้หรือสรุปไม่ถูกต้อง	สร้างข้อสรุปได้บางส่วน	สร้างข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์
หลักฐาน (ข้อมูลที่สนับสนุนข้อสรุป	ไม่แสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่นำไปสู่ข้อสรุป	แสดงหลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอที่จะนำไปสู่ข้อสรุป	แสดงหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอที่จะนำไปสู่ข้อสรุป

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0	1	2
การให้เหตุผล (การเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน)	ไม่สามารถให้เหตุผลหรือเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป	เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุปได้บางส่วน รวมถึงให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่เพียงพอ	เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์

ที่มา: กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 16

ทัศตริน วรรณเกตุศิริ (2561, น. 83) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีการระบุหลักฐานอ้างอิงและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีการระบุหลักฐานอ้างอิงและให้เหตุผลวิทยาศาสตร์ ควรมีการกำหนดเกณฑ์การประเมิน (Explanation Rubric) เพื่อตรวจสอบตามองค์ประกอบของคำอธิบายนั้น ทั้งนี้ผู้สอนอาจจะกำหนดเกณฑ์การประเมินการอธิบายแต่ละองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การให้ผู้เรียนรับรู้ถึงองค์ประกอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนจะช่วยให้ผู้เรียนประเมินตนเองได้ในเบื้องต้นก่อนส่งให้ผู้สอนตรวจเพื่อให้คำแนะนำ

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การประเมินการอธิบายพื้นฐาน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป (Claim) ข้อความหรือสรุปความที่เป็นคำตอบสำหรับคำถามหรือปัญหาที่กำหนด	ไม่มีคำกล่าวอ้าง ไม่ลงข้อสรุป หรือลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง	คำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุปได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ระบุคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การประเมินการอธิบายพื้นฐาน (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป ข้อมูลนี้จะต้องเหมาะสม และเพียงพอสำหรับสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป	ไม่ระบุหลักฐานหรือหลักฐานไม่เหมาะสม (หลักฐานที่ระบุไม่สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป)	ระบุหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป อาจใช้หลักฐานบางส่วนที่ไม่เหมาะสม	ระบุหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอสำหรับสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป
เหตุผล (Reasoning) การตัดสินว่าหลักฐานที่ใช้สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป นั้นเหมาะสมและเพียงพอตามหลักการทางวิทยาศาสตร์	ไม่ให้เหตุผล หรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป	ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป มีการเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์บางส่วนแต่ไม่เพียงพอ	ให้หลักฐานที่เชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปรวมถึงใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ

ที่มา: ทัศตริน วรรณเกตุศิริ, 2561, น. 83

2.3.5 ตัวอย่างแบบวัดประเมินการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างที่ 1 ข้อมูลของเหลว 4 ชนิด

ของเหลว	ความหนาแน่น	สี	มวล	จุดหลอมเหลว
ของเหลวที่ 1	0.93 g/cm^3	ไม่มีสี	38 g	-98 °C
ของเหลวที่ 2	0.79 g/cm^3	ไม่มีสี	38 g	26 °C
ของเหลวที่ 3	13.6 g/cm^3	สีเงิน	21 g	-39 °C
ของเหลวที่ 4	0.93 g/cm^3	ไม่มีสี	16 g	-98 °C

ที่มา: ทัศตริน วรรณเกตุศิริ, 2561, น. 84

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

จากข้อมูลในตาราง จงเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า ของเหลวเหล่านี้เป็นของเหลวชนิดเดียวกันหรือไม่

ตัวอย่างที่ 2 จากข้อมูลในตาราง จงวาดรูปของวัตถุและของเหลวแต่ละชนิดเมื่อนำมาใส่รวมกันในบีกเกอร์และให้เขียนอธิบายว่า นักเรียนวาดของเล่นพลาสติดไว้ในบริเวณใด เพราะเหตุใด (ทัศตริน วรรณเกตุศิริ, 2561, น. 84)

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างที่ 2 ข้อมูลวัตถุหรือของเหลว 6 ชนิด

ชื่อวัตถุ/ของเหลว	ความหนาแน่น (g/cm^3)	ปริมาตร (cm^3)	มวล (g)
น้ำเชื่อม	2	100	200
น้ำมันพืช	0.93	250	232.5
ลูกบอลยาง	1.1	4	4.4
รถของเล่นพลาสติก	0.9	8	7.2
กรรไกร	6.5	2	13
ขนนก	0.5	0.5	0.01

ที่มา: ทัศตริน วรรณเกตุศิริ, 2561, น. 84

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยในประเทศ

สงกรานต์ มูลศรีแก้ว และโชคชัย ยืนยง (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict Observe Explain : POE) เพื่อศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ของไหล บนพื้นฐานคอนสตรัคติวิสซ์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนนาดีพิทยาคม อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวนทั้งหมด 30 คน ทำการศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามปลายเปิดของนักเรียนเรื่องของไหล และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม เพื่อนำมาตีความและจัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียน ทำการเปรียบเทียบตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

POE ผลจากการวิจัย พบว่า นักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกมาแตกต่างกัน แต่หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ POE ในภาพรวมนักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกมาใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์

พัชรวรินทร์ เกลี้ยงนวล, วิภาฤดี วิภาวิน, และนพเก้า ณ พัทลุง (2556) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง จำนวน 5 ห้องเรียน ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวนทั้งสิ้น 148 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 จำนวนทั้งหมด 31 คนทำการเลือกตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม แบบแผนในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียว เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ฉบับละ 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.88 และ 0.93 ตามลำดับ 3) แบบทดสอบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ฉบับละ 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.87 และ 0.92 ตามลำดับ และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก จำนวน 15 ข้อมีค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.83 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (T-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิกมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) รู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิกอยู่ในระดับมาก

สลิลทิพย์ พรมย่อง และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ (2556) ได้ทำการวิจัยโดยใช้วิธี ทำนาย สังเกตอธิบาย (POE) ในการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดเรื่อง ไฟฟ้า และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านมูลนาค อำเภอโคกโพธิ์ไทย จังหวัดขอนแก่น ที่กำลังเรียนใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 17 คน รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงตีความ (Interpretive Research) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นตัวแทนความคิดก่อนเรียนแล้วนำข้อมูลที่ได้มาเป็น แนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ POE และจากนั้นจึงเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็น ตัวแทนความคิดหลังเรียน เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือเนื้อหาเรื่องไฟฟ้า 4 หัวข้อ ประกอบด้วย 1) สมบัติของตัวนำและฉนวนไฟฟ้า 2) การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3) การต่อถ่านไฟฉายแบบ อนุกรมและแบบขนาน และ 4) การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน เป็นการเก็บข้อมูล ตัวแทนความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามปลายเปิดและ การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ในการวิเคราะห์ข้อมูลเน้นการตีความเพื่อจัดกลุ่มความคิดของ นักเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในหัวข้อต่าง ๆ เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE และยังพบว่า นักเรียนเกิดการพัฒนาโนมติที่มีความ สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เป็นผลทำให้ตัวแทน ความคิดหลังเรียนของนักเรียนมีความแตกต่างกันน้อยลงและนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดที่ สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์

นัชชา แดงงาม และสุระ วุฒิพรหม (2557) ได้ทำการวิจัยด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ร่วมกับการสาธิตอย่างง่าย เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดของนักเรียนโครงการพัฒนา ความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน กลุ่มตัวอย่างที่ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จังหวัด นครศรีธรรมราช ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน โดยเป็นการวิจัย แบบ One-Group Pretest-Posttest เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ โดยวิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับเทคนิคการทำนาย สังเกต อธิบาย แบบทดสอบวัดความคิดรวบ ยอดเรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนแบบสองลำดับขั้น และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สถิติที่ใช้ใน การวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที และ Normalized gain ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดเรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนสูงขึ้นหลังจากการ จัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อพิจารณาความก้าวหน้าโดยภาพรวม นักเรียนมีการพัฒนาความคิดรวบยอดรายชั้นอยู่ระดับปานกลางเท่ากับ 0.65

ภัสสร สอนพิมพ์พ่อ และโชคศิลป์ ธนเฮือง (2557) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนทั้งหมด 35 คน ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2556 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูแปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย สังเกต อธิบาย แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น และแบบสัมภาษณ์ จากการวิจัยพบว่าผลการวิจัยเป็นดังนี้ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย สังเกต อธิบาย มีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลงทุกมโนมติดังนี้ 1) มโนมติ เรื่อง ธรรมชาติของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลงทุกมโนมติดังนี้ 1) มโนมติ เรื่อง ธรรมชาติของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 67.80 นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียนลดลงคิดเป็นร้อยละ 34.28 2) มโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 39.04 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 14.28 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบทำนาย สังเกต อธิบาย มีความเข้าใจเรื่องแสงและการมองเห็นมากขึ้นกว่าก่อนเรียน

สิทธิ์ จันทนา และสุระ วุฒิพรหม (2558) ได้ทำการวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบายร่วมกับชุดการทดลองต่อวงจรจากแผนภาพวงจร โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ งานวิจัยนี้ใช้แผงต่อสายไฟแทนโพรโตบอร์ด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวนทั้งหมด 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการทดลอง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) และแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง ฉบับ 1.0 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการทดสอบ T-test และ Normalized gain ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยระดับ Medium gain (<g> = 0.35) จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย สามารถใช้ในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

กฤตกร สภาสันติกุล (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้กลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย อย่างมีขั้นตอน โดยการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) เพื่อเปรียบเทียบความมีเหตุผลของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่ง ผลจากการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี เมื่อจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบาย พบว่า ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานอยู่ในระดับดี ส่วนการให้เหตุผลอยู่ในระดับควรปรับปรุง 2) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบาย พบว่า ทุกองค์ประกอบสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 84.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อจำแนกตามลักษณะความมีเหตุผล พบว่าทั้ง 5 ลักษณะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อจำแนกตามลักษณะความมีเหตุผล พบว่ามีเพียง 1 ลักษณะ คือ แสวงหาสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์และระบุความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ที่แตกต่างจากก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตีรณา ชุมแสง, เอกภูมิ จันทรขันตี, และสุรศักดิ์ เชียงกา (2560) ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้บริบทเป็นฐาน เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สมดุลกล โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยคือแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นคำถามปลายเปิด และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแบ่งระดับคำตอบแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 0-2 จากการทำวิจัยพบว่าผลการวิจัยเป็นดังนี้ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างได้คะแนนสูงที่สุดในเนื้อหา เรื่อง สมดุลต่อการเคลื่อนที่ และการให้เหตุผลได้คะแนนสูงสุดในเนื้อหาเรื่องสมดุลต่อการหมุน มีค่าเฉลี่ย 1.4 คะแนน

มาธุสร โพธิ์จันทร์ (2560) ได้ทำการศึกษาวิจัยด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบพีโออี เพื่อเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบพีโออี และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบพีโออี ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 975 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนมัธยมวัดสุทธาราม จำนวน 1 ห้อง รวมทั้งหมด 32 คน เรียนหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ธาตุและสารประกอบนอุตสาหกรรม ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบพีโออีจำนวน 7 แผน และ 2) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรอบคอบ ด้านความพยายาม ด้านความมีเหตุผล ด้านความซื่อสัตย์ ด้านความรอบคอบ และด้านความใจกว้าง และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุละสารประกอบในอุตสาหกรรมจำนวน 45 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าสถิติแบบไร้พารามิเตอร์ โดยใช้วิธี Wilcoxon Sign-Rank Test จากผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบพีโออี มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างที่นัยสำคัญทางสถิติ .05 และ 2) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบพีโออี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัณนิดา มีลา และร่มเกล้า อาจเดช (2561) ได้ทำการศึกษาวิจัยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาและปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมบัติของแก๊ส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนทั้งหมด 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Pair Samples T-test จากการวิจัยพบว่า 1) ก่อนเรียนนักเรียนมีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงสุดในระดับ 1 แต่หลังนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาระดับความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับ 2 และ 2) ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สมบัติของแก๊ส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยสนับสนุนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมบัติแก๊ส

นราภรณ์ นาคพันธ์ (2660) ได้ทำการวิจัยโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย โดยมีวัตถุประสงค์ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และ 3) ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวนทั้งหมด 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก จำนวน 8 แผน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบบันทึกภาคสนาม ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนอยู่ในระดับกลาง (ร้อยละ 48.72) และระดับสูง (ร้อยละ 41.03) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนเกิดความก้าวหน้าทางการเรียน อีกทั้งนักเรียนยังมีการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยเริ่มต้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94.9) มีทักษะการคิดวิเคราะห์ระดับปรับปรุง หลังจากนั้นทักษะการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นเป็นระดับพอใช้ ดี และดีเยี่ยมเป็นลำดับ โดยในแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้ายพบว่านักเรียนที่ได้ระดับดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 10.3 จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทำนาย สังเกต อธิบาย สามารถส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทำนาย สังเกต อธิบาย ให้มีประสิทธิภาพนั้น จะควรเลือกใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมกับบทเรียน ควรจัดกิจกรรมให้มีความหลากหลาย และควรที่จะเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและลงมือปฏิบัติด้วยตัวนักเรียนเอง และควรกำหนดเวลาให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

อนุชา ตู้แก้ว (2561) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน และเพื่อศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอุทัยวิทยาคม จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยจำนวน 5 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีทำนาย สังเกต อธิบาย 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำการเก็บข้อมูลโดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และทำการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลจากการทำวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการทำนาย สังเกต อธิบาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีผลการประเมินความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะอยู่ในระดับดี

จีรนันท์ หัดคาหมื่น, หนูกร ปฐมพรรษ, และพัตตาวัน นาใจแก้ว (2562) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เสริมด้วยเทคนิค การทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาหนังพัฒนศึกษา จังหวัดหนองคาย ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 17 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เสริมด้วยเทคนิค การทำนาย สังเกต อธิบาย จำนวน 8 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 2) แบบวัดความเข้าใจมโนมติอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ 3) แบบวัดความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ ทดสอบเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ T-test for Dependent Samples ผลจากการวิจัยพบว่า 1) ความเข้าใจมโนมติอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตริคติวิสต์เสริมด้วยเทคนิค การทำนาย สังเกต อธิบาย ก่อนเรียนมีคะแนนมโนมติอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเท่ากับ 3.88 คิดเป็นร้อยละ 16.18 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 14.47 คิดเป็นร้อยละ 60.29 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติอัตราการเกิดปฏิกิริยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เสริมด้วยเทคนิค การทำนาย สังเกต อธิบาย มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.25 คิดเป็นร้อยละ 25.88 และหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 26.71 คิดเป็นร้อยละ 66.76 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Peka, Kalab, Yamanb, and Ayasb (2010) ได้ทำการศึกษาวิจัยการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักศึกษาที่เรียนครูเรื่องชนิดของสารต่อความสามารถในการละลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นนักศึกษาที่เรียนครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวนทั้งหมด 77 คน ในคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย Karadeniz Technical University ที่เรียนในปีการศึกษา 2551 ถึง 2552 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย ในรายวิชาปฏิบัติการ และแบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเข้าใจผิดหลายอย่างเกี่ยวกับชนิดของสารต่อความสามารถในการละลาย

Vadapally (2014) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย เพื่อศึกษาความแตกต่างทางเพศต่อความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนในรายวิชาปฏิบัติการเคมี ของโรงเรียนมัธยม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยหลายงานระบุว่านักเรียนทุกระดับชั้นไม่มีการพัฒนาทักษะและความรู้ที่พวกเขามีอยู่ และนักเรียนชายมีแนวโน้มประสบผลสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง งานวิจัยนี้จึงศึกษาความแตกต่างของเพศ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนชาย 24 คนและนักเรียนหญิง 25 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่สอนโดยครูผู้สอนคนเดียวกัน เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่าจากการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย ผลวิจัยเชิงปริมาณจากค่าทางสถิติ พบว่าเพศมีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความเข้าใจในรายวิชาปฏิบัติการเคมี ผลการวิจัยเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่าผู้เรียนให้ความสนใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายในรายวิชาปฏิบัติการเคมี และนอกจากนี้ผู้เรียนยังมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงความรู้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรสร้างสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงออกทางความคิด การเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีช่วยเสริมสร้างประสบการณ์และสร้างความเข้าใจเชิงประจักษ์ในวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียน

Adebayo and Olufunke (2015) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้การสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบาย เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น มีการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการสอนแบบ

ทำนาย สังเกต และอธิบาย เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง ทำการศึกษาวิจัยในโรงเรียนประถมศึกษา 3 แห่ง ในไนจีเรีย ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างแต่ละโรงเรียนมีจำนวนนักเรียน 25-35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบ PBSPST ใช้ทดสอบความรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลจากการวิจัยพบว่าหลังจากได้รับการเรียนแบบทำนาย สังเกต และอธิบาย มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าก่อนเรียนพบว่า การสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบาย เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ ช่วยส่งเสริมผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Marks (2014) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสาธารณรัฐมอลตา เพราะผู้เรียนส่วนใหญ่มักจะเกิดปัญหาในการเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้าทั้งในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวคิดใน เรื่อง วงจรไฟฟ้าโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย โดยศึกษาเปรียบเทียบก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่าผู้เรียนสามารถอธิบายตามหลักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าได้ ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องใส่ใจในการสอน เลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ

ACAR (2016) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทำนาย สังเกต และอธิบาย ในรายวิชาปฏิบัติการเคมี เพื่อศึกษาความเข้าใจและทัศนคติของครูประถมศึกษา ในเรื่อง สารผสม การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี และกรดเบส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นครูประถมศึกษา มีกลุ่มทดลอง 26 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การ สังเกต และอธิบาย กลุ่มควบคุมใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ทำการศึกษาก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทำนาย สังเกต และอธิบายมีคะแนนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังมีทัศนคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้โดยการใช้การทำนาย สังเกต และอธิบาย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ในระดับมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความ

สนใจที่จะนำรูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) มาใช้ในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ และนำไปใช้ในในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัด ปทุมธานี เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีการเก็บข้อมูลก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ มีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 สำรวจบริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน

3.1.1 บริบทของโรงเรียน

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นสถานศึกษาประเภทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายแบบสหศึกษา โดยมีทั้งห้องเรียนปกติจำนวน 6 ห้องเรียน ห้องเรียน Mini English Program (MEP) จำนวน 2 ห้องเรียน และห้องเรียนส่งเสริมความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (Gifted) จำนวน 1 ห้องเรียน

3.1.2 บริบทของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในการศึกษา 2562 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัดปทุมธานี จำนวน 8 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 ห้อง จำนวนนักเรียนรวมทั้งหมด 344 คน

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่กำลังเรียนในปีการศึกษา 2562 โดยได้รับการคัดเลือกจากการสอบ

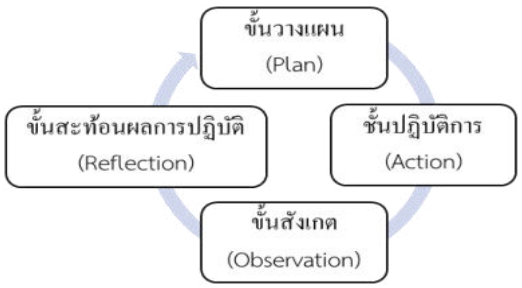
เข้าโดยใช้ข้อสอบของโรงเรียน จำนวนนักเรียนรวมทั้งหมด 50 คน โดยการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนเอง และเหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างเพราะกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับเกณฑ์ดี แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามได้แต่ยังไม่สามารถอธิบายหลักฐานและเหตุผลได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ทำให้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะแก่การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3.1.3 สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับเรียนวิชาเคมี ภายในห้องประกอบด้วย โปรเจคเตอร์ กระดานไวท์บอร์ด คอมพิวเตอร์ พัดลมติดเพดานจำนวน 6 ตัว แอร์ปรับอากาศจำนวน 3 ตัว หลอดไฟจำนวน 6 หลอด หน้าต่างจำนวน 4 บาน โต๊ะนักเรียนจำนวน 12 โต๊ะ โดยนักเรียนจะนั่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-7 คน เก้าอี้จำนวนเท่ากับจำนวนนักเรียน มีตารางธาตุติดผนังห้อง ข้างหลังห้องมีสื่อการจัดการเรียนรู้และชิ้นงานของนักเรียน

3.2 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart ประกอบไปด้วยกระบวนการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกตผล (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรที่เรียกว่า PAOR โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 3.1 วงจร PAOR
ที่มา: สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น. 43

3.2.1 ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

3.2.1.1 สำรวจสภาพการณ์ปัญหาที่เจอในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องมีการแก้ไขหรือพัฒนา

3.2.1.2 ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาเกี่ยวกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง รวมไปถึงผลการเรียนรู้ และหลักสูตรสถานศึกษาในรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

3.2.1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และรูปแบบหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะเลือกรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และนำมาใช้แก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี

3.2.1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และรูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) โดยนำมาใช้ในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ

3.2.1.5 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 7 แผน รวม 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

3.2.2 ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ (Action)

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี

3.2.3 ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation)

ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการสังเกตพร้อมจดบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทุกประเด็น โดยมีครูพี่เลี่ยงคอยช่วยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูผู้สอน ให้นักเรียนทำแบบประเมินการสอนของครู และผู้วิจัยทำแบบ

บันทึกหลังการสอนทันทีหลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.4 ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตระหว่างการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่ได้บันทึก มาทำการสะท้อนผลจากการจัดการเรียนรู้ โดยประเด็นที่ทำการสะท้อนผล ได้แก่ ผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไข เพื่อนำมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 7 แผน ใช้เวลา 16 คาบเรียน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ

3.3.2.1 แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู

3.3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู

3.3.2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลวิจัย

3.3.3.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 1 ชุด เป็นแบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ

3.4 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) การวิจัยเชิงปฏิบัติการ และการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3.4.1.2 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง รวมไปถึงผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ในรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

3.4.1.3 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี จากหนังสือเรียนและคู่มือครู

3.4.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 7 แผน 16 คาบเรียน ดังนี้

(1) แผนที่ 1 สภาวะสมดุล 3 คาบเรียน
(2) แผนที่ 2 การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล 3 คาบเรียน
(3) แผนที่ 3 ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี 2 คาบเรียน
(4) แผนที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) 2 คาบเรียน
(5) แผนที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) 2 คาบเรียน
(6) แผนที่ 6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) 2 คาบเรียน

(7) แผนที่ 7 สมดุลในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม 2 คาบเรียน

3.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของผลการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ระยะเวลา รวมทั้งแนะนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ

3.4.1.6 นำข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และครูพี่เลี้ยงมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ

3.4.2.1 แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้บันทึกข้อมูลเหตุการณ์จากการสังเกตระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและตัวอย่างเกี่ยวกับการสร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

(2) กำหนดหัวข้อที่จะสังเกต ตามรูปแบบการสอนทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ได้แก่ การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และแนวทางการแก้ไข

(3) สร้างแบบบันทึกหลังการสอน

(4) เสนอแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

(5) นำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่ตรวจสอบแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

(6) นำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งเพื่อตรวจสอบ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู

เป็นเครื่องมือในการบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สังเกตพฤติกรรมขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและตัวอย่างเกี่ยวกับแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู

(2) กำหนดหัวข้อที่จะสังเกตโดยใช้ตามรูปแบบการสอนทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

(3) สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู

(4) เสนอแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูที่สร้างขึ้น เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

(5) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูที่ตรวจสอบแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

(6) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนที่และพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งเพื่อตรวจสอบแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครู

เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้ตามวิธีการวัดแบบประเมิน Likert ‘Scale มีความคิดเห็นแบ่งออกเป็น 5 ระดับ เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ของครูโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง

สมดุลเคมี แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและสาระการเรียนรู้ ด้านการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านครูผู้สอน และด้านผู้เรียน (ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น.40-41)

5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

โดยมีผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและตัวอย่างเกี่ยวกับแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครู

(2) กำหนดคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ของครู

(3) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครู

(4) เสนอแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครูที่สร้างขึ้น เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

(5) นำแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครูที่ตรวจสอบแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

(6) นำแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครูที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลวิจัย

3.4.3.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษา ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

(2) ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู เนื้อหารายวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง สมดุลเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และตามหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

(3) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี จากการวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และเหตุผล (Reasoning)

(4) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์กำหนดเกณฑ์การประเมิน (Explanation Rubric) เพื่อตรวจสอบตามองค์ประกอบของคำอธิบาย ตามแบบ McNeil and Krajcik (2008 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 16)

(5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

(6) แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ที่ตรวจสอบแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

(7) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และหาความตรงเชิงเนื้อหาจากการหาค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index 0f Item Objective Congruence: IOC) โดยเลือกข้อคำถามของข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ (อาทิตยา คำมามุง, 2560, น. 35) ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

(8) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 7 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป โดยการทดสอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักเกณฑ์ในการออกข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

(2) ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู เนื้อหารายวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง สมดุลเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และตามหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

(3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

(4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

(5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่ตรวจสอบแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

(6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีเรื่อง สมดุลเคมี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และหาความตรงเชิงเนื้อหาจากการหาค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index 0f Item Objective Congruence: IOC) โดยเลือกข้อคำถามของข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ (อาทิตยา คำมามุง, 2560, น. 35)

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

(7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดปทุมธานี โดยนักเรียนได้เคยผ่านการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี มาแล้ว

(8) นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยทำการเลือกข้อสอบข้อที่มีค่าความอยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (อาทิตยา คำมามุง, 2560, น.35) โดยเลือกมาจำนวน 30 ข้อ

(9) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (1937 อ้างถึงใน ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น.43)

(10) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะทดสอบก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และหลังดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

3.5 วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรมข้อมูลดังนี้

3.5.1 ปฐมนิเทศ แนะนำเกี่ยวกับบทบาท หน้าที่ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ข้อตกลงเบื้องต้นรวมไปถึงการชี้แจงการทำวิจัยของผู้วิจัยแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.5.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

3.5.3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมีจำนวน 7 แผน โดยใช้เวลาทั้งหมด 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที และผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลระหว่างการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือสะท้อนผลปฏิบัติการ ประกอบด้วย แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อบกพร่องเพื่อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3.5.4 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี หลังจากที่สิ้นสุดกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.5.5 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ หลังจากที่สิ้นสุดการสอนแล้ว

3.5.6 คำนวณคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี และแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อที่จะตรวจสอบสมมติฐานของการวิจัย

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, น. 63)

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

เมื่อ $\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, น. 74)

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

เมื่อ S หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 ค่าดัชนีความเที่ยงตรง (Validity) ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence, IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (อนุวัติ คูณแก้ว, 2559, น. 142-143)

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty: P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.84)

$$P = \frac{Ru+Rl}{N}$$

เมื่อ P หมายถึง ค่าความยากง่าย

Ru หมายถึง จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

Rl หมายถึง จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.84)

$$r = \frac{Ru-Rl}{N/2}$$

เมื่อ r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

Ru หมายถึง จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

Rl หมายถึง จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3.6.2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์, 2545, น. 148-149)

$$r_{KR\text{-}20} = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ $r_{KR\text{-}20}$ หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k หมายถึง จำนวนข้อสอบ

p หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1-p

s^2 หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวัดผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) โดยใช้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น เรียกว่า Normalized gain <g> จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) (Richard, 1998 อ้างถึงใน นราภรณ์ นาคพันธ์, 2560, น. 14)

<g> = (% Post-test) - (% Pre-test) / (100%) - (%Pre-test)

โดยที่ <g> คือ ค่า Normalized gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซนต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซนต์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

การประเมินสามารถแบ่งระดับค่า Normalized Gain ออกเป็น 3 ระดับ คือ

High gain หมายถึง ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้ $\langle g \rangle \geq 0.7$

Medium gain หมายถึง ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้ $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$

Low gain หมายถึง ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้ $0.3 > \langle g \rangle \geq 0.0$

3.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ซึ่งข้อมูลเชิงคุณภาพมาจากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สภาวะสมดุล ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 คาบเรียน รวมเวลาทั้งหมด 150 นาที ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แรก ผู้วิจัยจึงได้วางแผนปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย บอกถึงบทบาท และขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) และให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ ซึ่งเป็นโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะสมดุล และใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ และผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล โดยออกแบบสถานการณ์ให้นักเรียนได้ร่วมกันทำนาย สังเกต และอธิบาย โดยออกแบบสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Acting) ผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล โดยแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยง และ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง

วิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ หลังจบกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล เพื่อวิเคราะห์การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลการปฏิบัติเป็นดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนผู้วิจัยได้ทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ที่นักเรียนได้เรียนในบทเรียนก่อนหน้าว่ามีความเชื่อมโยงกับบทเรียนในเรื่องสภาวะสมดุล เนื่องจากในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยานักเรียนได้เรียนรู้ว่าปฏิกิริยาจะดำเนินจากซ้ายไปขวา กล่าวคือสารตั้งต้นจะเกิดไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ และผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างปฏิกิริยาการเผาโซเดียมคาร์บอเนตหรือหินปูนกับกรดไฮโดรคลอริกหรือกรดเกลือ ซึ่งนักเรียนเคยเห็นในวิดิโอ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา เป็นการทบทวนให้นักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนพบว่า นักเรียนเกือบทุกคนในห้อง สามารถตอบคำถามว่าเป็นสารตั้งต้นและสารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์ จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนดูกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์กับเวลา และใช้คำถามว่าในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเราศึกษาในช่วงใดของกราฟ และนักเรียนคิดว่าในเรื่องสมดุลเคมีเราจะศึกษาปฏิกิริยาในช่วงใดของกราฟ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้ว่าการศึกษาปฏิกิริยาเคมีในช่วงที่เกิดสมดุลเคมีจะศึกษาในช่วงที่กราฟมีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คงที่ จากนั้นผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การเผากระดาษ การเกิดสนิมเหล็ก การเกิดหินงอกหินย้อย และขวดน้ำที่มีฝาปิดไว้ ผู้วิจัยถามนักเรียนว่าปรากฏการณ์ใดที่เกิดการผันกลับได้และปรากฏการณ์ใดที่เกิดการผันกลับไม่ได้ พบว่านักเรียนตอบปรากฏการณ์ที่ผันกลับไม่ได้ คือ การเผากระดาษ การเกิดสนิมเหล็ก และการเกิดหินงอกหินย้อย ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องมีเพียงการเผากระดาษและการเกิดสนิมเหล็ก ส่วนการเกิดหินงอกหินย้อยไม่สามารถผันกลับได้ เมื่อผู้วิจัยเฉลย นักเรียนส่วนใหญ่ในห้องเรียนทำหน้าสงสัยและตั้งคำถามว่าเพราะเหตุใด ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนไปหาคำตอบเองโดยใช้อินเทอร์เน็ตและมาอธิบายให้ครูและเพื่อน ๆ ฟังในคาบเรียนถัดไป เพื่อให้นักเรียนได้ลองค้นคว้าความรู้เองก่อน แล้วครูจะเป็นผู้สรุปองค์ความรู้ให้

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นทำนาย (Predict) ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ 3 สถานการณ์ ประกอบด้วย สถานการณ์ที่ 1 มีรูปแก้วน้ำ 2 ใบ แก้วแรกเปิดฝาทิ้งไว้ และแก้วที่สองปิดฝา ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายว่า เมื่อเวลาผ่านไป จะเกิดอะไรขึ้น โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันทำนายและออกมาเสนอคำ

ทำนายของกลุ่มตนเองให้เพื่อนๆฟัง จากสถานการณ์ที่ 1 พบว่านักเรียนทุกกลุ่มเสนอคำทำนายคล้ายกัน คือ เมื่อเวลาผ่านไประดับน้ำในแก้วแรกจะลดลง เนื่องจากเกิดการระเหยกลายเป็นไอ และระเหยออกไป และระดับน้ำในแก้วที่สองจะเท่าเดิมเนื่องจากปิดฝาไว้ จากการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถามพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีสีหน้าที่ไม่กังวลในการเสนอคำทำนาย และมีความมั่นใจว่าคำทำนายของกลุ่มตนเองถูกต้อง เป็นเพราะว่าสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างเป็นสิ่งที่นักเรียนเคยพบมีประสบการณ์และพบเจอในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยได้นำถังน้ำ 2 ถังที่มีระดับน้ำเท่ากันและติดป้ายในถังแรกว่า “Reactant” และ ป้ายที่สองติดว่า “Product” ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายว่าหากตักน้ำในถังสองฝั่งและเทใส่ถังสลับฝั่งกัน ระดับน้ำจะเป็นอย่างไร โดยในการตักน้ำแต่ละครั้งจะต้องตักด้วยปริมาตรน้ำที่เท่ากัน และผู้วิจัยใช้คำถามว่าสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องอย่างไรกับป้ายที่ติดที่แต่ละถัง จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในสถานการณ์ที่ 2 พบว่า นักเรียนแทบทุกกลุ่มตอบคล้ายกันว่าระดับน้ำเท่ากัน และแต่ละกลุ่มทำนายต่อว่าเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้คือสารตั้งต้น (Reactant) เกิดไปเป็นผลิตภัณฑ์ (Product) และสารผลิตภัณฑ์ย้อนกลับไปเป็นสารตั้งต้น และสถานการณ์ที่ 3 ผู้วิจัยแสดงแกน X และแกน Y ของกราฟความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารกับเวลา เพื่อให้นักเรียนร่วมกันทำนายว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลเป็นอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนวาดกราฟความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ จากสถานการณ์ที่ 3 พบว่านักเรียนบางกลุ่มสามารถทำนายได้ถูกต้องแต่บางกลุ่มก็ยังวาดกราฟไม่ถูกต้อง

ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยให้นักเรียนได้สังเกตสถานการณ์ที่ 1 จากวิดิโอที่มีแก้วน้ำ 2 ใบ แก้วแรกเปิดฝาทิ้งไว้ และแก้วที่สองปิดฝา ตั้งทิ้งไว้หลายวัน จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเมื่อได้ดูวิดิโอนักเรียนพูดในกลุ่มตัวเองว่าเป็นเหมือนที่ทำนายไว้ และสถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยให้นักเรียนลองตักน้ำจากถังสองถังสลับฝั่งกัน เพื่อดูว่าระดับน้ำเป็นอย่างไร พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งใจทำกิจกรรมและลุ้นในกลุ่มตนเองว่าจะเหมือนกับที่ทำนายไว้หรือไม่ เมื่อได้สังเกตแล้วนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าเหมือนกับที่ทำนายไว้ คือ ระดับน้ำสองถังเท่ากัน แต่บางกลุ่มตอบว่าไม่เท่ากันเพราะน้ำหกออกจากถังก่อน และสถานการณ์ที่ 3 ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์กับเวลา พบว่านักเรียนที่เขียนกราฟเหมือนกับสิ่งที่ทำนายไว้ส่งเสียงดีใจ และบางกลุ่มที่ทำนายไม่เหมือนทำสีหน้าสงสัยและถามเพื่อนในกลุ่มว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เหมือนกับที่ทำนายไว้ มีการอภิปรายหาคำตอบร่วมกันภายในกลุ่มของตนเอง

ขั้นอธิบาย (Explain) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้กับสิ่งที่ได้ทำนายไว้ตอนแรกว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียน โดยการอธิบายนักเรียนต้องนำความรู้หรือทฤษฎีที่เคยเรียนมาใช้แสดงเหตุผล จากการสังเกตพฤติกรรมพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือและมีความตั้งใจนำเสนอคำอธิบายของกลุ่มตนเอง ในสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนอธิบายว่าน้ำในแก้วที่ปิดฝามีระดับน้ำเท่าเดิมเพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ กล่าวคือน้ำในสถานะของเหลวระเหยกลายเป็นไอไปเกาะที่ฝาปิดและควบแน่นกลับมาเป็นน้ำในสถานะของเหลว สรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ต้องเกิดในระบบปิด สถานการณ์ที่ 2 นักเรียนอธิบายว่าการที่ตักน้ำสองฝั่งสลับกันแล้วระดับน้ำเท่ากันเพราะตักด้วยปริมาตรที่เท่ากัน สถานการณ์นี้หมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้โดยสารตั้งต้นเกิดไปเป็นผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ย้อนกลับไปเกิดเป็นสารตังต้น และในสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนอธิบายกราฟความสัมพันธ์ว่าเมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะลดลงและความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มข้นจนระบบเริ่มเข้าสู่สภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะคงที่ เพราะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

ขั้นสรุป ผู้วิจัยอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับสภาวะสมดุล และให้นักเรียนเล่นเกมส์ Kahoot เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ จากการสังเกตพฤติกรรมพบว่านักเรียนดูสนุกสนานเมื่อได้เล่นเกมส์ และมีการแข่งขันกัน จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เรื่อง สภาวะสมดุล เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการร่วมทำกิจกรรมของนักเรียน รวมถึงการทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียน นอกจากนี้ครูพี่เลี้ยงจะคอยสังเกตพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัย ขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflecting) ผู้วิจัยนำบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและการสอนของครู มาสะท้อนผลปฏิบัติการ พบว่านักเรียนมีความสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม มีการระดมความคิดช่วยกันภายในกลุ่มรวมไปถึงการแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนกันเพื่อทำนาย สังเกต และอธิบายสถานการณ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสามารถสรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อจะนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ต่อไป ดังตาราง

ตารางที่ 4.1 สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	แนวทางแก้ไข
1) ขั้นทำนายในสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนเกิดความสงสัยและถามผู้วิจัยว่าแก้วน้ำปิดฝาสนิทหรือไม่ และในสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนสงสัยว่าต้องตักน้ำสลับฝั่งอย่างไร	1) ครูต้องนำรูปแก้วน้ำที่ปิดฝาสนิทที่ชัดเจนและระบุในรูปภาพว่าแก้วน้ำปิดฝาสนิท และการจัดกิจกรรมที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ ครูต้องอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการทำกิจกรรมให้ชัดเจน หรือมีการสาธิตวิธีการทำให้นักเรียนดู เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง
2) นักเรียนที่ตอบคำถามส่วนใหญ่จะเป็นคนเดิมที่เคยตอบคำถามแล้ว	2) ครูควรใช้วิธีการสุ่มถามนักเรียนคนอื่น ๆ ที่ไม่เคยตอบคำถาม อาจจะให้คะแนนเป็นกลุ่มเมื่อให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม
3) นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ช่วยเพื่อนทำงานกลุ่ม แอบเล่นโทรศัพท์มือถือในขณะที่เพื่อนทำงาน	3) ครูควรตั้งกฎกติกา ในการทำงานกลุ่มหากสมาชิกในกลุ่มไม่ทำงานจะมีการหักคะแนนความร่วมมือในการทำงานของกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงการช่วยเพื่อนทำงานมากขึ้น
4) นักเรียนบางกลุ่มทำกิจกรรมที่ครูมอบหมายไม่ทันตามเวลา	4) ครูควรควบคุมเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น และให้นำแบบฝึกหัดกลับไปทำเป็นการบ้าน เพื่อเป็นการทบทวน

4.1.2 ผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่ สมดุล ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 คาบเรียน รวมเวลาทั้งหมด 150 นาที ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำตารางผลการทดลองที่แสดงถึงความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ที่สภาวะเริ่มต้นและที่สภาวะสมดุล โดยให้ผู้เรียนเชื่อมโยง

ความสัมพันธ์ของค่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์กับค่าคงที่สมดุล ทำให้นักเรียนได้รู้ที่มาของสูตรการคำนวณค่าคงที่สมดุล และก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าคงที่สมดุลจำนวน 1 ข้อ

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Acting) ผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยง โดยกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจถึงที่มาของสูตรการคำนวณค่าคงที่สมดุล โดยผู้วิจัยได้นำสถานการณ์จากการทำการทดลองจริงของนักวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้ทำนาย สังเกต และอธิบาย (POE) และเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ เป็นโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าคงที่สมดุล เพื่อวิเคราะห์การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเปรียบเทียบกับก่อนเรียนและเปรียบเทียบกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งผลการปฏิบัติเป็นดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยทบทวนสิ่งที่เรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เกี่ยวกับปฏิกิริยาที่ผันกลับได้และการเกิดสภาวะสมดุล โดยให้นักเรียนดูวิดิโอการ์ตูนแอนนิเมชัน และแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา และใช้คำถามถามนักเรียนว่าช่วงใดของกราฟเป็นช่วงที่เข้าสู่สภาวะสมดุล จากการถามความรู้เดิมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้อง สามารถอธิบายได้ว่าที่สภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะคงที่ ลักษณะกราฟที่ได้จะขนานกับแกนนอนที่แสดงถึงเวลา แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนตอบว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ต้องเท่ากัน ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมว่าเมื่อระบบเข้าสาสภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์อาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ แต่ความเข้มข้นต้องคงที่ ทำให้กราฟที่เข้าสู่สภาวะสมดุลมีหลายแบบ และผู้วิจัยใช้คำถามทบทวนนักเรียนต่อว่าที่สภาวะสมดุลอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าสัมพันธ์กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับอย่างไร นักเรียนตอบเป็นเสียงเดียวกันว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ จากนั้นผู้วิจัยสุ่มตัวแทนกลุ่มออกมาวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์กับเวลาเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะสมดุล พบว่านักเรียนสามารถวาดกราฟได้ถูกต้อง

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นทำนาย (Predict) ผู้วิจัยได้ให้สถานการณ์จากการทำการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาความเข้มข้นของสารที่เริ่มต้นและที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ ที่ 485 °C และข้อมูลจากการทดลองเป็นดังตาราง

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจากการทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน

การทดลองที่	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mol/dm^3)			ความเข้มข้นที่สมดุล (mol/dm^3)			$\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ ที่สมดุล รูปแบบที่ 1	$\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ ที่สมดุล รูปแบบที่ 2
	$[H_2]$	$[I_2]$	[HI]	$[H_2]$	$[I_2]$	[HI]		
1	2.000	2.000	0	0.442	0.442	3.116		
2	0	0	2.000	0.221	0.221	1.560		
3	0	0.010	0.350	0.035	0.045	0.280		

จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายว่าค่าผลหารของความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นโดยใช้รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ต้องนำความเข้มข้นที่เริ่มต้นหรือที่สมดุลมาคำนวณ และผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างกันแตกต่างกันอย่างไร จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่มมาเสนอคำทำนายของกลุ่มตนเอง จากการดำเนินกิจกรรมพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีความตั้งใจดูข้อมูลจากการทดลองในตารางพร้อมกับตอบคำถามว่าในการคำนวณต้องนำความเข้มข้นที่สภาวะสมดุลมาคำนวณนักเรียนทำนายว่าทั้ง 3 การทดลองมีผลลัพธ์ของรูปแบบที่ 2 มีค่ามากกว่ารูปแบบที่ 1 นอกจากนี้ยังมีบางกลุ่มทำนายว่าทั้ง 3 การทดลองมีผลลัพธ์ไม่เท่ากัน ครูตั้งคำถามว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าทั้ง 3 การทดลองมีผลลัพธ์ของรูปแบบที่ 2 มีค่ามากกว่ารูปแบบที่ 1 นักเรียนตอบว่าค่ายกกำลังต้องมีค่ามากกว่าอยู่แล้ว จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบจากประสบการณ์เดิมของตนเองจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามว่าค่าผลลัพธ์ของรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 1 จากการทดลองทั้ง 3 การทดลองมีค่าเท่ากันในคอลัมน์เดียวกันหรือไม่อย่างไร นักเรียนทุกกลุ่มตอบว่าทั้งสองคอลัมน์มีค่าผลลัพธ์ไม่เท่ากัน

ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มระดมความคิดช่วยกันคำนวณค่าผลหารของความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นโดยใช้รูปแบบที่ 1 คือ รูปแบบที่ 1

และรูปแบบที่ 2 แล้วร่วมกันสังเกตว่าค่าที่ได้จากทั้งสองรูปแบบมีความแตกต่างกันอย่างไร จะได้คำตอบดังตาราง

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลที่คำนวณจากการทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน

การทดลองที่	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mol/dm^3)			ความเข้มข้นที่สมดุล (mol/dm^3)			$\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ ที่สมดุล รูปแบบที่ 1	$\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ ที่สมดุล รูปแบบที่ 2
	$[H_2]$	$[I_2]$	[HI]	$[H_2]$	$[I_2]$	[HI]		
1	2.000	2.000	0	0.442	0.442	3.116	16.0	49.7
2	0	0	2.000	0.221	0.221	1.560	31.9	49.8
3	0	0.010	0.350	0.035	0.045	0.280	178	49.8

จากการดำเนินกิจกรรมในขั้นสังเกตพบว่า นักเรียนมีการระดมความคิดช่วยกันคำนวณค่าโดยการแทนค่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์เพื่อหาค่าในช่องว่าง และมีการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเองหลังจากที่มีการหาค่าแล้ว นักเรียนตั้งข้อสงสัยว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์ของรูปแบบที่ 2 ที่สมดุล จึงมีค่าประมาณแล้วเท่ากันทั้ง 3 การทดลอง กล่าวคือมีค่าประมาณ 49.7-49.8

ขั้นอธิบาย (Explain) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายถึงค่าผลหารที่คำนวณได้ในแต่ละการทดลองเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์หารด้วยความเข้มข้นของสารตั้งต้นทั้งสองรูปแบบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรกับสิ่งที่ทำนายไว้ในตอนแรก จากการดำเนินกิจกรรมในขั้นอธิบายพบว่านักเรียนทุกกลุ่มที่ออกมานำเสนอว่าค่าผลลัพธ์ของรูปแบบที่ 2 ที่สมดุล มีค่าเท่ากันทั้ง 3 การทดลอง ผู้วิจัยจึงใช้คำถามต่อว่านักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ค่าที่คำนวณได้จึงเท่ากัน นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าเป็นผลมาจากการยกกำลังสองที่ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ และเลขยกกำลังสองนั้นคือค่าสัมประสิทธิ์จากสมการเคมี จากนั้นผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมว่าค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการนำความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์หารความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังเลขสัมประสิทธิ์เรียกว่าการหา “ค่าคงที่สมดุล” จะสังเกตได้จากค่าที่คำนวณแล้วมีค่าเท่ากัน หลังจากที่ผู้วิจัยอธิบายแล้วพบว่านักเรียนพยักหน้าตอบรับว่าเข้าใจและสามารถทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับโจทย์การหาค่าคงที่สมดุลได้

ขั้นสรุป

ผู้วิจัยร่วมสรุปกับนักเรียนว่าเราเรียกค่าคงที่นั้นว่า ค่าคงที่สมดุล (Equilibrium Constant ; K_{eq}) และสภาวะสมดุลที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาที่สารมีวัฏภาคต่างกันตั้งแต่ 2 วัฏภาคขึ้นไป เรียกว่า “สมดุลวิวิธพันธ์ (Heterogeneous Equilibrium)” (ปฏิกิริยาเนื้อผสม) ความเข้มข้นของของแข็ง (Solid) และของเหลวบริสุทธิ์ (Liquid) ในปฏิกิริยาสมดุลมีค่าคงที่ ดังนั้นจึงไม่แทนค่าความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์ในสมการค่าคงที่สมดุล จากการดำเนินกิจกรรมในขั้นสรุปพบว่ามีนักเรียนสามารถทำโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าคงที่สมดุลของสมดุลวิวิธพันธ์ได้ แต่ก็ยังมีนักเรียนบางคนเกิดความสงสัยและยกมือถามผู้วิจัยว่าเพราะเหตุใดจึงไม่แทนค่าความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์ในสมการค่าคงที่สมดุล ผู้วิจัยจึงตอบว่าเนื่องจากของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์มีความเข้มข้นที่คงที่จึงไม่นำมาคิดค่าคงที่สมดุล

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการร่วมทำกิจกรรมของนักเรียน รวมถึงการทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียน นอกจากนี้ครูพี่เลี้ยงจะคอยสังเกตพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัย ขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflecting) ผู้วิจัยนำแบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและการสอนของครูมาสะท้อนผลปฏิบัติการ พบว่านักเรียนเข้าใจกระบวนการคำนวณหาค่าคงที่สมดุล จากการที่นักเรียนได้ทำนาย สังเกต และอธิบาย รวมไปถึงจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน ทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ในการหาค่าคงที่สมดุลด้วยตนเอง และสามารถคำนวณค่าได้อย่างถูกต้อง นักเรียนมีความกล้าที่จะยกมือถามผู้วิจัยเมื่อเกิดความสงสัยหรือไม่เข้าใจ และจากการที่ผู้วิจัยพบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มาปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ได้แก่ ผู้วิจัยใช้คำถามที่ให้นักเรียนทำนายได้ชัดเจนมากขึ้น และมีการตั้งคำถามกับนักเรียนคนอื่น ๆ ที่ไม่เคยตอบคำถาม และนอกจากนี้แล้วเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัยผู้วิจัยจะใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิดเองให้ได้ก่อน แล้วผู้วิจัยจะเป็นผู้สรุปให้ ผู้วิจัยให้คะแนนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มโดยแจกดาว พบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม และเกิดความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น ผู้วิจัยวางแผนเวลาที่ใช้ในการดำเนกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดีและทันตามเวลา นอกจากนี้ผู้วิจัยยัง

สามารถสรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อจะนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ต่อไป ดังตาราง

ตารางที่ 4.4 สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	แนวทางแก้ไข
1) ขั้นทำนาย นักเรียนบางกลุ่มยังเกิดความกังวลไม่กล้าเขียนคำทำนายเพราะกลัวคำตอบจะผิด	1) ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าการทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบ ไม่จำเป็นว่าคำตอบนั้นต้องถูกต้องเสมอไปเพราะคำตอบอาจผิดได้เพราะเป็นเพียงการคาดเดาเท่านั้น
2) ขั้นอธิบาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคำอธิบายที่สั้นเกินไป ไม่อธิบายให้ละเอียดหรือชัดเจน	2) เมื่อนักเรียนอธิบายสั้นเกินไปหรืออธิบายไม่ละเอียดชัดเจน ครูควรใช้คำถามเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้อธิบายมากขึ้น

4.1.3 ผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 คาบเรียน รวมเวลาทั้งหมด 150 นาที ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์จากการให้สมการเคมีและค่าคงที่สมดุล โดยสมการเคมีจะมีสมบัติการกระทำกับสมการเคมี คือ รวมสมการ กลับสมการ และคูณสมการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำนายวิธีการกระทำกับสมการเคมีเพื่อให้ได้คำตอบเป็นค่าคงที่ที่กำหนดให้ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตจากการทำการคำนวณตามการกระทำกับสมการเคมี และให้นักเรียนอธิบายหลักการคำนวณค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง คือการทำนาย สังเกต และอธิบาย เป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ก่อนที่ผู้วิจัยจะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าคงที่กับสมการเคมีจำนวน 1 ข้อ

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Acting) ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยง ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์โดยให้สมการเคมีมา 3 สมการ พร้อมบอกค่าคงที่สมดุลของแต่ละสมการ และบอกสมการที่ผ่านการรวมสมการ กลับสมการ และคูณสมการ พร้อมบอกค่าคงที่สมดุลที่คำนวณแล้ว จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) และเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าคงที่กับสมการเคมีจำนวน 1 ข้อ เพื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียนและเปรียบเทียบกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ซึ่งผลปฏิบัติการเป็นดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน โดยให้ปรับเปลี่ยนสมาชิกในกลุ่มของตนเอง จากนั้นผู้วิจัยทบทวนการหาค่าคงที่สมดุลจากผลหารความเข้มข้นสารผลิตภัณฑ์กับความเข้มข้นสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ จากการทบทวนพบว่านักเรียนพยักหน้าและตอบคำถามจากความรู้เดิมได้ จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าถ้าสมการเคมีมีการเปลี่ยนแปลง เช่น กลับข้างสมการเคมี การเปลี่ยนเลขสัมประสิทธิ์ด้วยการคูณสมการเคมี การร่วมสมการเคมีของปฏิกิริยามากกว่า 1 ปฏิกิริยาจะส่งผลต่อค่าคงที่สมดุลหรือไม่ จากการใช้คำถามดังกล่าวพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าจะส่งผลต่อค่าคงที่สมดุล คือทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนไปจากค่าเดิม แต่ก็ยังมีนักเรียนบางคนเงียบและทำสีหน้าสงสัยกับสิ่งที่ผู้วิจัยถาม

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นทำนาย (Predict) ผู้วิจัยกำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาดังต่อไปนี้ และกำหนด 3 สถานการณ์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายจากสถานการณ์ที่กำหนด แล้วนำเสนอคำทำนายที่กลุ่มตนเองได้ทำนายไว้ ซึ่งผู้วิจัยใช้คำถามในการถามนักเรียนว่าจากสมการในสถานการณ์ต่อไปนี้ เมื่อเทียบกับสมการทั้งสามสมการที่กำหนด ให้นักเรียนทำนายว่าสมการเคมีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนไป

$Cl_2(g) \rightleftharpoons 2Cl(g)$…… (1) : $K_1 = 6.40 \times 10^{-39}$

$Cl_2(g) + 2NO(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)$…….. (2) : $K_2 = 3.70 \times 10^{-8}$

$Cl_2(g) + 2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$…….. (3) : $K_3 = 1.80$

สถานการณ์ที่ 1 $2Cl(g) \rightleftharpoons Cl_2(g)$ มีค่า K เท่ากับ 1.56×10^{38}

สถานการณ์ที่ 2 $2Cl_2(g) + 4NO(g) \rightleftharpoons 4NOCl(g)$ มีค่า K เท่ากับ 1.37×10^{-15}

สถานการณ์ที่ 3 $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2Cl(g) + 2NO(g)$ มีค่า K เท่ากับ 1.73×10^{-31}

จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นทำนาย พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดและสร้างคำทำนายจากสมการในสถานการณ์ที่ 1 , 2 และ 3 มีการร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม โดยมีการเสนอคำทำนายว่าจากสมการเคมีในสถานการณ์ที่ 1 เกิดจากการกลับสมการที่ 1 สมการเคมีในสถานการณ์ที่ 2 เกิดจากการคูณสมการด้วยเลข 2 และสมการเคมีในสถานการณ์ที่ 3 เกิดจากการกลับสมการที่ 2 แล้วรวมกับสมการที่ 1 นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่านักเรียนเคยเรียนการกระทำสมการจากการเรียน เรื่อง สมการเคมีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาแล้วแต่ยังไม่แน่ใจว่าจะส่งผลต่อค่า K ที่เปลี่ยนไปอย่างไร

ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีการคำนวณอย่างละเอียดเพื่อหาค่า K จากทั้ง 3 สถานการณ์ ในขั้นตอนนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยกันระดมความคิดเพื่อคำนวณค่าออกมาเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า K ที่ครูกำหนด และเปรียบเทียบกระบวนการคิดจากสิ่งที่ได้ทำนายไว้ในตอนแรก จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสังเกตพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคำนวณค่า K เพื่อให้ตรงกับแต่ละสถานการณ์ บางกลุ่มได้ค่าไม่ตรงกับค่าที่โจทย์ต้องการทำให้สมาชิกในกลุ่มยกมือขอเวลาในการคำนวณเพิ่ม ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ขั้นสังเกตเป็นขั้นที่ต้องให้เวลานักเรียนในการคิดและคำนวณ

ขั้นอธิบาย (Explain) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอธิบาย โดยสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์วิธีการคำนวณค่า K อย่างละเอียด จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นอธิบายพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายโดยการแสดงวิธีการคำนวณพร้อมกับอธิบายให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ฟัง ซึ่งตัวอย่างการอธิบายเป็นดังนี้ จากสถานการณ์ที่ 1 $2Cl(g) \rightleftharpoons Cl_2(g)$ มีค่า K เท่ากับ 1.56×10^{38}

จากสมการที่ 1 $Cl_2(g) \rightleftharpoons 2Cl(g)$…… (1): $K_1 = 6.40 \times 10^{-39}$

กลับสมการจะได้ $2Cl(g) \rightleftharpoons Cl_2(g)$

วิธีคำนวณค่า $K = \frac{1}{K_1} = \frac{1}{6.40 \times 10^{-39}} = 1.56 \times 10^{38}$

ขั้นสรุป

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า ถ้ามีการกระทำสมการ คือ 1) กลับข้างสมการ ค่าคงที่สมดุลใหม่จะเป็นส่วนกลับของค่าคงที่สมดุลเดิม 2) เมื่อมีการคูณเลขสัมประสิทธิ์ในสมการด้วย n ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมี จะมีค่าเท่ากับค่าคงที่สมดุลเดิมยกกำลัง n และ 3) ค่าคงที่ของปฏิกิริยารวมที่เกิดจากปฏิกิริยาหลายขั้นตอน มีค่าเท่ากับผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่นำมารวมกัน จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอน จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสรุป พบว่านักเรียนเกิดความเข้าใจกระบวนการคิดคำนวณค่าคงที่สมดุลและสามารถทำโจทย์ได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการร่วมทำกิจกรรมของนักเรียน รวมถึงการทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียน นอกจากนี้ครูพี่เลี้ยงจะคอยสังเกตพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัยขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflecting) ผู้วิจัยนำแบบบันทึกหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูมาสะท้อนผลปฏิบัติการ พบว่านักเรียนเข้าใจกระบวนการกระทำสมการที่มีการกลับสมการเคมี คูณสมสมการเคมี และรวมสมการเคมี จากการตรวจแบบฝึกหัด พบว่านักเรียนต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์สมการเคมีเพื่อให้ได้สมการเคมีตามที่โจทย์ต้องการ และนักเรียนต้องใช้เวลาในการฝึกฝนทำโจทย์ จากการให้ทำกิจกรรมกลุ่มพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือกันในการทำงานกลุ่มเป็นอย่างดี นอกจากนี้ในการคำนวณค่าคงที่สมดุลนักเรียนต้องใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคำนวณค่า และจากการที่ผู้วิจัยพบปัญหาจากการจัดการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ได้แก่ ผู้วิจัยได้ชี้แจงกระบวนการจัดการเรียนรู้รูปแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) โดยผู้วิจัยชี้แจงว่าในขั้นทำนายนักเรียนไม่ต้องกังวลว่าคำทำนายนั้นจะถูกต้องหรือไม่เพราะเป็นเพียงการคาดเดา และคำทำนายนั้นจะถูกหรือผิดไม่ส่งผลต่อคะแนนของนักเรียน จากการแก้ไขปัญหาดังกล่าวพบว่านักเรียนกล้าเสนอคำทำนายมากขึ้น ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาในการอธิบายการทำโจทย์โดยยกตัวอย่างการตีโจทย์และการคำนวณให้ละเอียดมากขึ้น และมีตัวอย่างโจทย์มากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถตีโจทย์และทำโจทย์ได้อย่างถูกต้อง และการนำเสนอคำอธิบายผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการสร้าง

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องแสดงคำกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล พบว่านักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขการทำสไลด์ให้ตัวหนังสือใหญ่ขึ้น รวมไปถึงเขียนอธิบายโจทย์บนกระดานอีกครั้ง พบว่านักเรียนเข้าใจกระบวนการคิดและทำโจทย์ได้ถูกต้อง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสามารถสรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อจะนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ต่อไป ดังตาราง

ตารางที่ 4.5 สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 4 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	แนวทางแก้ไข
1) เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนนำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียนกลับไปทำเป็นการบ้านพบว่า นักเรียนเกิดความเครียดเมื่อทำโจทย์ไม่ได้ อันเนื่องมาจากกลัวทำโจทย์แล้วทำผิดจะถูกหักคะแนนการส่งงาน	1) ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าการส่งการบ้าน นักเรียนไม่ต้องกังวลจะทำโจทย์ถูกหรือผิด เพราะผู้วิจัยให้คะแนนเป็นคะแนนการส่งงานตรงเวลาและทำการบ้านมาส่ง และเมื่อถึงเวลาเรียนผู้วิจัยควรเฉลยโจทย์ที่ให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น
2) นักเรียนบางคนยังสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย คำกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	2) ผู้วิจัยควรอธิบายขั้นตอนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนมากขึ้น โดยใช้ตัวอย่างโจทย์และยกตัวอย่างขั้นตอนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น

4.1.4 ผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 4 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น)

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 2 คาบเรียน รวมเวลาทั้งหมด 100 นาที ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ โดยให้นักเรียนทำการทดลองศึกษาผลของความเข้มข้นต่อสมดุล โดยนำดอกอัญชันที่เป็นอินดิเคอร์ในชีวิตประจำมาสกัดเอาสีแล้วนำมาทดสอบโดยการเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

เป็นการรบกวนสมดุลโดยเติมกรดและเบส และให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำการทดลอง ซึ่งนักเรียนได้ลงมือทำการทดลองเอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการรบกวนสมดุล รวมไปถึงได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ผู้วิจัยต้องลองทำการทดลองก่อนที่จะให้นักเรียนทำการทดลอง เพื่อให้ผลการทดลองจะได้ไม่มีข้อผิดพลาด และก่อนที่ผู้วิจัยจะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบอัตนัยที่เกี่ยวข้อกับปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) ตามหลักการรบกวนสมดุลของเลอชาเตอลิเอ

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Acting) ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา และครูพี่เลี้ยง ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) จากการทำการทดลองเมื่อนำสีที่สกัดจากดอกอัญชันมาเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเท่ากันทุกหลอด จากนั้นศึกษาการรบกวนสมดุล โดยการเติมน้ำกลั่น สารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยก่อนทำการทดลองให้นักเรียนทำนายสีที่เกิดขึ้น สังเกตจากการทำการทดลอง และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นผ่านการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกับก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับแผนการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งผลปฏิบัติการเป็นดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวน ปฏิกิริยาที่สมดุล ยังคงมีปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นตลอดเวลาด้วยอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เท่ากัน ทำให้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คงที่ ซึ่งสมดุลอาจถูกรบกวนได้ด้วยปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้ปฏิกิริยามีการปรับเข้าสู่สมดุลใหม่ที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ต่างไปจากสมดุลเดิม ผู้วิจัยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่สามารถรบกวนสมดุลได้ พบว่านักเรียนให้คำตอบว่า ตวามเข้มข้น อุณหภูมิ และความดัน จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามว่านักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนความเข้มข้นส่งผลต่อสมดุลอย่างไร พบว่านักเรียนยังทำสีหน้าสงสัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เนื่องจากคำถามที่ผู้วิจัยใช้เป็นเนื้อหาที่กำลังจะเรียน ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยการทำการทดลอง เพื่อหาคำตอบการเปลี่ยนความเข้มข้นส่งผลต่อสมดุลอย่างไร พบว่านักเรียนตื่นเต้นและพร้อมที่จะทำการทดลอง

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นทำนาย (Predict) ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน และผู้วิจัยตั้งสถานการณ์ดังนี้ สารละลายในแต่ละหลอดประกอบด้วยน้ำอัญชัน HCl และน้ำ ได้สารละลายสีม่วงน้ำเงินแสดงว่าในสารละลายมีแอนโทไซยานินในรูปของ A (สีน้ำเงิน) อยู่ในสมดุลกับ AH^+ (สีแดง)

A (สีน้ำเงิน) $\rightleftharpoons$ AH^+ (สีแดง)

การเติม HCl ลงในหลอดที่ 2 เป็นการเพิ่ม H_3O^+ ซึ่งทำให้ได้สารละลายสีใด และการเติม NaOH ลงในหลอดที่ 3 เป็นการลด H_3O^+ (โดยทำปฏิกิริยากับ OH^- ที่เติมลงไป) ทำให้ได้สารละลายสีใด จากคำถามดังกล่าวผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดช่วยกันทำนาย จากการดำเนินกิจกรรมในขั้นทำนายพบว่านักเรียนทำนายว่าในหลอดทดลองที่ 2 เมื่อเติม HCl น้ำอัญชันจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วงแดง เพราะเคยทำน้ำอัญชันมะนาว ซึ่งมะนาวมีฤทธิ์เป็นกรดเหมือนกับ HCl และในหลอดทดลองที่ 2 เมื่อเติม NaOH น้ำอัญชันจะไม่เปลี่ยนสี

ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลอง เพื่อสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่าเหมือนหรือแตกต่างกับสิ่งที่ทำนายไว้ตอนแรก

กิจกรรมปฏิบัติการทดลองผลของความเข้มข้นของสารต่อสมดุล

จุดประสงค์การทดลอง

1) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่อสมดุล

2) อธิบายการเปลี่ยนแปลงสมดุล เมื่อมีการเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์

วัสดุ/อุปกรณ์ และสารเคมี

1) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.02 mol/L
2) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.02 mol/L
3) น้ำดอกอัญชัน
4) น้ำกลั่น
5) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 10 mL
6) หลอดทดลอง (Test tube)
7) หลอดหยด (Dropper)

วิธีการทดลอง

1) ใส่น้ำดอกอัญชันในหลอดทดลอง 3 หลอด หลอดละ 1.0 mL จากนั้นเติม HCl 0.02 mol/L หลอดละ 5 หยด
2) เติมสารละลายลงในหลอดทดลองในข้อที่ 1 ดังนี้
หลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่น 5 หยด ผสมให้เข้ากัน แล้วบันทึกสี
หลอดที่ 2 เติม HCl 0.02 mol/L 5 หยด ผสมให้เข้ากัน แล้วบันทึกสี
หลอดที่ 3 เติม NaOH 0.02 mol/L 5 หยด ผสมให้เข้ากันแล้วบันทึกสี
3) สังเกตสีของสารละลายทั้ง 3 หลอดอีกครั้ง เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที

จากการดำเนินกิจกรรมในขั้นสังเกตผ่านการทำการทดลอง พบว่านักเรียนสนใจและตั้งใจทำการทดลอง รวมไปถึงสังเกตและจดบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น คือสีที่เปลี่ยนไปลงในสมุดบันทึกผลการทดลอง และมีการถ่ายรูปสีของน้ำอัญชันที่เปลี่ยนไปเพื่อนำมาเป็นหลักฐานในการอธิบาย นอกจากนี้นักเรียนยังมีการแสดงความคิดว่าชอบการทำการทดลองมากกว่าการเรียนแบบบรรยาย โดยนักเรียนให้เหตุผลว่าชอบการเรียนแบบลงมือทำการทดลองเอง เพราะมีความตื่นเต้นจากการได้เห็นเองและอยากเรียนรู้มากขึ้น

ขั้นอธิบาย (Explain) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายสิ่งที่สังเกตได้จากการทำปฏิบัติการทดลอง จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นอธิบายพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากผลการ

ทดลองสีที่เปลี่ยนไปของน้ำอัญชัน โดยนำผลที่เกิดขึ้นมาเชื่อมโยงกับหลักการรบกวนสมดุลของเลอชาเตอลิเอ นักเรียนใช้สมการการเปลี่ยนสีของน้ำอัญชันมาใช้ในการอธิบาย

ขั้นสรุป

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง เมื่อมีการรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยา และสรุปผลการทดลองร่วมกัน จากนั้นผู้วิจัยจึงสรุปจากการทำการทดลองเป็นการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอที่กล่าวว่า “เมื่อระบบอยู่ในสภาวะสมดุลถูกรบกวนจะทำให้สภาวะสมดุลของระบบเสียไป ระบบจะปรับตัวในทิศทางที่ทำให้ปัจจัยที่รบกวนสภาวะสมดุลนั้นลดลงเหลือน้อยที่สุด แล้วระบบจะเข้าสู่สภาวะสมดุลใหม่” และผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น พบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียนได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการร่วมทำกิจกรรมของนักเรียน รวมถึงการทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียน นอกจากนี้ครูพี่เลี้ยงจะคอยสังเกตพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัยขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขันสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflecting) ผู้วิจัยนำแบบบันทึกหลังการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและการสอนของครูมาสะท้อนผลปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายการรบกวนสมดุล โดยการเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ และนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าที่สมดุลใหม่สาร จะมีความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง จากการตรวจแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียนพบว่านักเรียนสามารถอธิบายการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอได้ถูกต้องและละเอียด และจากการที่ผู้วิจัยพบปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มาปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขดังนี้ ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนเกี่ยวกับการส่งการบ้านว่านักเรียนไม่ต้องกังวลว่าการทำโจทย์จะต้องถูกต้องทั้งหมด เพราะการให้คะแนนไม่ได้ให้คะแนนจากการทำโจทย์ที่ต้องถูกต้องทุกข้อ แต่เป็นการให้คะแนนจากความรับผิดชอบการส่งการบ้านที่ตรงเวลา การทำโจทย์อาจจะมีถูกบ้างผิดบ้าง

แต่ในส่วนที่ผิดพลาดนักเรียนก็จะได้เข้าใจว่าผิดพลาดในส่วนใดและทำการแก้ไข ทำให้กระบวนการคิดโจทย์ในครั้งถัดไปจะได้ทำให้ถูกต้อง จากการที่ผู้วิจัยได้ชี้แจงพบว่านักเรียนคลายความกังวลและไม่กดดันเกี่ยวกับการส่งการบ้านในครั้งถัดไป และผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอน รวมไปถึงอธิบายองค์ประกอบของคำอธิบายอย่างละเอียด และยกตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัยแสดงวิธีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น พบว่านักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนตามองค์ประกอบของคำอธิบาย คือ คำกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสามารถสรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และแนวทางแก้ไขเพื่อจะนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป ดังตาราง

ตารางที่ 4.6 สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 5 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

ปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	แนวทางแก้ไข
1) การอธิบายขั้นตอนหรือวิธีการทดลอง ผู้วิจัยใช้ตัวหนังสือในการบรรยายมากเกินไปและใช้หลายสไลด์ ทำให้ในขณะที่นักเรียนทำการทดลองต้องกลับมาอ่านขั้นตอนการทดลองหลาย ๆ รอบ	1) ผู้วิจัยควรอธิบายขั้นตอนการทดลองโดยใช้ Flow Chart และรูปภาพ เพื่อแสดงขั้นตอนการทำการทดลอง โดยแสดงขั้นตอนทั้งหมดให้จบใน 1 สไลด์ เพราะการใช้ Flow Chart จะทำให้นักเรียนจำขั้นตอนการทดลองได้ง่ายขึ้น
2) นักเรียนจำขั้นตอนการทดลงไม่ได้ และเมื่อทำการทดลองจะถามขั้นตอนการทดลองจากผู้วิจัยบ่อย ๆ ทำให้การทดลองใช้เวลานานจนเกินไป	2) ผู้วิจัยควรมอบหมายให้นักเรียนกลับไปอ่านการทดลองก่อนที่จะมีการทดลองในคาบถัดไป และให้นักเรียนเขียนเป็น Flow Chart ของตนเอง เพื่อให้ในการทดลองครั้งถัดไปจะได้ไม่เสียเวลา
3) สมาชิกในกลุ่มมีจำนวนมากเกินไป ทำให้นักเรียนบางคนไม่ได้ทำการทดลอง แล้วเล่นโทรศัพท์มือถือ	3) ผู้วิจัยควรแบ่งกลุ่มให้สมาชิกในกลุ่มมีจำนวนพอดี ไม่มากจนเกินไป เพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดลองทุกคน

4.1.5 ผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 5 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน)

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 คาบเรียน รวมเวลาทั้งหมด 150 นาที ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ โดยนำสมการการปฏิกิริยาแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ที่เกิดสมดุลกับสารผลิตภัณฑ์ และมีการรบกวนสมดุลของระบบโดยการเพิ่มหรือลดความดัน สาเหตุที่ผู้วิจัยต้องออกแบบสถานการณ์เป็นเพราะว่าในการทำการทดลองจริง แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เป็นแก๊สที่อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยคำนึงถึงความปลอดภัยของนักเรียนเป็นสำคัญ และที่โรงเรียนไม่มีอุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องออกแบบสถานการณ์ให้เหมาะสมกับบริบทมากที่สุด โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ซึ่งก่อนที่ผู้วิจัยจะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) มีการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอ

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Acting) ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยง โดยผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์จากการนำสมการปฏิกิริยาของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ไม่มีสี เกิดไปเป็นผลิตภัณฑ์คือแก๊สไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์ (N_2O_4) สีน้ำตาล และปฏิกิริยาเกิดที่สภาวะสมดุล ผู้วิจัยให้นักเรียนทำนาย สังเกต และอธิบาย เมื่อมีการรบกวนสมดุลของระบบโดยการเพิ่มความดันและลดความดันของระบบ จะส่งผลอย่างไรต่อสมดุล โดยนำหลักการของเลอชาเตอลิเอมาอธิบาย และเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดเดิมกับก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ เพื่อนำมาวิเคราะห์การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเปรียบเทียบกับแผนการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 4 และผลปฏิบัติการเป็นดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ครูทบทวนการเปลี่ยนเปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อสภาวะสมดุลจากการทดลองในคาบเรียนที่แล้ว จากนั้นผู้วิจัยจึงถามนักเรียนว่านอกจากการเปลี่ยนความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาแล้ว การเปลี่ยนแปลงความดันโดยการเพิ่มหรือลดปริมาตรส่งผลต่อสภาวะสมดุลหรือไม่ นักเรียนตอบว่าการเปลี่ยนแปลงความดันของระบบทำให้สมดุลของระบบเปลี่ยนไปเนื่องจากระบบถูกรบกวน

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นทำนาย (Predict) ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน โดยกำหนดสมการปฏิกิริยา

$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$

น้ำตาล ไม่มีสี

จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายว่า ถ้าเพิ่มความดันหรือลดความดันให้แก่ระบบ ในปฏิกิริยาดังกล่าว จะเห็นสีของแก๊สที่เกิดขึ้นเป็นสีใด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอคำทำนายของกลุ่มตัวเอง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นทำนาย พบว่านักเรียนทำนายว่าเมื่อเพิ่มความดันให้แก่ระบบจะเห็นสีแก๊สเป็นสีน้ำตาล และบางกลุ่มตอบว่าแก๊สไม่มีสี นักเรียนแต่ละคนมีสีหน้าสงสัยว่าต้องคิดอย่างไร มีการแสดงความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่าไม่มีข้อมูลสนับสนุนคำทำนายเลย เพราะไม่เคยเห็นหรือไม่เคยรู้ แสดงให้เห็นว่าการทำนายต้องอาศัยประสบการณ์ของนักเรียน

ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยให้นักเรียนดูวิดิโอที่ทำการทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความดันต่อสภาวะสมดุลของปฏิกิริยา โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากวิดิโอ สังเกตว่าการเพิ่มความดันให้แก่ระบบโดยการลดปริมาตรภาชนะ หรือการลดความดันให้แก่ระบบโดยการเพิ่มปริมาตร ทำให้สีของแก๊สที่เกิดขึ้นเป็นสีใด จากการดำเนินกิจกรรมในขั้นสังเกต พบว่าเมื่อผู้วิจัยเปิดวิดิโอการทดลองเพิ่มและลดความดันของระบบ จะทำให้สีของแก๊สเปลี่ยน นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งใจดูวิดิโอและร่วมกันลุ้นว่าคำทำนายของกลุ่มตนเองจะถูกหรือไม่ เมื่อรู้ว่าทำนายถูกนักเรียนส่งเสียงดีใจ นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าการทดลองนี้น่าตื่นเต้นมาก ๆ อยากลองทำการทดลองเอง

ขั้นอธิบาย (Explain) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากปรากฏการณ์ที่สังเกต อธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเห็นสีแก๊สเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นหรือจางลง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันให้แก่ระบบ พบว่านักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยแสดงคำกล่าวอ้าง หลักฐาน และเห็นผลได้อย่างชัดเจน เช่น นักเรียนอธิบายว่าจากปฏิกิริยาที่ครูกำหนดให้ จะเห็นได้ว่าจำนวนโมลแก๊สของสารผลิตภัณฑ์น้อยกว่าสารตั้งต้น เมื่อเพิ่มความดันต่อสภาวะสมดุลโดยการลดปริมาตรภาชนะ ระบบจะลดความดันเพื่อกลับสู่สภาวะสมดุลใหม่ โดยเกิดปฏิกิริยาในทิศทางที่จำนวนโมลของแก๊สลดลง ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับจำนวนโมลของแก๊สทำให้สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า จึงเห็นแก๊สเป็นสีน้ำตาลจางลง แต่ถ้าลดความดันโดยการเพิ่มปริมาตรภาชนะ ระบบจะเพิ่มความดันเพื่อกลับสู่สภาวะสมดุลใหม่ สมดุลจะย้อนกลับเพื่อให้มีจำนวนโมลของแก๊สเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มความดันของระบบ จึงเห็นแก๊สเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้น จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นอธิบาย นักเรียนแต่ละคนอธิบายคำตอบได้ดีมากขึ้นและมีการเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องสมบัติของแก๊สที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมล

ขั้นสรุป

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุป การเพิ่มความดันโดยการลดปริมาตรภาชนะหรือการลดความดันโดยการเพิ่มปริมาตรภาชนะส่งผลต่อสภาวะสมดุลที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร และผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมว่าสำหรับปฏิกิริยาเคมีที่มีผลรวมเลขสัมประสิทธิ์ (จำนวนโมล) ของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ที่มีสถานะแก๊สมีค่าเท่ากัน การเปลี่ยนแปลงไม่มีผลในการรบกวนของสมดุลของปฏิกิริยา เช่น $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงความดันไม่มีผลหรือมีผลน้อยมากกับความเข้มข้นของสารที่มีสถานะเป็นของแข็งและของเหลว จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนเล่นเกมส์ Kahoot เพื่อทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้เรียน จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสรุปพบว่านักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับการรบกวนสมดุลโดยเพิ่มหรือลดความดันของระบบได้ และเมื่อใช้เกมส์ Kahoot ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้และนักเรียนเกิดความสนุกสนานในการแข่งขัน

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการร่วมทำกิจกรรมของนักเรียน รวมถึงการทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียน

นอกจากนี้ครูพี่เลี้ยงจะคอยสังเกตพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัยขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขันสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflecting) ผู้วิจัยนำแบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูมาสะท้อนผลปฏิบัติการ พบว่านักเรียนสามารถอธิบายการรบกวนสมดุลได้ และในการรบกวนสมดุลของระบบโดยการเพิ่มหรือลดความดันจะต้องใช้ความรู้ในเรื่องของแก๊สและสมบัติของแก๊ส ซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนโมลที่สัมพันธ์กับความดันของแก๊ส จึงต้องอาศัยการพิจารณาจำนวนโมลสารจากปฏิกิริยาเคมี พบว่านักเรียนบางคนยังสับสนกับการดุลสมการเคมี เพื่อที่จะนำมาพิจารณาจำนวนโมลของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนขั้นตอนการดุลสมการเคมี ทำให้นักเรียนจำกระบวนการดุลสมการเคมีได้ และจากการที่ผู้วิจัยได้ใช้วิดิโอแสดงวิธีการทดลองการรบกวนสมดุลของแก๊ส พบว่านักเรียนเกิดความสนใจและคอยลุ้นว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร จากแผนการจัดการเรียนรู้นี้ถึงแม้ว่าบริบททางโรงเรียนในเรื่องอุปกรณ์ที่ไม่เพียงพอ รวมไปถึงการคำนึงถึงความปลอดภัยของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่าการใช้วิดิโอก็สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจการทดลองได้ และในขั้นตอนการนำเสนอคำทำนายพบว่านักเรียนเกิดความมั่นใจในการนำเสนอคำทำนายมากขึ้น และยังสามารถอธิบายโดยใช้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และแนวทางแก้ไขเพื่อจะนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ดังตาราง

ตารางที่ 4.7 สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 6 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

ปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	แนวทางแก้ไข
1) การจัดกิจกรรมตอบคำถาม Kahoot ผู้วิจัยให้เวลานักเรียนในการคิดคำตอบน้อยจนเกินไป ทำให้นักเรียนไม่มีเวลาคิดเต็มที่ คำตอบที่ได้จึงไม่ถูกต้อง	1) ผู้วิจัยควรให้เวลาในการคิดคำตอบของโจทย์แต่ละข้อให้เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนมีเวลาการคิดคำตอบมากขึ้น
2) จากการที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำงานกลุ่ม พบว่ายังมีนักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง เพราะกลัวว่าเมื่อแสดงความคิดเห็นแล้วผิด จะทำให้คะแนนของกลุ่มลดลง	2) ผู้วิจัยควรเดินเข้าหานักเรียนแต่ละกลุ่มแล้วใช้คำถามในการถามความคิดเห็นของนักเรียนทุกคน เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็น และผู้วิจัยควรชี้แจงว่านักเรียนทุกคนสามารถแสดงความคิดเห็นได้ โดยไม่ต้องกลัวผิด

4.1.6 ผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 6 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ)

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 2 คาบเรียน รวมเวลา 100 นาที ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ให้นักเรียนทำการทดลองศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีต่อสมดุล โดยศึกษาสมดุลของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์ เมื่อถูกรบกวนสมดุลของระบบจากการเพิ่มอุณหูมิและลดอุณหภูมิของระบบ ซึ่งให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นจากการรบกวนสมดุลของระบบ และอธิบายการปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่ตามหลักกการของเลอชาเตอลิเอ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เป็นการเรียนรู้ผ่านการทำการทดลองจริง ซึ่งนักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทำปฏิบัติการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นอกจากนี้ก่อนที่ผู้วิจัยจะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ)

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Acting) ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยง ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์การทดลอง โดยให้นักเรียนทำนาย สังเกต อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองรบกวนสมดุลของระบบโดยการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของระบบ ซึ่งใช้สารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์คลอไรด์ ($CoCl_2$) มาเติมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) นำไปศึกษาการรบกวนสมดุลของระบบ นำไปลดอุณหภูมิโดยการนำไปแช่น้ำแข็ง และนำไปเพิ่มอุณหภูมิโดยการแช่น้ำร้อน ในขณะที่ทำการทดลองนักเรียนจะได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อมีการรบกวนสมดุลของระบบ และสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ และเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) จำนวน 1 ข้อ เพื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียนและเปรียบเทียบกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 5 ผลปฏิบัติการเป็นดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ผู้วิจัยทบทวนการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาและการเปลี่ยนแปลงความดันของระบบที่ส่งผลต่อสมดุลจากการให้ดูวิดิโอทบทวนสรุปการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอ และตั้งคำถามถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าการเพิ่มหรือการลดอุณหภูมิจะส่งผลต่อสมดุลหรือไม่ จากการใช้คำถามดังกล่าวพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า การเพิ่มหรือการลดอุณหภูมิส่งผลต่อสมดุลของระบบ

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นทำนาย (Predict) ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 2-3 คน และผู้วิจัยได้กำหนดสมการสมดุลของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์

$$[Co(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \underset{\text{ดูดความร้อน}}{\rightleftharpoons} [CoCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$$

Cobalt (II) hexahydrate ion — Cobalt (II) tetrachloride ion

สีชมพู — สีน้ำเงิน

จากสมดุลของของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายว่าเมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) ลงไปสารละลายจะมีสีใด ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบเพื่อให้ระบบร้อนขึ้นจะเห็นสารละลายเป็นสีใด และถ้าลดอุณหภูมิให้แก่ระบบให้ระบบเย็นลง จะเห็นสารละลายเป็นสีใด และระบบจะปรับตัวอย่างไรเพื่อเข้าสู่สมดุลใหม่ จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนทำนายว่าเมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) สารละลายจะมีสีน้ำเงิน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบจะเห็นสารละลายเป็นสีน้ำเงิน และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบจะเห็นสารละลายเป็นสีชมพู จากคำทำนายของนักเรียนผู้วิจัยใช้คำถามต่อว่านักเรียนมีเหตุผลอย่างไรถึงทำนายเช่นนั้น นักเรียนตอบว่าการเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) เป็นการรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออน (Cl^-) ซึ่งเป็นความรู้จากคาบเรียนที่แล้วที่ครูได้สอนไป แต่การรบกวนสมดุลของระบบโดยการเพิ่มอุณหภูมินักเรียนตอบว่าคาดเดาเพราะไม่เคยเรียนและไม่เคยทำการทดลอง

ขั้นสังเกต (Observe) ให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองผลของอุณหภูมิต่อสมดุลโดยทำการศึกษาจากสมดุลของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์ที่มีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ

กิจกรรมปฏิบัติการทดลองผลของอุณหภูมิต่อสมดุล

จุดประสงค์การทดลอง เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อสมดุล และอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมดุล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบ

วัสดุ/อุปกรณ์ และสารเคมี

1) สารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์ (Cobalt (II) chloride, $CoCl_2$) 0.025 M
2) กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Concentrated hydrochloric acid, conc. HCl)
3) หลอดทดลอง (Test tube) ขนาดเล็ก 2 หลอด
4) หลอดหยด (Dropper)
5) เครื่องกวนสารให้ความร้อน (Hot plate)

วิธีการทดลอง

1) นำหลอดทดลองมา 2 หลอด แต่ละหลอดเติม 0.025 M $CoCl_2$ 1 mL เก็บหลอดที่ 1 ไว้ใช้เปรียบเทียบสีของสารละลาย

2) นำหลอดที่ 2 มาเติม Conc. HCl จนสีเปลี่ยน เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

3) นำหลอดที่ 2 ไปจุ่มในน้ำเย็น สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล นำไปให้ความร้อนในน้ำร้อน และสังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

จากการดำเนินกิจกรรมในขั้นสังเกตผ่านการทำการทดลอง พบว่านักเรียนตื่นเต้นเมื่อได้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทำการทดลอง โดยเมื่อมีการรบกวนสมดุลโดยการลดอุณหภูมิด้วยการนำไปแช่น้ำแข็งจะเห็นสีของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์คลอไรด์ ($CoCl_2$) เป็นสีชมพูใส และเมื่อนำไปรบกวนสมดุลของระบบโดยการเพิ่มอุณหภูมิด้วยการนำไปแช่น้ำร้อนจะ

พบว่าสีสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์คลอไรด์ ($CoCl_2$) กลับมาเป็นสีน้ำเงิน นักเรียนสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและบันทึกผลการทดลอง

ขั้นอธิบาย (Explain) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปัจจัยอุณหภูมิที่ส่งผลต่อสภาวะสมดุล และออกมานำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นอธิบายพบว่านักเรียนอธิบายว่าเมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) สารละลายจะมีสีน้ำเงิน เพราะเป็นการรบกวนสมดุลโดยไปเพิ่มความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออน (Cl^-) ดังนั้นระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลโดยเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเพื่อลดความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออน (Cl^-) และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบจะสังเกตเห็นสีสารละลายเป็นสีน้ำเงินเพราะสมดุลของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบจะมีการปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเพื่อลดอุณหภูมิให้แก่ระบบ จึงเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น

ขั้นสรุป

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเมื่อมีการรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิให้แก่ระบบ และผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างสมการการเกิดปฏิกิริยาที่สมดุลของปฏิกิริยาอื่น ๆ ให้นักเรียนได้วิเคราะห์และระดมความคิดช่วยกันตอบคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิตามหลักของเลอชาเตอลิเอมากขึ้น และผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการร่วมทำกิจกรรมของนักเรียน รวมถึงการทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียน นอกจากนี้ครูพี่เลี้ยงจะคอยสังเกตพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัยขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขันสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflecting) ผู้วิจัยนำแบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู มาสะท้อนผลปฏิบัติการ พบว่าจากการทำการทดลองนักเรียนสามารถอธิบายการรบกวนสมดุลของระบบโดยการ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เพิ่มและลดอุณหภูมิตามหลักการรบกวนสมดุลของเลอชาเตอลิเอได้ถูกต้อง และในการทำการทดลองผู้วิจัยได้คำนึงถึงความปลอดภัยของนักเรียน รวมไปถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี โดยเฉพาะกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ดังนั้นก่อนทำการทดลองผู้วิจัยได้อธิบายความปลอดภัยในการใช้สารเคมีและการป้องกันอันตรายจากสารเคมี นักเรียนต้องสวมถุงมือและแมสปิดจมูกเพื่อป้องกันอันตรายจากกรด นอกจากนี้แล้วการทดลองนี้ถือว่าเป็นการทดลองที่ผลการทดลองอาจจะปรากฏสีที่ไม่ชัดเจนเมื่อมีการรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของระบบ ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองจริง เพื่อเตรียมสัดส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการทดลองให้เหมาะสมและปรากฏสีที่ชัดเจน และจากการที่ผู้วิจัยพบปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) มาปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ได้แก่ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขการอธิบายวิธีการทำการทดลองโดยเปลี่ยนจากการใช้ตัวหนังสือมาเป็น Flow Chart ที่มีรูปภาพอธิบายขั้นตอนการทำการทดลองให้จบใน 1 หน้า พบว่านักเรียนเข้าใจลำดับขั้นตอนการทำการทดลองมากขึ้น นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าชอบการนำเสนอวิธีการทดลองโดยใช้รูปแบบ Flow Chart เพราะสามารถเข้าใจได้ง่าย และผู้วิจัยยังได้มอบหมายให้นักเรียนไปอ่านการทำการทดลอง และเขียนสรุปเป็น Flow Chart ของตนเองก่อนที่จะทำการทดลองในคาบเรียนถัดไป พบว่าในคาบเรียนที่ทำการทดลองนักเรียนจำขั้นตอนการทดลองได้ และถามขั้นตอนการทำการทดลองจากผู้วิจัยน้อยลง ทำให้เวลาที่ใช้ในการทำการทดลองน้อยลงและมีเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้มากขึ้น อีกทั้งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 2-3 คน จากเดิมที่มีสมาชิกมากเกินไปแล้วนักเรียนบางคนไม่ได้ทำการทดลอง จากการแบ่งกลุ่มให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิกจำนวนน้อยลงพบว่านักเรียนแบ่งหน้าที่ให้ทุกคนในกลุ่มได้ทำการทดลอง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสามารถสรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ต่อไป

ตารางที่ 4.8 สรุปปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) และแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 7 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

ปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	แนวทางแก้ไข
นักเรียนยังนำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยการแสดงหลักฐานไม่ชัดเจนและไม่สมบูรณ์ ทำให้หลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนคำอธิบายไม่เพียงพอ เช่น การอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์เมื่อมีการรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของระบบ นักเรียนแสดงหลักฐานเพียงสีที่เปลี่ยนไป แต่ไม่แสดงสมการปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนและคายความร้อน	ผู้วิจัยควรชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของการแสดงหลักฐาน โดยอาจจะยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ผู้วิจัยแสดงหลักฐานที่ครบถ้วนและสมบูรณ์ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

4.1.7 ผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 7 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 คาบเรียน รวมเวลาทั้งหมด 150 นาที ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ออกแบบ 2 สถานการณ์ คือ การผลิตแก๊สแอมโมเนียในโรงงานอุตสาหกรรมและการปฐมพยาบาลผู้ป่วยที่เป็นโรคหายใจเกิน (Hyperventilation Syndrome) ซึ่งแต่ละสถานการณ์ผู้วิจัยจะให้นักเรียนร่วมกันทำนาย สังเกต อธิบาย โดยใช้ความรู้ในเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล ได้แก่ ความเข้มข้น ความดัน และอุณหภูมิมาอธิบายการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและการแพทย์ การใช้สถานการณ์ที่เกิดจากการนำความรู้ที่เรียนในห้องเรียนไปใช้จริงทำให้นักเรียนตระหนักและเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาเคมีว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง และก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Acting) ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรม ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยง ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์แรกเป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนช่วยกันคิดว่าหากนักเรียนเป็นนักเคมีจะนำความรู้เรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล ได้แก่ ความเข้มข้น ความดัน และอุณหภูมิ มาใช้ในการช่วยในการเพิ่มผลผลิตในการผลิตแก๊สแอมโมเนียอย่างไรในอุตสาหกรรมเพื่อให้ต้นทุนในการผลิตประหยัด และสถานการณ์ต่อมาให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการปฐมพยาบาลผู้ป่วยที่เป็นโรคหายใจเกิน (Hyperventilation Syndrome) โดยให้นักเรียนคิดวิธีการปฐมพยาบาลและนำความรู้เรื่องสมดุลเคมีมาใช้ในการอธิบาย ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ผู้วิจัยจะให้นักเรียนร่วมกันทำนาย สังเกต และอธิบาย และเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 6 และให้นักเรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดผลหลังเรียน เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ และผลปฏิบัติการในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เป็นดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน และให้ความรู้เกี่ยวกับการนำความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีไปประยุกต์ใช้ในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม ได้แก่ กระบวนการผลิตแก๊สแอมโมเนียในภาคอุตสาหกรรมที่เน้นการลงทุนที่ประหยัดและคุ้มค่า โรคหายใจเกิน รวมไปถึงการเกิดหินงอกหินย้อยในถ้ำ จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนพบว่านักเรียนให้ความสนใจกับการนำความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีไปประยุกต์ใช้ และมีนักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าความรู้ที่ได้เรียนเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวมากขึ้นและสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นทำนาย (Predict) ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้ สถานการณ์ที่ 1 สมการเคมีการผลิตแก๊สแอมโมเนีย $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) +$ พลังงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายว่า ถ้าในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งผลิตต้องการให้ได้แก๊สแอมโมเนียในปริมาณมาก อยากทราบว่าในการผลิตต้องใช้อุณหภูมิและความดันในการ

เกิดปฏิกิริยาอย่างไร จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่ 1 พบว่านักเรียนทำนายว่าการผลิตต้องผลิตที่ความดันสูงและอุณหภูมิต่ำ บางกลุ่มทำนายว่าผลิตที่ความดันต่ำและอุณหภูมิสูง นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าต้องใช้ความรู้เรื่องการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอมาช่วยในการตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายว่ามีผู้ป่วยคนหนึ่งเป็นโรคหายใจเกิน อาการหายใจเกินทำให้ผู้ป่วยหายใจออกเอา CO_2 ออกจากร่างกายมากกว่าปกติ ส่งผลให้ความเข้มข้นของ CO_2 ในเลือดต่ำกว่าปกติ ทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของ H_3O^+ ในเลือดลดลง ทำให้ร่างกายแสดงอาการผิดปกติ เช่น เวียนหัว หน้ามืด ใจสั่น อยากทราบว่าถ้าผู้ป่วยเกิดการกำเริบขึ้นจะมีวิธีปฐมพยาบาลผู้ป่วยอย่างไร จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่ 2 พบว่านักเรียนทำนายว่าต้องปฐมพยาบาลโดยการเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้ เพราะผู้ช่วยหายใจนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายมากเกินไป ทำให้ร่างการเสียสมดุล จึงต้องปรับสมดุลของร่างกายโดยเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ขั้นสังเกต (Observe) สถานการณ์ที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตจากกราฟแสดงปริมาณแก๊สแอมโมเนียที่สมดุลที่อุณหภูมิและความดันต่าง ๆ

สถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันสังเกตจากสมการเคมีของการหายใจที่เกี่ยวข้องกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) , กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3), ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) และไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) และร่วมกันอภิปรายว่าหากเพิ่มปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จะส่งผลต่อสภาวะสมดุลที่เปลี่ยนแปลงอย่างไร

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

ปฏิกิริยารวม $CO_2(g) + 2H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสังเกต พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งใจสังเกตข้อมูลที่ผู้วิจัยนำเสนอให้ และมีการอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่มโดยเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีมาใช้ในการตอบคำถาม

ขั้นอธิบาย (Explain) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 ที่เกี่ยวข้องกับสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรม จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นอธิบายพบว่า สถานการณ์ที่ 1 ปฏิกิริยาเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน การลดอุณหภูมิทำให้ระบบปรับตัวโดยเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้มากขึ้น ดังนั้นการผลิตแก๊สแอมโมเนียให้ได้ปริมาณมากจึงควรทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำและความดันสูง ซึ่งได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของร้อยละผลผลิตของ NH_3 กับอุณหภูมิและความดันจากกราฟที่ผู้วิจัยให้สังเกตจากข้างต้น

ขั้นสรุป

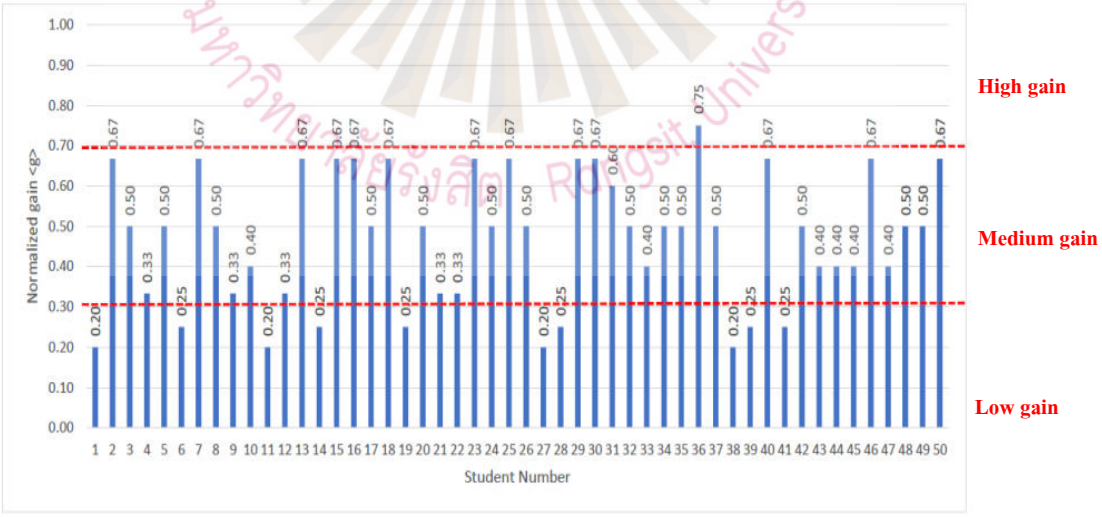
ผู้วิจัยร่วมอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ทั้งหมดที่ครูกำหนดให้เกี่ยวกับสมดุลเคมีที่เกี่ยวข้องในสิ่งมีชีวิตและอุตสาหกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมดุลเคมีในปรากฏการณ์ธรรมชาติ คือ ปรากฏการณ์หินงอกหินย้อย ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติมาก เนื่องจากอาจจะเป็นสิ่งที่เคยเห็นมาจากสถานที่ท่องเที่ยว และหลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย สังเกต อธิบายแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนมาทั้งหมด

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ (Reflecting) ผู้วิจัยนำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูมาสะท้อนผลปฏิบัติการ จากการสะท้อนผลปฏิบัติการพบว่านักเรียนให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนแต่ละกลุ่มต่างช่วยกันระดมความคิดเพื่อแก้ไขแต่ละสถานการณ์ และเนื่องจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำนาย สังเกต อธิบาย มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอุตสาหกรรมและทางการแพทย์ นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าไม่คิดว่าวิชาเคมีจะสามารถนำไปใช้ได้จริง แต่จากการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญในการเรียนวิชาเคมีมากขึ้น จากการทำกิจกรรมนักเรียนสามารถนำความรู้ในเรื่องการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอมาอธิบายในแต่ละสถานการณ์ได้ โดยมีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนตามองค์ประกอบของคำอธิบายที่ประกอยด้วย คำกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางคนให้ความสนใจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตแก๊สแอมโมเนียและโรคหายใจเกินจึงใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเพราะไม่เคยรู้มาก่อน และจากการที่ผู้วิจัยพบปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 คือนักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แล้วแสดงหลักฐานไม่ชัดเจน

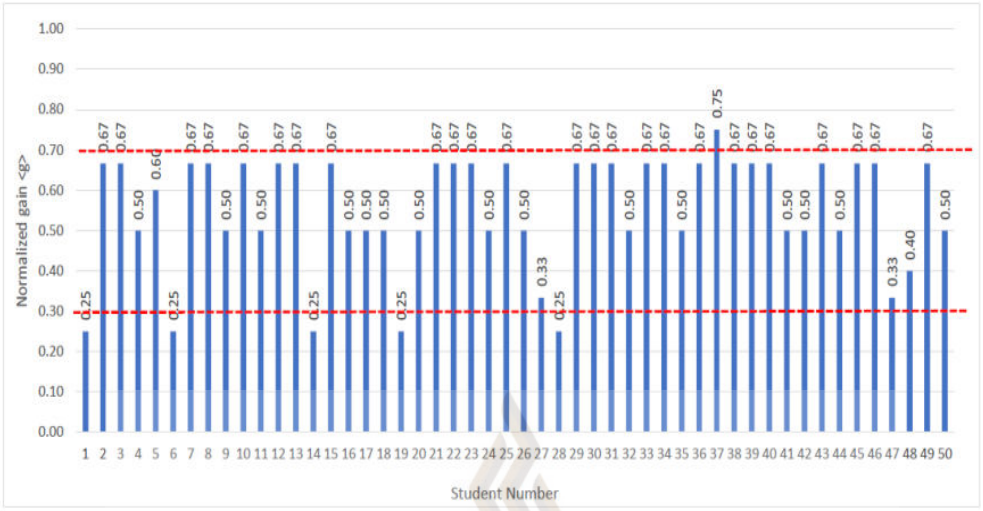
และสมบูรณ์ ทำให้หลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนคำอธิบายไม่เพียงพอ ผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหาโดยการชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนขององค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และมีการยกตัวอย่างการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากโจทย์ตัวอย่าง และผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พร้อมกับตรวจสอบและแนะนำการเขียนที่ถูกต้องให้แก่นักเรียน พบว่านักเรียนเข้าใจหลักการการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์

4.2 ผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

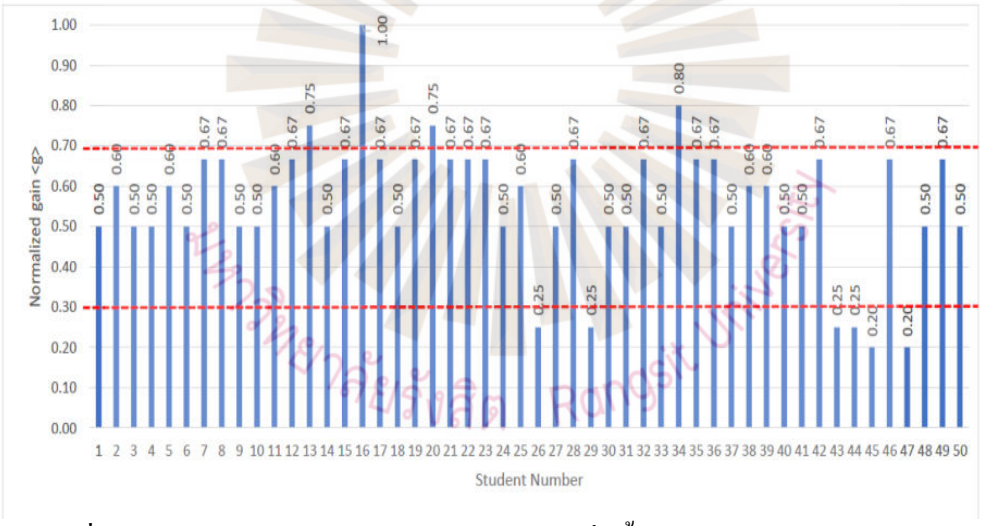
เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี ในแต่ละวงจร ผู้วิจัยได้ทำการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ได้ผลดังนี้



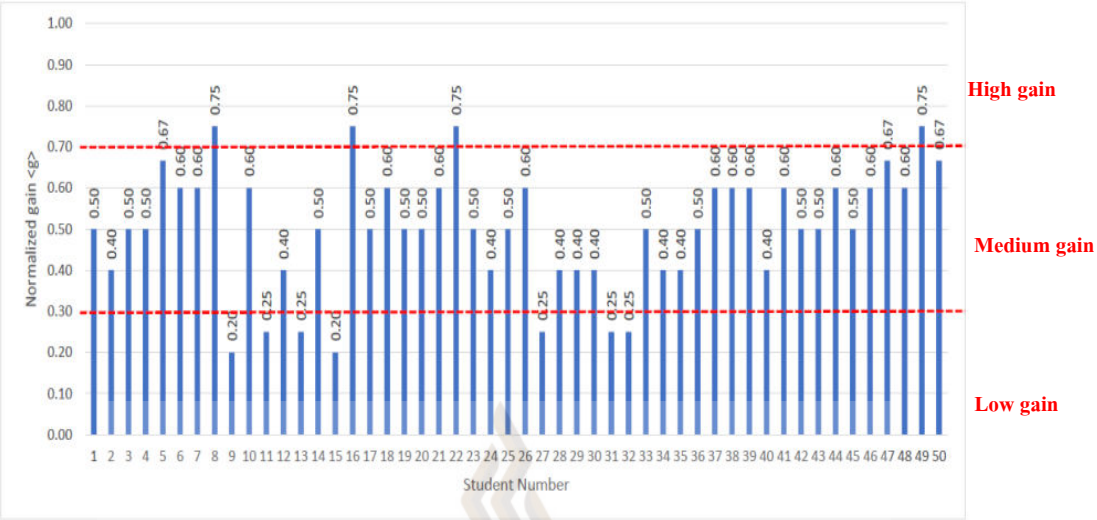
รูปที่ 4.1 ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 1 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สภาวะสมดุล



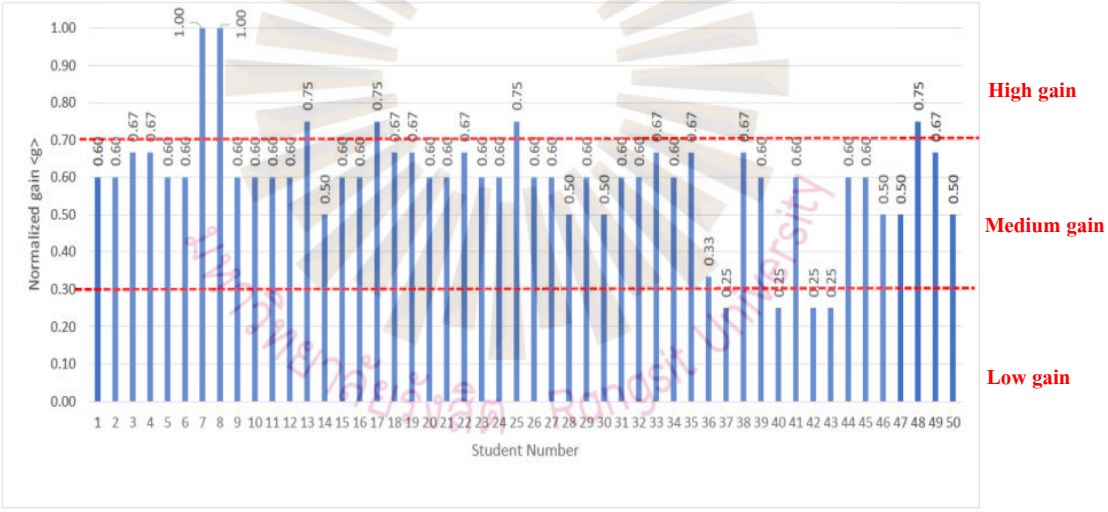
รูปที่ 4.2 ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 2 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การคำนวณค่าคงที่สมดุล



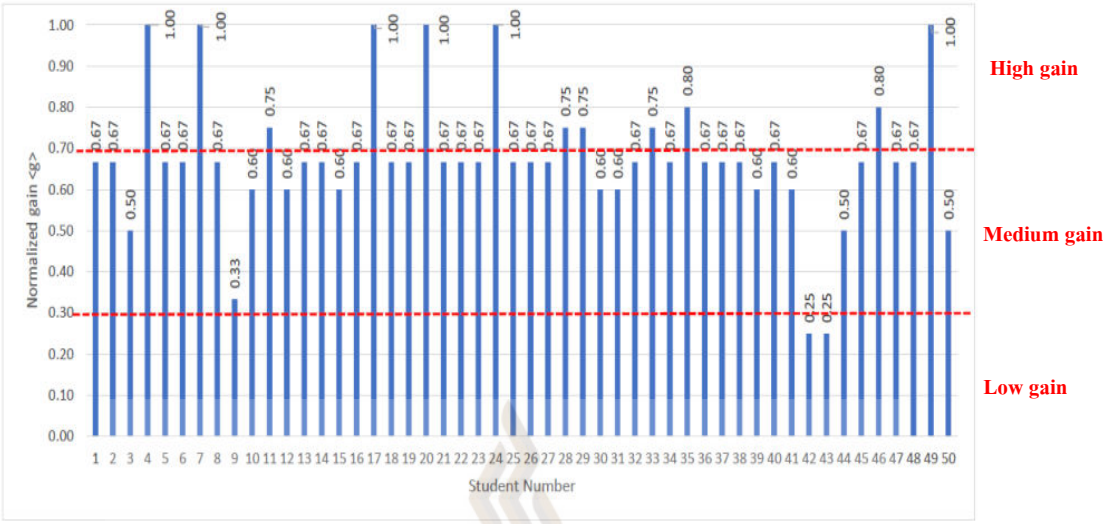
รูปที่ 4.3 ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี



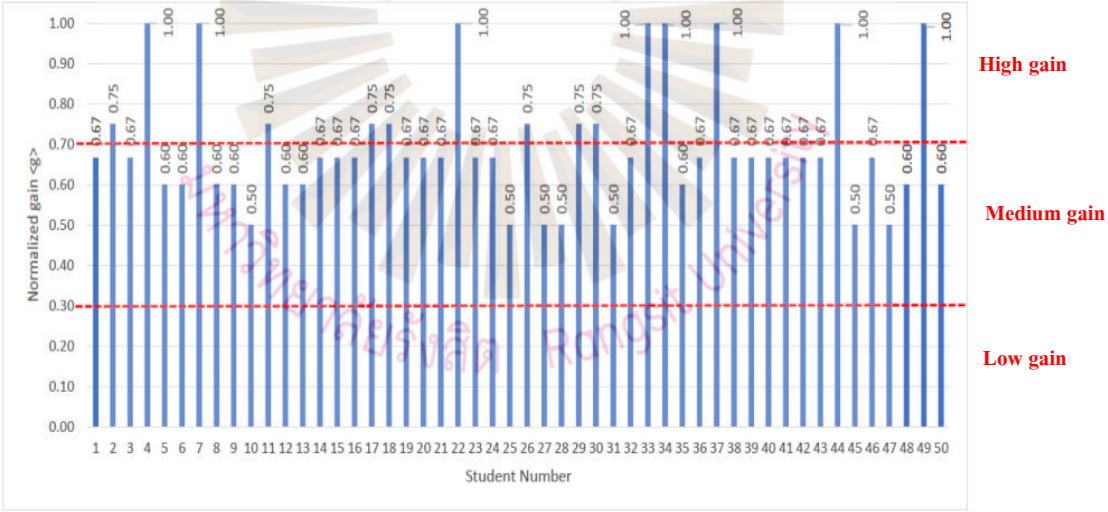
รูปที่ 4.4 ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 4 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น)



รูปที่ 4.5 ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 5 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน)



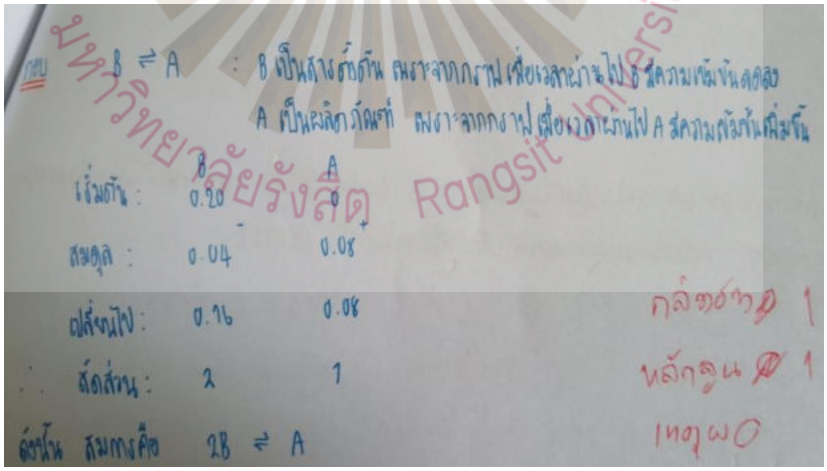
รูปที่ 4.6 ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 6 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ)



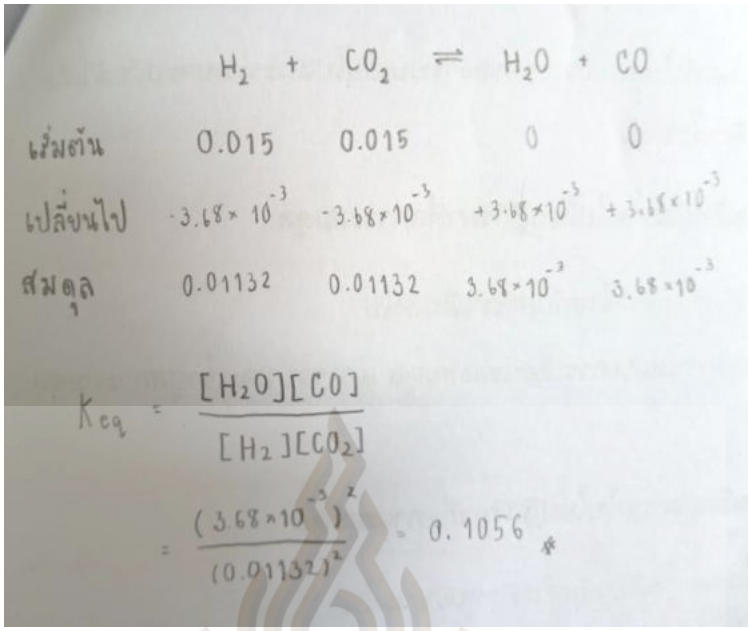
รูปที่ 4.7 ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี วงจรที่ 7 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

จากรูปที่ 4.1-4.7 แสดงค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นหลังเรียน จากรูปที่ 1 ในแผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับ Low gain 10 คน (20%) ระดับ Medium gain 40 คน (80%) จากรูปที่ 2 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับ Low gain 8 คน (16%) ระดับ Medium gain 42 คน (84%) จากรูปที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับ Low gain 7 คน (14%) ระดับ Medium gain 40 คน (80%) และระดับ High gain 3 คน (6%) จากรูปที่ 4 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับ Low gain 6 คน (12%) ระดับ Medium gain 40 คน (80%) และระดับ High gain 4 คน (8%) จากรูปที่ 5 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับ Low gain 4 คน (8%) ระดับ Medium gain 40 คน (80%) และระดับ High gain 6 คน (12%) จากรูปที่ 6 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับ Low gain 2 คน (4%) ระดับ Medium gain 36 คน (72%) และระดับ High gain 12 คน (24%) และจากรูปที่ 7 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับ ระดับ Medium gain 34 คน (68%) และระดับ High gain 16 คน (32%) ไม่มีนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ในระดับ Low gain (0%) เมื่อพิจารณาภาพรวม พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.47 ± 0.16, 0.56 ± 0.14, 0.56 ± 0.16, 0.50 ± 0.15, 0.59 ± 0.15, 0.68 ± 0.16 และ 0.70 ± 0.15 เมื่อจบแผนการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 6 มีค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ในระดับ Medium gain และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มีค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ในระดับ High gain แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ลดลงจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุลเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากต้องอาศัยความเข้าใจสมการเคมีและหลักการรบกวนสมดุลของระบบตามหลักของเลอชาเตอลิเอ และในแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นปัจจัยแรกที่รบกวนสมดุล อาจทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ยากและยังแสดงหลักฐานและเหตุผลมาสนับสนุนคำอธิบายไม่ถูกต้อง แต่จากในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ถึง 7 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนเกิดความเข้าใจสมการเคมีและหลักการการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอมากขึ้น

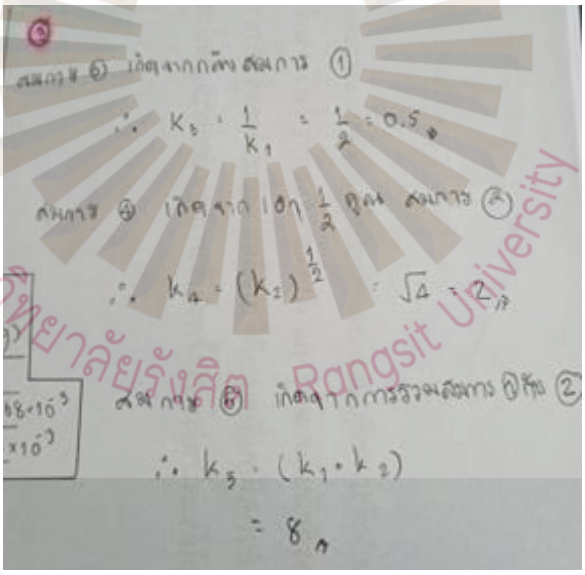
จากการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ Low gain จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มีจำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ Low gain ลดลง คือ 10 คน, 8 คน, 6 คน, 4 คน และ 2 คน ในแผนการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ตามลำดับ และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ Low gain จากการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ High gain จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ High gain แต่ตั้งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มีจำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ High gain เพิ่มขึ้น คือ 3 คน, 4 คน, 6 คน, 12 คน และ 16 คน ในแผนการเรียนรู้ที่ 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ Medium gain จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 พบว่ามีจำนวนนักเรียน คือ 40 คน, 42 คน, 40 คน, 40 คน, 40 คน, 36 คน และ 34 คน ในแผนการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาภาพรวม พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้มีค่าเพิ่มขึ้นจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่พัฒนาเพิ่มขึ้น จากที่มีผลการเรียนรู้ระดับ Low gain มีการพัฒนาผลการเรียนรู้ไปอยู่ระดับ Medium gain และจากที่มีผลการเรียนรู้ระดับ Medium gain มีการพัฒนาผลการเรียนรู้ไปอยู่ระดับ High gain



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล

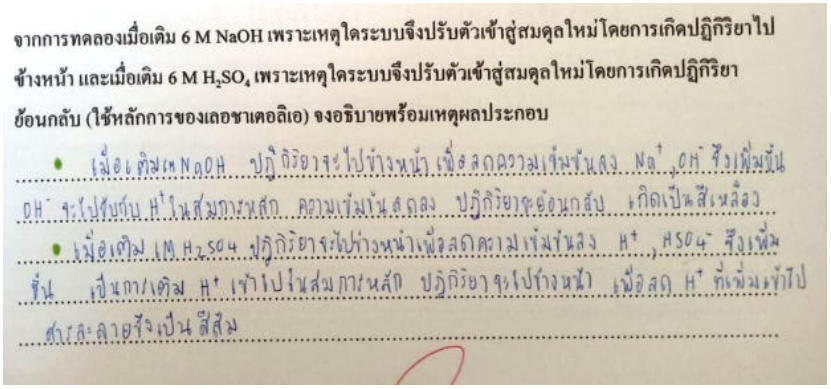


รูปที่ 4.9 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี

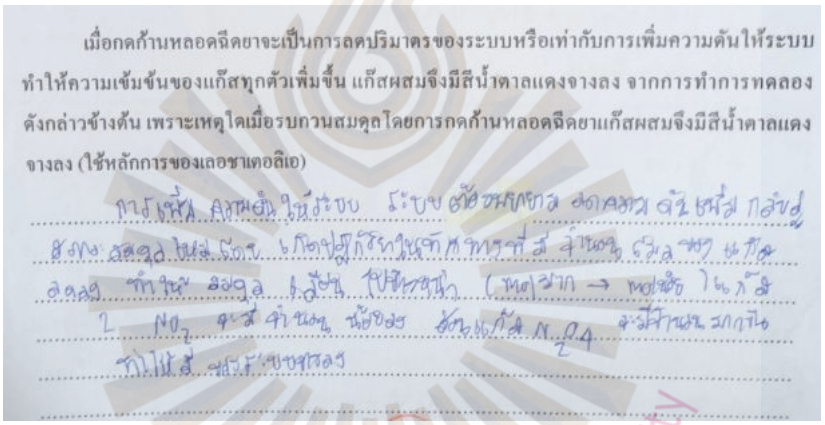
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University


จากการทดลองเมื่อเติม 6 M NaOH เพราะเหตุใดระบบจึงปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และเมื่อเติม 6 M H_2SO_4 เพราะเหตุใดระบบจึงปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (ใช้หลักการของเลอชาเตอลิเอ) จงอธิบายพร้อมเหตุผลประกอบ

• เมื่อเติม NaOH ปฏิกิริยาจะไปข้างหน้า เพื่อลดความเข้มข้นลง Na^+, OH^- ซึ่งเพิ่มขึ้น OH^- จะไปรับกับ H^+ ในสมการหลัก ความเข้มข้นลดลง ปฏิกิริยาจะย้อนกลับ เกิดเป็นสีเหลือง

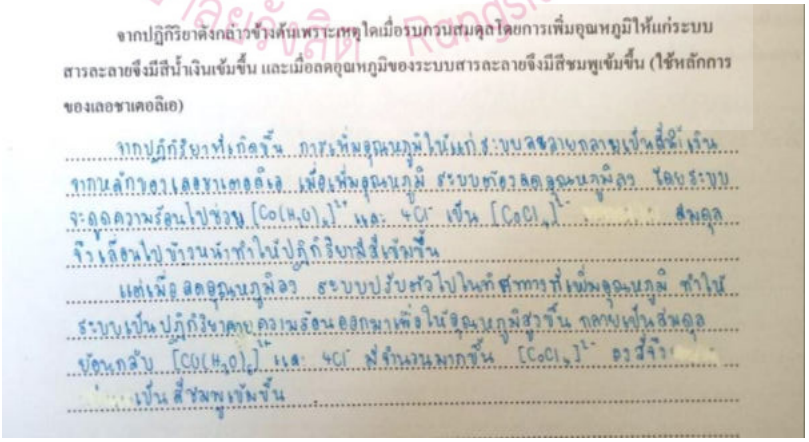
• เมื่อเติม 1M H_2SO_4 ปฏิกิริยาจะไปข้างหน้าเพื่อลดความเข้มข้นลง H^+, HSO_4^- ซึ่งเพิ่มขึ้น เป็นการเติม H^+ เข้าไปในสมการหลัก ปฏิกิริยาจะไปข้างหน้า เพื่อลด H^+ ที่เพิ่มเข้าไป สารละลายจึงเป็นสีส้ม

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น)


เมื่อกดก้านหลอดฉีดยาจะเป็นการลดปริมาตรของระบบหรือเท่ากับการเพิ่มความดันให้ระบบ ทำให้ความเข้มข้นของแก๊สทุกตัวเพิ่มขึ้น แก๊สผสมจึงมีสีน้ำตาลแดงจางลง จากการทำการทดลองดังกล่าวข้างต้น เพราะเหตุใดเมื่อรบกวนสมดุลโดยการกดก้านหลอดฉีดยาแก๊สผสมจึงมีสีน้ำตาลแดงจางลง (ใช้หลักการของเลอชาเตอลิเอ)

การเพิ่ม ความดัน ในระบบ ระบบจะย้อนกลับ ตามหลัก ฉัน เหตุ กลับสู่ ด้าน สมดุล ใหม่ น้อย, ปฏิกิริยาจะเกิดไปทางที่มี จำนวน ด้าน ของ สมดุล ทำให้ ความดัน ลดลง ด้วย ไปทางซ้าย (หลาก → หลัง) ให้เกิด NO_2 ซึ่งมี จำนวน น้อยกว่า ทำให้ แก๊ส N_2O_4 มีจำนวน มากขึ้น ทำให้ สีจาง ลงเล็กน้อย

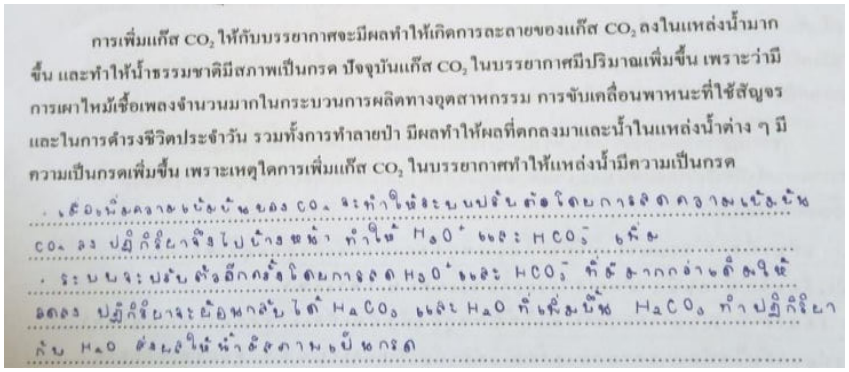
รูปที่ 4.12 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน)


จากปฏิกิริยาดังกล่าวข้างต้นเพราะเหตุใดเมื่อรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบสารละลายจึงมีสีน้ำเงินเข้มขึ้น และเมื่อลดอุณหภูมิของระบบสารละลายจึงมีสีชมพูเข้มขึ้น (ใช้หลักการของเลอชาเตอลิเอ)

จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบสารละลายจะเป็นสีน้ำเงิน จากหลักของเลอชาเตอลิเอ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิ ระบบก็จะลดอุณหภูมิลง โดยระบบจะดูดความร้อนไปช่วย $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ และ $4Cl^-$ เป็น $[CoCl_4]^{2-}$ สมดุลจึงเลื่อนไปข้างหน้าทำให้ปฏิกิริยาสีเข้มขึ้น

แต่เมื่อ ลดอุณหภูมิลง ระบบปรับตัวไปในทิศทางที่เพิ่มอุณหภูมิ ทำให้ระบบเป็นปฏิกิริยาคาย ความร้อนออกมาเพื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้น จากเป็นสมดุลย้อนกลับ $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ และ $4Cl^-$ มีจำนวนมากขึ้น $[CoCl_4]^{2-}$ ดังนี้จึงเป็นสีชมพูเข้มขึ้น

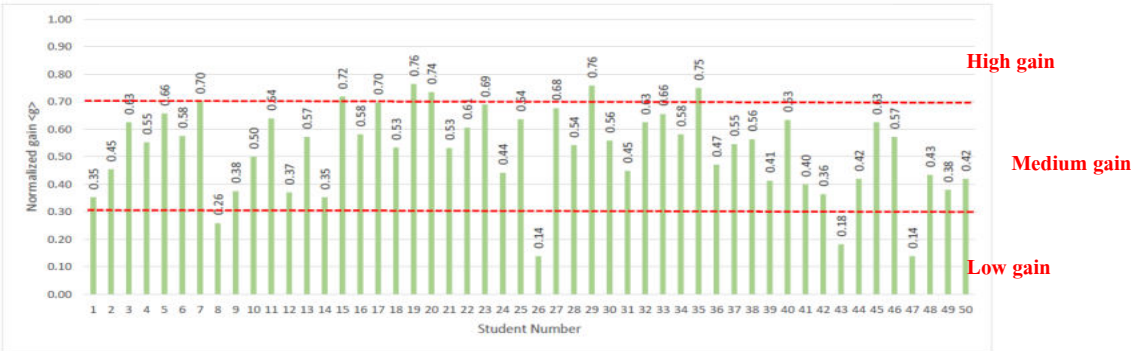
รูปที่ 4.13 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ)



รูปที่ 4.14 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สมดุลในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

4.3 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE)

เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี ครบทุกวงจร ผู้วิจัยได้ทำการจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.7 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2-0.6 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.98 ได้ผลดังนี้



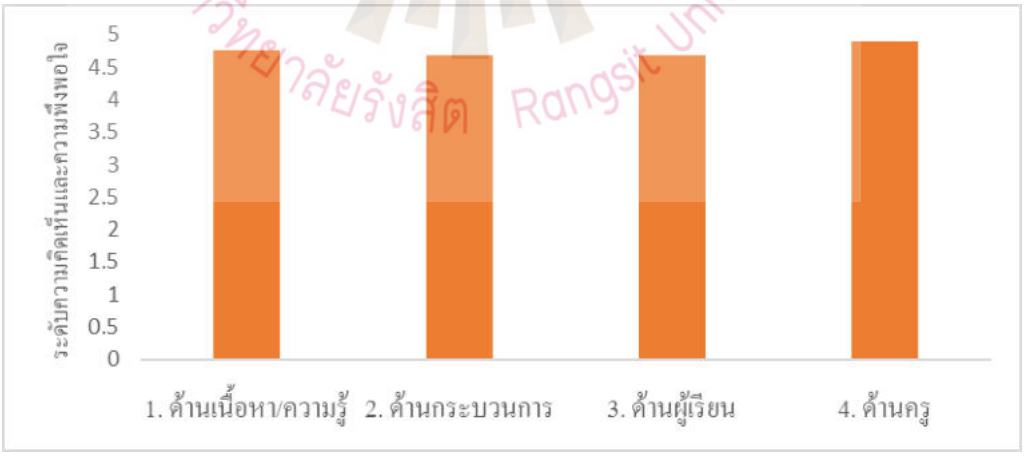
รูปที่ 4.15 ค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมี

จากรูปที่ 4.15 แสดงถึงผลการวิเคราะห์การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี โดยแสดงค่า Normalized gain ของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นหลังเรียน พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.52 ± 0.16 ซึ่งมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ Medium gain โดยแบ่งเป็นนักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับ Low gain 4 คน (8%) ระดับ Medium gain 39 คน (78%) และระดับ High gain 7 คน (14%) ตามลำดับ

4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครูโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียน

ด้านที่วิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1. ด้านเนื้อหา/ความรู้	4.76	0.07	เหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.69	0.10	เหมาะสมมากที่สุด
3. ด้านผู้เรียน	4.69	0.22	เหมาะสมมากที่สุด
4. ด้านครู	4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.76	0.10	เหมาะสมมากที่สุด



รูปที่ 4.16 ระดับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

จากตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครูโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง

สมดุลเคมี พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นและความพึงพอใจในด้านผู้สอนมากที่สุดเท่ากับ 4.90 ± 0.20 รองลงมาคือในด้านกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 4.69 ± 0.10 ซึ่งมีค่าเท่ากับด้านผู้เรียนคือ 4.69 ± 0.10 และลำดับสุดท้ายในด้านเนื้อหาหรือความรู้มีค่าเท่ากับ 4.76 ± 0.07 โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ด้านมีค่าเท่ากับ 4.76 ± 0.10 จะเห็นได้ว่าทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นได้ว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ รวมไปถึงนักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของครู เนื่องจากรูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ความรู้ที่ได้เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้และการที่ผู้เรียนได้ลงมือทำ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการทำนายจากสถานการณ์หรือทำนายผลการทดลองที่เกิดขึ้น โดยการทำนายจะอาศัยประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิม ซึ่งทำนายอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ จากนั้นผู้เรียนได้พิสูจน์คำทำนายนั้นด้วยตนเองผ่านการสังเกตจากการทดลองปฏิบัติการได้เห็นปฏิกิริยาหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง มีการเปรียบเทียบสิ่งที่สังเกตได้กับคำทำนายและอธิบายโดยใช้กระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่มีคำกล่าวอ้าง แสดงหลักฐาน และแสดงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดคำตอบที่ได้จึงเป็นเช่นนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูจะคอยเป็นโค้ชที่คอยแนะนำในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้และครูจะเป็นผู้สรุปองค์ความรู้ที่นักเรียนควรได้รับ เมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีการร่วมกันอภิปรายถึงคำทำนายและคำอธิบายภายในกลุ่มของตนเองและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้มีการนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับใช้กับเนื้อหาสมดุลเคมีในส่วนที่เป็นการคำนวณค่าคงที่สมดุล โดยให้นักเรียนพิสูจน์ที่มาของสูตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ พบว่านักเรียนสามารถทำโจทย์คำนวณได้ จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Adebayo and Olufunke (2015) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้การสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบาย เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น พบว่า หลังจากได้รับการเรียนแบบทำนาย สังเกต และอธิบาย มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Marks (2015) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในสาธารณรัฐมอลตา พบว่าผู้เรียนสามารถอธิบายตามหลักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าได้ และยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ กฤตกร สภาสันติกุล (2558) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้กลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย อย่างมีขั้นตอน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อนุชา ตู้แก้ว (2561) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการทำนาย สังเกต อธิบาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยสามารถสรุปผลและอภิปรายผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) โดยการสร้างสถานการณ์หรือจากการทำการทดลอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจและรู้สึกตื่นเต้นเมื่อได้ทำนายสถานการณ์หรือได้ลงมือทำการทดลอง นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงจากการทำการทดลอง สังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและสามารถอธิบายปรากฏการที่เกิดขึ้นได้โดยเชื่อมโยงกับความรู้หรือทฤษฎี ในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกภายในกลุ่มและครูผู้สอน นักเรียนยังมีความกล้าแสดงออกมาขึ้นจากการนำเสนอคำทำนายและคำอธิบายของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน และนักเรียนยังได้ทักษะการทำงานกลุ่มร่วมกับสมาชิกกลุ่ม

5.1.2 ผลการทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมีโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 ± 0.16, 0.56 ± 0.14, 0.56 ± 0.16, 0.50 ± 0.15, 0.59 ± 0.15, 0.68 ± 0.16 และ 0.70 ± 0.15 หลังจบกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีจากผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลเคมีโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 ± 0.16

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

5.1.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครูโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี ในด้านผู้สอน ด้านกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านผู้เรียน และด้านเนื้อหาหรือความรู้ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.76 ± 0.10 และทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.2.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ครูควรควบคุมเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม

5.2.1.2 ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนที่ไม่เคยตอบคำถามหรือไม่เคยแสดงความคิดเห็น ได้ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น เพื่อให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกมากขึ้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรมีการศึกษารูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งสามารถส่งเสริมทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

5.2.2.2 ควรให้นักเรียนทำอนุทินสะท้อนคิด เพื่อให้ผู้วิจัยกลับมาสะท้อนผลปฏิบัติการและพัฒนาการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

กฤตกร สภาสันติกุล. (2558). *ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบายอย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (Unpublished Master's thesis). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จีระวรรณ เกษสิงห์. (2562). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ วิถีสู่การพัฒนาตนเอง*. กรุงเทพฯ : บริษัท จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์ จำกัด

จีรนันท์ หัดคาหมื่น, หนูกร ปฐมพรรษ, และพัตตาวัน นาใจแก้ว. (2562, พฤษภาคม). *ผลการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เสริมด้วยเทคนิคการทำนาย - สังเกต – อธิบายเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจโมโนมติอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 3 "นวัตกรรมที่พลิกโฉมสังคมโลก", อุบลราชธานี.

ตีรณา ชุมแสง, เอกภูมิ จันทรขันตี, และสุรศักดิ์ เชียงกา. (2560, มีนาคม). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องสมดุลกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน*. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ทัศตริน วรรณเกตุศิริ. (2561). *การประเมินเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท เพชรเกษมพริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ธันยพร ศรีวิชัย. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐานเรื่องปฏิกิริยาเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

นัชชา แดงงาม, และสุระ วุฒิพรหม. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย–สังเกต–อธิบายร่วมกับการสาธิตอย่างง่ายต่อความคิดรวบยอดเรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *5*(1), 88.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุริยาสาส์น.

นราภรณ์ นาคพันธ์. (2660). *ผลการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

พินันทร์ คงคาเพชร. (2552). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2559). *สอนเด็กทำโครงงาน สอนอาจารย์ทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชรวรินทร์ เกลี้ยงนวล, วิภาฤดี วิภาวิน, และนพเก้า ณ พัทลุง. (2556, พฤษภาคม). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. การประชุมหาดใหญ่วิชาการ เรื่อง "การวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมไทย", สงขลา.

พัณนิดา มีลา, และร่มเกล้า อาจเดช. (2561). การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจาลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ : การส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *19*(3), 1.

ภูสิทธิ์ จันทนา, และสุระ วุฒิพรหม. (2558). การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย–สังเกต–อธิบายเพื่อยกระดับความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *6*(1), 5.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภัสสร สอนพิมพ์พ่อ, และโชคศิลป์ ธนเฮือง. (2557, มีนาคม). *การพัฒนาโมมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย*. GRC Graduate Research Conference, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

มาธุสร โพธิ์จันทร์. (2560, กรกฎาคม). *การศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบพีโออี (POE) รายวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดสุทธาราม*. การประชุมวิชาการระดับชาติปัญญาภิวัฒน์ ครั้งที่ 7, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์, กรุงเทพฯ.

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์, และอัจฉรา ชำนิประศาสน์. (2554). *ระเบียบวิธีวิจัย*. กรุงเทพฯ : บริษัทพิมพ์ดีการพิมพ์ จำกัด.

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ Action Research. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, *2*(1), 38.

วิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์. (2556). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนชันมัธยมศึกษาตอนปลาย* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรฉบับอนาคต*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ.

สลิลทิพย์ พรมย่อง, และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ (2556). ตัวแทนความคิดเรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี ทำนาย-สังเกต-อภิปราย (POE). *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 36*(2), 152.

สิทธิ์ จันทนา, และสุระ วุฒิพรหม. (2558). การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย–สังเกต–อธิบาย เพื่อยกระดับความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *6*(1), 1.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุทธิดา รักกะเปา. (2555). *การเพิ่มความเข้าใจความคิดรวบยอด เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ของนักศึกษาโดยวิธีการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สุภมาส เหมือนวงษ์ธรรม. (2556). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสุพรรณบุรีสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, กาญจนบุรี.

สุภาพร แหลมแก้ว, เนติ เฉลยวาเรศ, และศรินทิพย์ ภู่สำลี. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *16*(3), 193.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2560). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2546). *แนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ*. กรุงเทพฯ: สถาบันแห่งชาติเพื่อปฏิรูปการเรียนรู้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* (Unpublished Master's thesis). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สงกรานต์ มูลศรีแก้ว, และโชคชัย ยืนยง. (2554, กุมภาพันธ์). *ตัวแทนความคิด เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย*. The 11th Gradute Research Conference การประชุมทางวิชาการ เสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

บรรณานุกรม (ต่อ)

อนุชา ตู้แก้ว. (2561, กรกฎาคม). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีทานาย สังเกต อธิบาย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, จังหวัดปทุมธานี.

อนุวัติ คูณแก้ว. (2559). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้สู่ผลงานทางวิชาการเพื่อการเลื่อนวิทยฐานะ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาทิตยา คำมามุง. (2560). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องปฏิกิริยาเคมีและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

ACAR, B. (2016). Predict-Observe-Explain Tasks in Chemistry Laboratory: Pre-Service Elementary Teachers' Understanding and Attitudes. *Sakarya University Journal of Education, 6,*184. doi: 10.19126/suje.46187

Adebayo, F., & Olufunke, B. T. (2015). Generative and Predict-Observe-Explain Instructional Strategies: Towards Enhancing Basic Science Practical Skills of Lower Primary School Pupils. *International Journal of Elementary Education*, *4*,86. doi: 10.11648/j.ijeedu.20150404.12

Marks, J. B. (2014). The Predict-Observe-Explain technique as a tool for students' understanding of electric circuits. *University of Malta Junior College*, *1*(1), 1.

OECD. (2015).*Assessment of the Domain.* Mexico: Draft Science Framework.

Peka, H., Kalab, K., Yamanb, F., & Ayasb, A. (2010). Using POE strategy to investigate student teachers' understanding about the effect of substance type on solubility. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2,648. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.078

Vadapally, P. (2014). *Exploring students' perceptions and performance on predict-observe-explain tasks in high school chemistry laboratory* (Unpublished Doctoral dissertation). University of Northern Colorado, USA.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้ช่วยวิจัย และหนังสือราชการ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ผศ.ดร.อัญชลี ชยานุวัชร

อาจารย์ประจำ หลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา วิทยาลัยครูสุริยเทพ มหาวิทยาลัยรังสิต

2. ผศ.ดร.อรจิรา อารักษ์สกุลวงศ์

อาจารย์ประจำ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

3. นางสาวภรณ์ภัสสรณ์ จ่าชัยภูมิ

ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสายปัญญารังสิต

รายนามครูผู้ช่วยวิจัย

1. นางสุรัจชา จำนงค์วงศ์สกุล

ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสายปัญญารังสิต

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

RSU มหาวิทยาลัยรังสิต RANGSIT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยรังสิต เมืองเอก ต.พหลโยธิน จ.ปทุมธานี 12000
Rangsit University Muang-Ake, Pahonyothin Rd. Pathumthani 12000, Thailand
T. (66) 2997 2200-30 F. (66) 2533 9470 E. info@rsu.ac.th

ที่ วท.1112/879/62

14 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผศ.ดร.อัญชลี ชยานุวัชร

คณบดี ผู้อำนวยการหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาระบบสองภาษา

เนื่องด้วย นางสาวมนัสชนก ตานาง รหัสนักศึกษา 6105982 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ หลักสูตรฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนางสาวมนัสชนก ตานาง จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนางสาวมนัสชนก ตานางด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)
ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาววิภาดา เกื้อกูล
โทร. 02-997-2222 ต่อ 5055 E-mail : ow_jiggo@hotmail.com

RSU มหาวิทยาลัยรังสิต RANGSIT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University T. (66) 2997 2200-30
เมืองเอก ก.พหลโยธิน Muang-Ake, Paholyothin Rd. F. (66) 2533 9470
จ.ปทุมธานี 12000 Pathumthani 12000, Thailand E. info@rsu.ac.th

ที่ วท.1112/877/62

14 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผศ.ดร.อรจิรา อารักษ์สกุลวงศ์

อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

เนื่องด้วย นางสาวมนัสชนก ตานาง รหัสนักศึกษา 6105982 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ หลักสูตรฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนางสาวมนัสชนก ตานาง จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนางสาวมนัสชนก ตานางด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)
ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาววิภาดา เกื้อกูล
โทร. 02-997-2222 ต่อ 5055 E-mail : ow_jiggo@hotmail.com

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยรังสิต
เมืองเอก ก.พหลโยธิน
จ.ปทุมธานี 12000

Rangsit University
Muang-Ake, Paholyothin Rd.
Pathumthani 12000, Thailand

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

ที่ วท.1112/878/62

14 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวภรณ์ภัสสรณ์ จ่าชัยภูมิ
ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสายปัญญารังสิต

เนื่องด้วย นางสาวมนัสชนก ตานาง รหัสนักศึกษา 6105982 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ หลักสูตรฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนางสาวมนัสชนก ตานาง จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมานำเสนอท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนางสาวมนัสชนก ตานางด้วย จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)
ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ผู้ประสานงาน : นางสาววิภาดา เกื้อกูล
โทร. 02-997-2222 ต่อ 5055 E-mail : ow_jiggo@hotmail.com

เอกสารจริยธรรมการวิจัยในคน

DPE. No. RSUERB2019-066

RSU-ERB

เอกสารยืนยันการยกเว้นการรับรอง

(Documentary Proof of Exemption)

โดย คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต

เอกสารรับรองเลขที่	:	DPE. No. RSUERB2019-066
ชื่อโครงการวิจัย	:	การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) The Development of Scientific Explanation Ability in Chemical Equilibrium of Grade 11 students' Using Predict Observe Explain (POE)
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย	:	นางสาวมนัสชนก ดานาง
หน่วยงานที่สังกัด	:	วิทยาลัยครูสุริยเทพ มหาวิทยาลัยรังสิต
วิธีทบทวน	:	ยกเว้นการรับรอง (Exemption Review)

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้นการรับรอง (Research with Exemption)

วันที่ออกเอกสาร : 18 / 10 / 2019

วันที่หมดอายุ : 18 / 10 / 2021

ขอรับรองว่าโครงการดังกล่าวข้างต้นได้ผ่านการพิจารณาเห็นชอบตามมาตรฐานการดำเนินการของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สำนักงานจริยธรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ลงนาม .....

(นายแพทย์ศุภชัย คุณารัตนพฤกษ์)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต

RSU-ERB

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน สำนักงานจริยธรรมการวิจัย ห้อง 504, ชั้น 5, อาคารอาทิตย์ อุไรรัตน์ (ตึก 11), มหาวิทยาลัยรังสิต

โทร. 0-2791-5728 Email: rsuethics@rsu.ac.th

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่

หน่วยการเรียนรู้ สมดุลเคมี **รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 30222**

เรื่อง สภาวะสมดุล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **จำนวน 3 คาบเรียน**

ครูพี่เลี้ยง ครูสุรัจชา แก้วรุ่งเรือง **นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวมนัสชนก ตานาง**

---

1. ผลการเรียนรู้

สาระเคมี

เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล

2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล

ด้านทักษะ (P)

1. ทำนาย สังเกต และอธิบายปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล

2. ทำนาย สังเกต และอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนเข้าชั้นเรียนและส่งงานตรงเวลา
2. นักเรียนตั้งใจและมีส่วนร่วมในการเรียน
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระการเรียนรู้

1. สภาวะสมดุล

ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยถือว่าเป็นอัตราที่ปฏิกิริยาดำเนินจากซ้ายไปขวา เริ่มตั้งแต่วินาทีแรกที่ผสมตัวทำปฏิกิริยาต่อไปจะพบว่าในปฏิกิริยากัน แต่เราไม่ได้ศึกษาว่าปฏิกิริยาไปสิ้นสุดที่ตำแหน่งใด หากเราติดตามปฏิกิริยาต่อไปจะพบว่าในปฏิกิริยาที่ไม่มีการสูญหายของสารในปฏิกิริยาจะไม่มีการสูญหายของสารในปฏิกิริยาจะเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้และมีสภาวะสมดุลเกิดขึ้น

พิจารณาปฏิกิริยาการเผา $CaCO_3$ ซึ่งเกิดขึ้นตามสมการ

$$CaCO_3\,(s) \longrightarrow CaO\,(s) + CO_2\,(g) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

- ถ้าปฏิกิริยาการเกิดในภาชนะเปิด แก๊ส CO_2 จะระเหยออกไปในอากาศ และปฏิกิริยาจะสิ้นสุดเมื่อ $CaCO_3$ หมด และมีผลผลิตเป็น CaO ในภาชนะ ปฏิกิริยานี้จะไม่ผันกลับและไม่มีสภาวะสมดุล

- แต่ถ้าปฏิกิริยาเกิดในภาชนะปิด แก๊ส CO_2 จะสะสมอยู่ในภาชนะมากขึ้นและรวมตัวกับ CaO กลับเป็น $CaCO_3$ ตามสมการ (2) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาผันกลับของสมการ (1)

$$CaO\,(s) + CO_2\,(g) \longrightarrow CaCO_3\,(s) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

เมื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยา พบว่าในตอนแรกปฏิกิริยาการสลายตัวของ $CaCO_3$ ตามสมการ (1) เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และช้าลงเมื่อ $CaCO_2$ ลดลง

ส่วนปฏิกิริยาผันกลับตามสมการ (2) จะเกิดขึ้นช้าในตอนแรก และเมื่อผลผลิตมากขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาผันกลับจะเร็วขึ้น

อัตราการเกิดปฏิกิริยาในสมการ (1) เรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (Rate of forward reaction) เท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาในสมการ (2) เรียกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาผันกลับ (Rate of reverse reaction) แล้ว ระบบจะมีสมบัติคงตัวเรียกว่าเกิดสภาวะสมดุล (Equilibrium state)

- สมบัติของระบบที่คงตัว เช่น ความเข้มข้นของสารแต่ละชนิด ความดัน ความหนาแน่น หรือสี
- แต่อนุภาคระดับโมเลกุลหรืออะตอมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
  - $CaCO_3$ ยังสลายตัวให้ CaO และ CO_2
  - ในทางกลับกัน CaO กับ CO_2 ก็ยังรวมตัวกันเกิด $CaCO_3$ ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน สภาวะสมดุลแบบนี้เรียกว่า สมดุลพลวัติ (Dynamic equilibrium)

เขียนสมการแสดงปริมาณสัมพันธ์ของปฏิกิริยาผันกลับด้วยลูกศรไปและกลับตามสมการ (3)

$$CaCO_3\,(s) \rightleftharpoons CaO\,(s) + CO_2\,(g) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงและระบบอยู่ในสภาวะสมดุล ในระบบมีทั้ง $CaCO_3$, CaO และ CO_2 ความเข้มข้นของสารทุกชนิดมีค่าคงตัวเมื่ออุณหภูมิคงตัว

5. การจัดกระบวนการเรียนรู้

5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ครูยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงสารหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติหรือที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเผากระดาษ การเกิดสนิมเหล็ก การเกิดหินงอกหินย้อยในธรรมชาติ น้ำที่อยู่ในภาชนะปิด และใช้คำถามว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ต่างกันอย่างไร ปรากฏการณ์ใดที่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และปรากฏการณ์ใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ แล้วรู้ได้อย่างไรว่าเป็นเช่นนั้น และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดในการตอบคำถาม (แนวคำตอบ คือ การเผากระดาษและการเกิดสนิมเหล็กเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ การเกิดหินงอกหินย้อยและน้ำที่อยู่ในภาชนะปิดเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

5.2 ขั้นจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นทำนาย ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำนายจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

สถานการณ์ที่ 1 “ระดับน้ำในภาชนะที่เปิดฝาซึ่งเป็นระบบเปิด และระดับน้ำในภาชนะที่ปิดฝาซึ่งเป็นระบบเปิด เมื่อเวลาผ่านไประดับน้ำจะเป็นอย่างไร ลดลง เพิ่มขึ้น หรือเท่าเดิม” (แนวคำทำนาย คือ ระดับน้ำในภาชนะที่เปิดฝาจะมีระดับน้ำลดลง และระดับน้ำในภาชนะปิดมีระดับน้ำเท่าเดิม)

สถานการณ์ที่ 2 “หากตักน้ำจากถังน้ำสองฝั่งสลับกันระดับน้ำในถังทั้งสองฝั่งจะเป็นอย่างไร ลดลง เพิ่มขึ้น หรือเท่าเดิม” โดยนักเรียนจะได้ใช้ประสบการณ์เดิมมาทำนายสถานการณ์ที่เกดขึ้น (แนวคำทำนาย คือ เมื่อตักน้ำจากถังน้ำสองฝั่งสลับกันจะทำให้ระดับน้ำสองฝั่งเท่าเดิมเมื่อตักทั้งสองฝั่งในปริมาตรที่เท่ากัน แต่ระดับน้ำจะต่างกันเมื่อตักน้ำทั้งสองฝั่งด้วยปริมาตรที่ต่างกัน)

สถานการณ์ที่ 3 “ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุลเป็นอย่างไร” (แนวคำทำนาย คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปสารตั้งต้นมีความเข้มข้นลดลงและสารผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น เมื่อระบบเข้าสู่สมดุลสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะมีความเข้มข้นคงที่)

ขั้นสังเกต ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ว่าสถานการณ์ที่ 1 และ 2 มีระดับน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยใช้ทักษะกระบวนการสังเกต และจากสถานการณ์ที่ 3 สังเกตจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์กับเวลา

ขั้นอธิบาย ครูให้นักเรียนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายว่าจากการทำนายและการสังเกตสถานการณ์ทั้ง 3 สถานการณ์ว่า เพราะเหตุใดผลจากการสังเกตจึงเป็นเช่นนั้น โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน (แนวการอธิบาย ยกตัวอย่างเช่น ในสถานการณ์ที่ 1 ระดับน้ำในภาชนะที่เปิดฝาจะมีระดับน้ำลดลง และระดับน้ำในภาชนะปิดมีระดับน้ำเท่าเดิม เพราะการลดลงของน้ำของน้ำที่อยู่ในภาชนะเปิดเกิดจากน้ำที่มีการระเหยกลายเป็นไอน้ำตลอดเวลา จึงทำให้ระดับน้ำลดลง ส่วนระดับน้ำในภาชนะปิดฝาจะสังเกตว่าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ เพราะเมื่อน้ำระเหยกลายไปเป็นไปไม่สามารถออกจากภาชนะได้)

5.3 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยครูอธิบายสถานการณ์ให้เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า การเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ สภาวะสมดุล และสมดุลพลวัต ครูอธิบายถึงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องของสภาวะ

สมดุล โดยชี้แจงการสร้างตำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ต้องมีองค์ประกอบคือ 1) คำกล่าวอ้าง (Claim) (แนวทางการบอกคำกล่าวอ้าง เช่น ระดับน้ำในภาชนะที่เปิดฝาจะมีระดับน้ำลดลง และระดับน้ำในภาชนะปิดมีระดับน้ำเท่าเดิม) 2) หลักฐาน (Evidence) คือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนคำกล่างอ้างหรือข้อสรุป (แนวทางการบอกหลักฐาน เช่น จากการทำการทดลองเมื่อตั้งน้ำทิ้งในแก้วที่เปิดฝาและปิดฝา เมื่อเวลาผ่านไปสังเกตได้ว่าระดับน้ำในแก้วที่เปิดฝามีระดับลดลง แต่ระดับน้ำในแก้วที่ปิดฝามีระดับเท่าเดิม) และ 3) เหตุผล (Reasoning) คือการแสดงให้เหตุถึงเหตุผลในการเลือกใช้หรือตัดสินว่าหลักฐานใดที่ใช้สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องสภาวะสมดุล (แนวการบอกเหตุผล เช่น ระดับน้ำในแก้วที่เปิดฝาลดลงเพราะน้ำเกิดการระเหยเปลี่ยนสถานะกลายไปเป็นไอน้ำระเหยออกไป แต่ระดับน้ำในแก้วที่ปิดฝาน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอน้ำไม่สามารถออกไปนอกแก้วได้ จึงมีปริมาณไอน้ำเพิ่มขึ้นจนกลับมาควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้) จากนั้นครูจึงอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องสภาวะสมดุลและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี ท้ายคาบเรียนให้นักเรียนเล่มเกมส์ Kahoot เพื่อทบทวนบทเรียน

6. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

6.1 เอกสารประกอบการเรียนรายวิชาเคมี ว 30222 เรื่อง สมดุลเคมี

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สสวท.)

6.3 สื่อ Power point เรื่อง สภาวะสมดุล

6.4 กระดาษบรู๊ฟ และปากกาเมจิก

6.5 แอปพลิเคชัน Kahoot

7. หลักฐานหรือร่องรอยการเรียนรู้

7.1 ด้านความรู้ (K)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล	การตรวจคำตอบใบงานในเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี	ใบงานในเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี	นักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้องและครบถ้วน โดยมีเกณฑ์คะแนนที่ผ่าน คือ ได้ระดับ 3 ขึ้นไป
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล	การตรวจคำตอบใบงานในเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี	ใบงานในเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี	นักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้องและครบถ้วน โดยมีเกณฑ์คะแนนที่ผ่าน คือ ได้ระดับ 3 ขึ้นไป

7.2 ด้านทักษะ (P)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1.นำเสนอหน้าชั้นเรียนสภาวะสมดุลและการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน	แบบประเมินนำเสนอผลงาน	นักเรียนสามารถนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ถูกต้องและครบถ้วน โดยมีเกณฑ์คะแนนที่ผ่าน คือ ได้ระดับ 3 ขึ้นไป

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

7.2 ด้านทักษะ (P) (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
2. เขียนอธิบายสภาวะสมดุลและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล	การตรวจคำตอบใบงานในเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี	ใบงานในเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี	นักเรียนสามารถเติมคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน โดยมีเกณฑ์คะแนนที่ผ่านคือ ได้ระดับ 3 ขึ้นไป

7.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. นักเรียนเข้าชั้นเรียนและส่งงานตรงเวลา	สังเกตพฤติกรรมการเข้าเรียน และการส่งงานของนักเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ต้องไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพพอใช้
2. นักเรียนตั้งใจและมีส่วนร่วมในการเรียน	สังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ต้องไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพพอใช้
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	สังเกตพฤติกรรมการรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ต้องไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพพอใช้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

8. เกณฑ์การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
ด้านความรู้ (k)				
1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล	อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล ได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล ได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่สมบูรณ์	อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล ได้บางส่วน เมื่อครูแนะนำ	อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล ไม่ถูกต้องต้องได้รับคำแนะนำจากครู
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล	อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุลได้ถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่สมบูรณ์	อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล ได้บางส่วน เมื่อครูแนะนำ	อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล ไม่ถูกต้อง ต้องได้รับคำแนะนำจากครู

8. เกณฑ์การวัดและประเมินผล (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
ด้านทักษะ (P)				
1.เขียนอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับและสภาวะสมดุลได้	เขียนอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับและสภาวะสมดุลได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	เขียนอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับและสภาวะสมดุลได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่สมบูรณ์	เขียนอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับและสภาวะสมดุลได้บางส่วน เมื่อครูแนะนำ	เขียนอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับและสภาวะสมดุลไม่ถูกต้อง ต้องได้รับคำแนะนำจากครู
2. นำเสนอเกี่ยวกับสภาวะสมดุลและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล	นำเสนอเกี่ยวกับสภาวะสมดุลและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล ได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	นำเสนอเกี่ยวกับสภาวะสมดุลและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล ได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่สมบูรณ์	นำเสนอเกี่ยวกับสภาวะสมดุลและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล ได้บางส่วน เมื่อครูแนะนำ	นำเสนอเกี่ยวกับสภาวะสมดุลและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล ไม่ถูกต้อง ต้องได้รับคำแนะนำจากครู

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

8. เกณฑ์การวัดและประเมินผล (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	**3 (ดี)**	**2 (พอใช้)**	**1 (ควรปรับปรุง)**
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)				
1. นักเรียนเข้าชั้นเรียนและส่งงานตรงเวลา	นักเรียนเข้าชั้นเรียนตรงเวลาและส่งงานตรงเวลา	นักเรียนเข้าชั้นเรียนช้าไม่เกิน 10 นาทีและส่งงานตรงเวลา	นักเรียนเข้าชั้นเรียนช้าไม่เกิน 10 นาทีและส่งงานไม่ตรงเวลา	นักเรียนเข้าชั้นเรียนช้าและส่งงานไม่ตรงเวลา
2. นักเรียนตั้งใจและมีส่วนร่วมในการเรียน	นักเรียนตั้งใจเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน	นักเรียนตั้งใจเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นบางครั้ง	นักเรียนตั้งใจเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน น้อยครั้ง	นักเรียนไม่ตั้งใจเรียนและไม่มีส่วนร่วมในการเรียน ตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายบางครั้ง	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายน้อยครั้ง	นักเรียนไม่มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

9. การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล เวลา 150 นาที (3 คาบเรียน)

---

1. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้

……

……

……

……

……

1.2 ด้านขั้นตอนหรือกระบวนการในการจัดการเรียนรู้

……

……

……

……

……

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

……

……

……

……

……

2. บรรยากาศระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้

……

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3. ปัญหา/อุปสรรค

……

……

……

……

……

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

……

……

……

……

……

5. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขจากครูพี่เลี้ยง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ลงชื่อ……..

(นางสาวมนัสชนก ตานาง)

ครูผู้สอน/ผู้บันทึก

ลงชื่อ……..……

(ครูสุรัจชา จำนงค์วงศ์สกุล)

ครูพี่เลี่ยง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

10. ผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะด้านแผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล เวลา 150 นาที (3 คาบเรียน)

---

1. แผนการจัดการเรียนรู้

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ควรปรับปรุง

2. ขั้นตอนหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้

☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และใช้ได้เหมาะสม

☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แต่ยังไม่เหมาะสมต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาต่อไป

☐ ไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรต้องปรับปรุงแก้ไข

3. การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้

☐ นำไปใช้ได้

☐ ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

……

……

……

……

……

ลงชื่อ…….. ลงชื่อ……..……

(นางสาวมนัสชนก ตานาง) (ครูสุรัจชา จำนงค์วงศ์สกุล)

ครูผู้สอน/ผู้บันทึก ครูพี่เลี่ยง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล เวลา 150 นาที (3 คาบเรียน)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์												รวม
		เข้าชั้นเรียนและส่งงานตรงเวลา				ตั้งใจและมีส่วนร่วมในการเรียน				มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์												รวม
		เข้าชั้นเรียนและส่งงานตรงเวลา				ตั้งใจและมีส่วนร่วมในการเรียน				มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์												รวม
		เข้าชั้นเรียนและส่งงานตรงเวลา				ตั้งใจและมีส่วนร่วมในการเรียน				มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
41														
42														
43														
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 4 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ดีมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ดี

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ต้องไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพพอใช้

แบบประเมินการนำเสนองานหน้าชั้นเรียน

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล เวลา 150 นาที (3 คาบเรียน)

กลุ่มที่	การนำเสนองานหน้าชั้นเรียน			
	4	3	2	1
กลุ่มที่ 1				
กลุ่มที่ 2				
กลุ่มที่ 3				
กลุ่มที่ 4				
กลุ่มที่ 5				
กลุ่มที่ 6				
กลุ่มที่ 7				
กลุ่มที่ 8				
กลุ่มที่ 9				
กลุ่มที่ 10				

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 4 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ดีมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ดี

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ต้องไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพพอใช้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล เวลา 150 นาที (3 คาบเรียน)

คำชี้แจง แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู เป็นการบันทึกเหตุการณ์ ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้ครูพี่เลี้ยงเป็นผู้สังเกตและจดบันทึกข้อมูล

1. ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

……

……

……

……

……

……

2. ด้านกระบวนการหรือขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	การสังเกตพฤติกรรม	
	ครู	นักเรียน
ขั้นตอนที่ 1 การทำนาย (Predict)	…… …… …… …… ……	…… …… …… …… ……

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	การสังเกตพฤติกรรม	
	ครู	นักเรียน
ขั้นตอนที่ 2 การสังเกต (Observe)	…… …… …… …… ……	…… …… …… …… ……
ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explain)	…… …… …… …… ……	…… …… …… …… ……

3. ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

4. ด้านความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่น ๆ

……

……

……

……

……

……

……

……

ลงชื่อ…….. ลงชื่อ……..

(นางสาวมนัสชนก ตานาง) (ครูสุรัจชา จำนงค์วงศ์สกุล)

ครูผู้สอน ครูพี่เลี่ยง/ผู้บันทึก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

ชื่อ……..……..……..……นามสกุล…….……ชั้น ม. 5/……เลขที่…….

คำชี้แจง

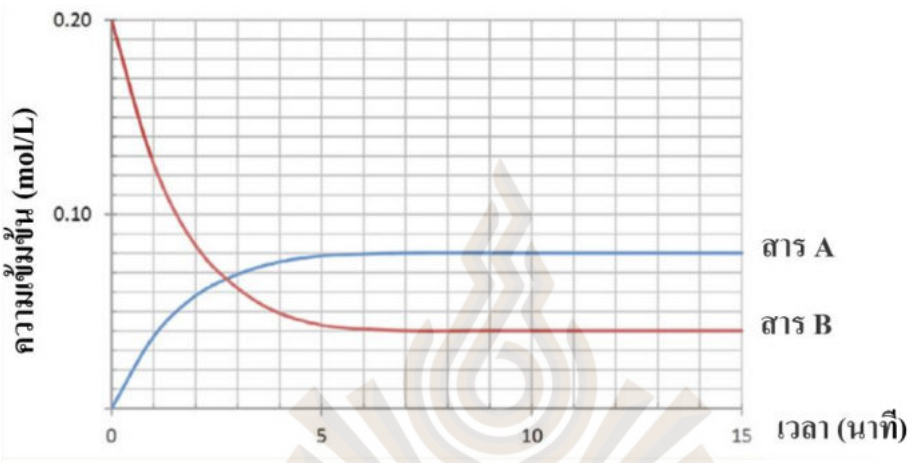
1. แบบวัดนี้สร้างขึ้นมาเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
2. เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ ให้นักเรียนตอบคำถาม ระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบ และอธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อ	หัวข้อ
1	สภาวะสมดุล
2	การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล
3	ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี
4	ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น)
5	ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน)
6	ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ)
7	สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

หัวข้อที่ 1 สภาวะสมดุล

ข้อ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลิตร (mol/L) กับเวลา (นาที) ของปฏิกิริยาระหว่างสาร A และ สาร B ให้นักเรียนพิจารณาจากกราฟที่กำหนดให้และตอบคำถามดังต่อไปนี้



1.1 จงเขียนสมการปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและระบุว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คือสารใด จงอธิบายเหตุผลประกอบ

(แนวคำตอบ) 2B ⇌ A สาร B คือสารตั้งต้น และสาร A คือสารผลิตภัณฑ์

(เหตุผลประกอบ) เพราะจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (mol/L) กับเวลา (นาที) สาร B เป็นสารตั้งต้นเพราะที่เริ่มต้น ณ เวลา 0 นาที พบว่าสาร B มีความเข้มข้น 0.2 mol/L และที่สภาวะสมดุลจากกราฟความเข้มข้นของสาร B จะคงที่ พบว่าสาร B มีความเข้มข้น 0.04 mol/L แสดงว่าสาร B ลดลง 0.16 mol/L และสาร A เป็นสารผลิตภัณฑ์เพราะที่เริ่มต้น ณ เวลา 0 นาที สาร A พบว่ามีความเข้มข้น 0 mol/L และที่สภาวะสมดุลจากกราฟความเข้มข้นของสาร A จะคงที่ พบว่าสาร A มีความเข้มข้น 0.08 mol/L แสดงว่าสาร A เพิ่มขึ้น 0.08 mol/L นั่นคืออัตราส่วนของ B : A เป็น 2 : 1 ดังนั้นจึงเขียนสมการปฏิกิริยาได้เป็น 2B ⇌ A

1.2 ระบบเริ่มเข้าสู่สภาวะสมดุลเมื่อเวลาใด

(แนวคำตอบ) ระบบเข้าสู่สภาวะสมดุล ประมาณนาทีที่ 6

(เหตุผลประกอบ) เพราะจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (mol/L) กับเวลา (นาที) เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะคงที่ จากกราฟพบว่าความเข้มข้นของสาร B และสาร A เริ่มคงที่ประมาณนาทีที่ 6

1.3 ที่สภาวะสมดุลมีสารใดบ้าง

(แนวคำตอบ) ที่สภาวะสมดุลมีทั้งสาร B ที่เป็นสารตั้งต้น และสาร A ที่เป็นสารผลิตภัณฑ์

(เหตุผลประกอบ) เพราะเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลยังมีสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์และจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (mol/L) กับเวลา (นาที) ที่สภาวะสมดุลตั้งแต่นาทีที่ 6 สาร B มีความเข้มข้น 0.04 และสาร A มีความเข้มข้น 0.08

1.4 จงเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ากับปฏิกิริยาย้อนกลับ ณ นาที่ที่ 1 และ นาทีที่ 10

(แนวคำตอบ) ณ นาทีที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ และ ณ นาทีที่ 10 อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

(เหตุผลประกอบ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (mol/L) กับเวลา (นาที) ณ นาทีที่ 1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมากกว่าความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ทำให้ในช่วงแรกที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเกิดขึ้นเร็วกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ และ ณ นาที ที่ 10 จากกราฟความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คงที่ถือว่าระบบเข้าสู่สภาวะสมดุล อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

หัวข้อที่ 2 การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

ข้อ 2 ปฏิกิริยา $H_2(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + CO(g)$ ที่ 700 เคลวิน (K) ที่เริ่มต้นมีแก๊สไฮโดรเจน (H_2) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.015 โมลต่อลิตร (mol/L) และที่สมดุลมีไอน้ำ (H_2O) 3.68×10^{-3} โมลต่อลิตร (mol/L)

ความเข้มข้น (mol/L)	$H_2(g)$ +	$CO(g)$ $\rightleftharpoons$	$H_2O(g)$ +	$CO(g)$
เริ่มต้น	0.015 mol/L	0.015 mol/L	0.000 mol/L	0.000 mol/L
เปลี่ยนไป	……	……	……	……
สภาวะสมดุล	1.13×10^{-2} mol/L	1.13×10^{-2} mol/L	3.68×10^{-3} mol/L	3.68×10^{-3} mol/L

2.1 ตั้งแต่เริ่มต้นจนเปลี่ยนไปถึงสภาวะสมดุล สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง จงอธิบายเหตุผลประกอบ

(แนวคำตอบ) ตั้งแต่เริ่มต้นจนเปลี่ยนไปถึงสภาวะสมดุล สารตั้งต้นจะมีความเข้มข้นลดลง และสารผลิตภัณฑ์จะมีความเข้มข้นมากขึ้น

(เหตุผลประกอบ) ปฏิกิริยาของ $H_2(g) + CO(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + CO(g)$ สารตั้งต้นคือ $H_2(g)$ และ $CO(g)$ จากตารางจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของ $H_2(g)$ และ $CO(g)$ ที่เริ่มต้นสารทั้งสองมีความเข้มข้น 0.015 mol/L และที่สภาวะสมดุลสารทั้งสองมีความเข้มข้น 1.13×10^{-2} mol/L แสดงว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นทั้งสองลดลง 3.68×10^{-3} mol/L และสารผลิตภัณฑ์คือ $H_2O(g)$ และ $CO(g)$ ที่เริ่มต้นสารทั้งสองมีความเข้มข้น 0.000 mol/L และที่สภาวะสมดุลสารทั้งสองมีความเข้มข้น 3.68×10^{-3} mol/L แสดงว่าความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ทั้งสองเพิ่มขึ้น 3.68×10^{-3} mol/L

2.2 ค่าคงที่สมดุลมีค่าเท่าใด จงแสดงวิธีการคำนวณ

(แนวคำตอบ) $K_c = \dfrac{[H_2O][CO]}{[H_2][CO]} = \dfrac{(3.68\times10^{-3})(3.68\times10^{-3})}{(1.13\times10^{-2})(1.13\times10^{-2})} = 0.106$

หัวข้อที่ 3 ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี

ข้อ 3 กำหนดปฏิกิริยาและค่าคงที่สมดุลดังต่อไปนี้

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$	$K_{eq} = 2$	…(1)
$2SO_3(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons 2H_2SO_4(g)$	$K_{eq} = 4$	…(2)
$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$	$K_{eq} = 0.5$	…(3)
$SO_3(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons H_2SO_4(g)$	$K_{eq} = 2$	…(4)
$2SO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons 2H_2SO_4(g)$	$K_{eq} = 8$	…(5)

สมการปฏิกิริยาที่ 3,4 และ 5 ได้จากการเปลี่ยนแปลงของสมการที่ 1, 2 และ 3 อย่างไร (การกลับข้างสมการเคมี การเปลี่ยนเลขสัมประสิทธิ์ด้วยการคูณสมการเคมี หรือการรวมสมการเคมี) และทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร (แสดงวิธีการคำนวณพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ)

(แนวคำตอบ)

สมการ (3) ได้จากการกลับข้างสมการ (1) คำนวณได้ดังนี้ ค่า $K_3 = \frac{1}{K_1} = \frac{1}{2} = 0.5$

สมการ (4) ได้จากการคูณสมการ (2) ด้วย $\frac{1}{2}$ คำนวณได้ดังนี้ ค่า $K_4 = K_2^{\frac{1}{2}} = 4^{1/2} = 2$

สมการ (5) ได้จากการรวมสมการ (1) และ (2) คำนวนวณได้ดังนี้ $K_5 = K_1 \times K_2$

จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการกลับข้างสมการ คูณสมการ และรวมสมการ จะทำให้ค่า K เปลี่ยน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

หัวข้อที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น)

ข้อ 4 จากการทดลองสมดุลของโครเมต-ไดโครเมตรไอออน

$2CrO_2^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}(aq) + H_2O(l)$

(Chromate ion) (Dichromate ion)

สีเหลือง สีส้ม

$NaOH(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$

$H_2SO_4(aq) \longrightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$

ผลการทดลองเป็นดังนี้

สารละลายที่เติมเพื่อรบกวนสมดุล	สีของสารละลายที่เกิดขึ้น	ระบบปรับตัวอย่างไรเพื่อเข้าสู่สมดุล (ไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ)
6 M NaOH	สีเหลือง	……
6 M H_2SO_4	สีส้ม	……

จากการทดลอง เมื่อเติม 6 M NaOH เพราะเหตุใดระบบจึงปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ และเมื่อเติม 6 M H_2SO_4 เพราะเหตุใดระบบจึงปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (ใช้หลักการของเลอชาเตอลิเอ) จงอธิบายพร้อมเหตุผลประกอบ

(แนวคำตอบ) เมื่อเติม NaOH เข้มข้น 6 M ลงไป สารละลาย NaOH จะให้ไอออนของ OH^- ตามสมการจากโจทย์ $NaOH(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$ ไอออนของ OH^- จะไปรบกวนสมดุลโดยรวมตัวกับ H^+ กลายไปเป็น H_2O ทำให้ความเข้มข้นของ H^+ ในระบบลดลง ระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่ โดยเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากขึ้นเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ H^+ ทำให้เห็นสีของสารละลายที่เกิดขึ้นเป็นสีเหลืองดังตารางผลการทดลอง เมื่อเติม H_2SO_4 เข้มข้น 6 M ลงไป สารละลาย H_2SO_4 จะให้ไอออนของ H^+ ตามสมการจากโจทย์ $H_2SO_4(aq) \longrightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$ ไอออนของ H^+ จะไปรบกวนสมดุลโดยไปเพิ่มความเข้มข้นของ H^+ ในระบบ ระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้นเพื่อลดความเข้มข้นของ H^+ ทำให้เห็นสีของสารละลายเป็นสีส้มดังตารางผลการทดลอง

หัวข้อที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน)

ข้อ 5 เมื่อนำชิ้นโลหะทองแดง (Cu) มาผสมกับสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น จะเกิดปฏิกิริยาดังสมการ

$$Cu(s) + 4HNO_3(aq) \rightleftharpoons Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

แล้วถ่ายแก๊ส NO_2 ที่เกิดขึ้นใส่กระบอกฉีดยา แก๊ส NO_2 จะเกิดการรวมตัวกันกลายไปเป็นแก๊ส N_2O_4 ดังสมการ

$$\underset{\text{สีน้ำตาลแดง}}{2NO_2(g)} \rightleftharpoons \underset{\text{ไม่มีสี}}{N_2O_4(g)}$$

เมื่อกดก้านหลอดฉีดยาจะเป็นการลดปริมาตรของระบบหรือเท่ากับการเพิ่มความดันให้ระบบ ทำให้ความเข้มข้นของแก๊สทุกตัวเพิ่มขึ้น แก๊สผสมจึงมีสีน้ำตาลแดงจางลง จากการทำการทดลองดังกล่าวข้างต้น เพราะเหตุใดเมื่อรบกวนสมดุลโดยการกดก้านหลอดฉีดยาแก๊สผสมจึงมีสีน้ำตาลแดงจางลง (ใช้หลักการของเลอชาเตอลิเอ)

(แนวคำตอบ) จากสมการปฏิกิริยาที่โจทย์กำหนด $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ จะเห็นได้ว่า NO_2 ที่เป็นสารตั้งต้นมีจำนวนโมลเท่ากับ 2 และ N_2O_4 ที่เป็นสารผลิตภัณฑ์มีจำนวนโมลเท่ากับ 1 กล่าวคือ จำนวนโมลของสารตั้งต้นมากกว่าจำนวนโมลของสารผลิตภัณฑ์ เมื่อกดก้านหลอดฉีดยาเป็นการรบกวนสมดุลโดยเป็นเพิ่มความดันให้แก่ระบบ ทำให้ความเข้มข้นของแก๊สทุกตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งจำนวนโมลของสารตั้งต้นมีมากกว่าผลิตภัณฑ์ทำให้สารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ ระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้นไปยังทิศทางของสารผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนโมลน้อยกว่า เพื่อลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น ทำให้เห็นสีของแก๊สผสมเป็นสีน้ำตาลแดงจางลง ตามสมการที่สภาวะสมดุลของแก๊ส NO_2 และแก๊ส N_2O_4

หัวข้อที่ 6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ)

ข้อ 6 สมดุลของปฏิกิริยาระหว่างเฮกซะอาควาโคบอลต์(II)ไอออน ($[Co(H_2O)_6]^{2+}$) และคลอไรด์ไอออน (Cl^-) เกิดเป็นเตตระคลอโรโคบอลเตต(II)ไอออน ($[CoCl_4]^{2-}$) และน้ำ ซึ่งมีปฏิกิริยาไปข้างหน้าเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานต่อไปนี้

$$[Co(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) + \text{พลังงาน} \rightleftharpoons [CoCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$$

Cobalt (II) hexahydrate ion — Cobalt (II) tetrachloride ion

สีชมพู — สีน้ำเงิน

เมื่อรบกวนปฏิกิริยาที่สมดุลโดยการเพิ่มอุณหภูมิ ระบบจะปรับตัวในทิศทางที่ให้ $[CoCl_4]^{2-}$ เพิ่มขึ้นสารละลายจึงมีสีน้ำเงินเข้มขึ้น ในทางกลับกัน ถ้ารบกวนสมดุลโดยการลดอุณหภูมิ ระบบจะปรับตัวไปทิศทางที่ให้ $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ เพิ่มขึ้น สารละลายจึงมีสีชมพูเข้มขึ้น และเมื่อระบบเข้าสู่สมดุลใหม่ความเข้มข้นของสารในระบบคงที่ สีของสารละลายจึงคงที่ จากปฏิกิริยาดังกล่าวข้างต้นเพราะเหตุใดเมื่อรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบสารละลายจึงมีสีน้ำเงินเข้มขึ้น และเมื่อลดอุณหภูมิของระบบสารละลายจึงมีสีชมพูเข้มขึ้น (ใช้หลักการของเลอชาเตอลิเอ)

(แนวคำตอบ) จากปฏิกิริยาจากโจทย์เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน เมื่อนำหลักของเลอชาเตอลิเอมาใช้อธิบาย ถ้ารบกวนสมดุลโดยการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบ ระบบจะปรับตัวในทิศทางที่ลดอุณหภูมิ โดยใช้ความร้อนไปช่วยในทำให้สารตั้งต้น $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ และ Cl^- ทำปฏิกิริยากันมากขึ้น ทำให้สมดุลเลื่อนไปข้างหน้าเพื่อให้เกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ $[CoCl_4]^{2-}$ และ H_2O มากขึ้น จึงทำให้สารละลายมีสีน้ำเงินเข้มขึ้น และที่สมดุลใหม่สารตั้งต้น $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ และ Cl^- จะมีความเข้มข้นลดลง และสารผลิตภัณฑ์ $[CoCl_4]^{2-}$ และ H_2O จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และเมื่อรบกวนสมดุลโดยการลดอุณหภูมิของระบบให้แก่ระบบ ระบบจะปรับตัวในทิศทางที่เพิ่มอุณหภูมิจากปฏิกิริยาจากโจทย์ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน แต่ปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน สมดุลจะเลื่อนย้อนกลับเพื่อจะคายความร้อนออกมาแล้วทำให้ระบบมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น จึงทำให้สารละลายมีสีชมพูเข้มขึ้น และที่สมดุลใหม่สารตั้งต้น $[Co(H_2O)_6]^{2+}$และ Cl^- จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และสารผลิตภัณฑ์ $[CoCl_4]^{2-}$ และ H_2O จะมีความเข้มข้นลดลง

หัวข้อที่ 7 สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

ข้อที่ 7 สารประกอบคาร์บอนจะมีการหมุนเวียนกลับสู่บรรยากาศและแหล่งน้ำได้โดยกระบวนการเผาไหม้และการเน่าเปื่อย เมื่อแก๊ส CO_2 ถูกปล่อยออกมาในบรรยากาศ บางส่วนจะคงอยู่ในบรรยากาศ บางส่วนจะละลายลงในแหล่งน้ำ มหาสมุทร หรือละลายในน้ำฝนแล้วซึมลงดิน ปริมาณของแก๊ส CO_2 ในบรรยากาศกับในแหล่งน้ำบนพื้นโลกจะอยู่ในภาวะสมดุลกัน

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

ปฏิกิริยารวม $CO_2(g) + 2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+ + HCO_3^-(aq)$

การเพิ่มแก๊ส CO_2 ให้กับบรรยากาศจะมีผลทำให้เกิดการละลายของแก๊ส CO_2 ลงในแหล่งน้ำมากขึ้น และทำให้น้ำธรรมชาติมีสภาพเป็นกรด ปัจจุบันแก๊ส CO_2 ในบรรยากาศมีปริมาณเพิ่มขึ้น เพราะว่ามีการเผาไหม้เชื้อเพลิงจำนวนมากในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม การขับเคลื่อนพาหนะที่ใช้สัญจรและในการดำรงชีวิตประจำวัน รวมทั้งการทำลายป่า มีผลทำให้ผลที่ตกลงมาและน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น เพราะเหตุใดการเพิ่มแก๊ส CO_2 ในบรรยากาศทำให้แหล่งน้ำมีความเป็นกรด

(แนวคำตอบ) การเพิ่มแก๊ส CO_2 ในบรรยากาศ เป็นการรบกวนสมดุลของระบบโดยการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นคือ แก๊ส CO_2 ตามหลักของเลอชาเตอลิเอเมื่อระบบถูกรบกวนโดยการเพิ่มความเข้มข้น ระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยลดตัวรบกวนนั้น กล่าวคือปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่ในทิศทางที่จะลดความเข้มข้นข้นของสารที่เพิ่มลงไป จากปฏิกิริยา $CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$ ระบบจึงปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดยสมดุลเลื่อนไปข้างหน้า ทำให้ที่สภาวะสมดุลใหม่สารผลิตภัณฑ์คือกรด H_2CO_3 มีความเข้มข้นมากขึ้น และเมื่อรวมตัวกับน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติทำให้แหล่งนี้มีความเป็นกรดมากขึ้น เพราะจากปฏิกิริยาจากโจทย์ $H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq)$ กรด H_2CO_3 จากปฏิกิริยาแรกมากขึ้น จะเป็นการรบกวนสมดุลของปฏิกิริยานี้โดยเพิ่มความเข้มข้นของกรด H_2CO_3-ระบบจึงปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่เพื่อลดความเข้มข้นของกรด H_2CO_3 จึงทำให้ H_2CO_3 ทำปฏิกิริยากับ H_2O มากขึ้น ทำให้สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า ที่สภาวะสมดุลใหม่สารผลิตภัณฑ์ H_3O^+ และ HCO_3^- จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

คำชี้แจง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุล
3. เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมี
4. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมี
5. คำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุล
6. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
7. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ
8. ใช้หลักของเลอชาเตอลิเอในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวน
9. อธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1. ระบบต่อไปนี้ระบบใดอยู่ในภาวะสมดุล

ก. น้ำแข็งในถ้วยแก้ว

ข. น้ำร้อนในกระติกที่ปิดฝาแน่น

ค. น้ำเชื่อมข้นและมีผลึกน้ำตาลนอนก้นในขวดที่ปิดฝาสนิท

1. ข้อ ก และ ข 2. ข้อ ข และ ค

3. ข้อ ก และ ค 4. เฉพาะข้อ ค

2. การเปลี่ยนแปลงใดต่อไปนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

1. การเผาถ่าน 2. ไอโอดีนในภาชนะปิด

3. การต้มข้าว 4. การหลอมเหลวของน้ำแข็ง ณ อุณหภูมิห้อง

3. สมดุลไดนามิก หมายความว่าอย่างไร ณ ภาวะสมดุล

1. การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับยังดำเนินต่อไป

2. ระบบมีทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ปนกันอยู่

3. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์มีค่าคงที่

4. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากัน

4. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ ณ ภาวะสมดุล

1. อัตราส่วนอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากับหนึ่ง

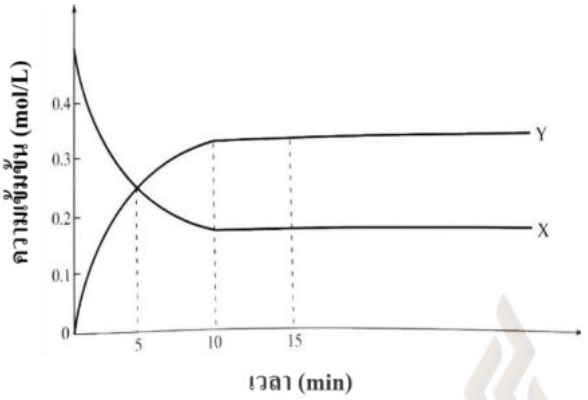
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ารวมกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากับหนึ่ง

3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าคูณกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากับหนึ่ง

4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับรากที่สองของอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

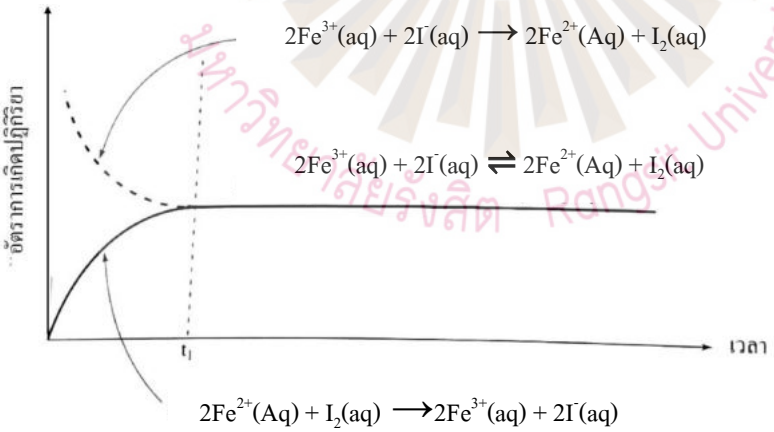
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

5. ข้อความใดถูกต้องจากกราฟของปฏิกิริยา X ⇌ Y ดังต่อไปนี้



1. เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล
2. เมื่อถึงสมดุล ปริมาณผลิตภัณฑ์จะน้อยกว่าสารตั้งต้น
3. อย่างน้อยสุดต้องใช้เวลา 15 นาที ระบบจึงเข้าสู่ภาวะสมดุลอย่างแท้จริง
4. อย่างน้อยที่สุดต้องใช้เวลา 10 นาที ระบบจึงเข้าสู่สมดุลอย่างแท้จริง

6. กำหนดกราฟต่อไปนี้ จากกราฟสรุปได้ว่าอย่างไร



1. ปฏิกิริยาอาจถึงสมดุลได้ในระยะเวลาก่อนถึงเวลา t_1
2. เมื่อเริ่มปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น
3. หลังเวลา t_1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- เร็วกว่า Fe^{2+} กับ I_2
4. หลังเวลา t_1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- เท่ากับ Fe^{2+} กับ I_2

7. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่สมดุล (K) กับปฏิกิริยาเคมีข้อใดไม่ถูกต้อง

1. $2NO(g) + 2CO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2CO_2(g)$ $K = \frac{[N_2][CO_2]^2}{[NO]^2[CO]^2}$

2. $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$ $K = \frac{[O_2]^3}{[O_3]^2}$

3. $PBr_3(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons PBr_5(g)$ $K = \frac{[PBr_5]}{[PBr_3][Br_2]}$

4. $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ $K = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]}$

8. ค่าคงที่สมดุล K ของปฏิกิริยา $2NaCl(s) \rightleftharpoons 2Na(g) + Cl_2(g)$ เป็นไปตามข้อใด

1. $K = [Na][Cl_2]$

2. $K = \frac{1}{[Na][Cl_2]^2}$

3. $K = [Na]^2[Cl_2]$

4. $K = \frac{[Na]^2[Cl_2]}{[NaCl]^2}$

9. สมการค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightleftharpoons 2Fe(s) + 3CO_2(g)$ ควรเป็นข้อใด

1. $[CO_2]^3/[CO]^3$
2. $[CO]^2/[CO_2]^3$
3. $[CO_2]/[CO]$
4. $[Fe]^2[CO_2]^3/[Fe_2O_3][CO]^3$

10. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ มีค่าเท่าใด ถ้าความเข้มข้น ณ ภาวะสมดุลของ $[CO]$, $[H_2]$ และ $[CH_3OH]$ เท่ากับ 2.0, 5.3 และ 4.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

1. 0.071
2. 0.053
3. 0.038
4. 0.026

11. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ มีค่าเท่ากับ 3×10^2 พบว่า ณ ภาวะสมดุลมี $[O_2]$ และ $[SO_3]$ เท่ากับ 0.19 และ 2.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จะมี $[SO_2]$ อยู่เท่าใด ณ ภาวะสมดุล

1. 0.31 mol/dm^3
2. 0.35 mol/dm^3
3. 0.25 mol/dm^3
4. 0.63 mol/dm^3

12. เมื่อให้ความร้อนแก่ $PCl_5(g)$ ในภาชนะขนาด 1.0 L พบว่าเมื่อถึงสภาวะสมดุลมี $PCl_5(g)$ 0.40 mol และ $Cl_2(g)$ 0.40 mol ค่าคงที่สมดุล K_c การสลายตัว PCl_5 เป็น PCl_3 และ Cl_2 มีค่า 0.50 จงคำนวณหาความเข้มข้นของ PCl_5 ที่สภาวะสมดุล

1. 0.48 mol/L 2. 0.68 mol/L 3. 0.32 mol/L 4. 0.98 mol/L

13. ค่าคงที่สมดุล K_p ของปฏิกิริยา $2H_2S(g) \rightleftharpoons 2H_2(g) + S_2(g)$ มีค่าเท่าใด เมื่อค่าคงที่สมดุล K_c ของปฏิกิริยาเท่ากับ 1.06×10^{-2} ที่ 7.5×10^2 องศาเซลเซียส

1. 0.890 2. 0.652 3. 0.172 4. 0.126

14. ค่าคงที่สมดุล K_c ของปฏิกิริยา $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ เท่ากับ 54 ที่ 700 เคลวิน ณ สมดุลที่อุณหภูมิเดียวกันนี้พบว่าในภาชนะขนาด 2.0 ลิตร มีแก๊สไฮโดรเจนไอโอไดด์ (HI) 0.6 โมล และแก๊สไฮโดรเจน (H_2) 0.4 โมล จะมีแก๊สไอโอดีน (I_2) กี่โมลต่อลิตร

1. 0.04 mol/L 2. 0.008 mol/L 3. 0.02 mol/L 4. 0.03 mol/L

15. แก๊สไนโตรเจน (N_2) และแก๊สไฮโดรเจน (H_2) ทำปฏิกิริยาเคมีในภาชนะขนาด 250 มิลลิลิตรดังสมการเคมี $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ที่ 700 เคลวิน ณ สมดุล พบว่ามีแก๊สไนโตรเจน แก๊สไฮโดรเจน และแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 0.200 0.750 และ 0.400 โมล ตามลำดับ ค่าคงที่สมดุล K_c มีค่าเท่าใด

1. 0.119 2. 0.319 3. 0.419 4. 0.619

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 16-17

กำหนดปฏิกิริยา $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g)$

16. สมการค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาควรเป็นข้อใด

1. $K = k[CO]^2[O_2]$ 2. $K = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$

3. $K = \frac{[CO_2]}{[CO][O_2]}$ 4. $\frac{[CO_2]^2}{[CO]^2[O_2]}$

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

17. ค่าคงที่สมดุล (K') ของปฏิกิริยา $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO2(g)$ ควรมีความสัมพันธ์กับค่าคงที่สมดุล K ในข้อ 15 อย่างไร

1. $K' = \sqrt{K}$ 2. $K' = K$ 3. $K' = K^2$ 4. $K' = \frac{1}{K}$

18. กำหนดค่าคงที่สมดุลที่อุณหภูมิ 25 องศาสเซลเซียส ของปฏิกิริยาต่อไปนี้

$N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons N_2O(g)$, $K = 0.7 \times 10^{-19}$

$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$, $K = 4.2 \times 10^{-31}$

ค่าคงที่สมดุลที่อุณหภูมิ 25 องศาสเซลเซียส ของปฏิกิริยาต่อไปนี้มีค่าเท่าใด

$N_2O(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$

1. 6×10^{-14} 2. 6×10^{-12} 3. 6×10^{-13} 4. 6×10^{-11}

19. ปฏิกิริยาใดต่อไปนี้จะเกิดปฏิกิริยาได้ผลิตภัณฑ์มากที่สุดเมื่อความดันของระบบเพิ่มขึ้น (อุณหภูมิคงที่)

1. $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ 2. $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
3. $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ 4. $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

20. ในปฏิกิริยา $H_2(g) + I_2(g) + 49.79\ kJ \rightleftharpoons 2HI(g)$ ถ้าต้องการเพิ่มความเข้มข้นของ HI จะทำได้โดยวิธีใด

1. เพิ่มความดัน 2. ลดความดัน
3. เพิ่มอุณหภูมิ 4. ลดอุณหภูมิ

21. คอปเปอร์ (II) ไอออนในน้ำมีสีน้ำเงินอ่อน แต่ถ้าเติมกรด HCl ลงไป สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยา ดังนี้

$[Cu(H_2O)_4]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}(aq) + 4H_2O(l)$

สีน้ำเงิน สีเหลือง

ถ้าต้องการให้สารละลายเปลี่ยนกลับไปเป็นสีน้ำเงินอ่อนอย่างเดิมควรทำอย่างไร

ก. เติมน้ำ ข. เติมเบสไปสะเทินกรด HCl ค. เติมสารละลาย $AgNO_3$ ง. เติมสารละลาย NaCl

1. ข้อ ก และ ข 2. ข้อ ก และ ค
3. ข้อ ค และ ง 4. ข้อ ก ข และ ง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

22. ในการศึกษาปฏิกิริยาระหว่าง $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ กับ Cl^- สิ่งที่สังเกตได้และสรุปข้อใดถูกต้อง

$[Co(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons [CoCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O$

สีชมพู **สีน้ำเงิน**

ข้อ	สารละลายที่เติม	สีของสารละลายครั้งสุดท้าย	ข้อสรุป
1.	โซเดียมคลอไรด์ (NaOH)	สีชมพู	โมลของ $[CoCl_4]^{2-}$ ลดลง
2.	น้ำ (H_2O)	สีน้ำเงิน	โมลของ $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ เพิ่มขึ้น
3.	HCl เข้มข้น	สีน้ำเงิน	โมลของ $[CoCl_4]^{2-}$ เพิ่มขึ้น
4.	น้ำ (H_2O)	สีชมพู	โมลของ $[Co(H_2O_6)]^{2+}$ เพิ่มขึ้น

23. กำหนดปฏิกิริยาสมดุล $CH_4(g) + 2H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4H_2(g)$ ปัจจัยในข้อใดมีผลทำให้สมดุลย้อนกลับ

1. เพิ่มความดันและเพิ่มปริมาตรโดยการเติมแก๊สเฉื่อยลงไป
2. ลดความดันของระบบโดยการเพิ่มปริมาตรของระบบ
3. เพิ่มความดันของระบบโดยการลดปริมาตรของระบบ
4. เพิ่มปริมาตรโดยการเติมแก๊สเฉื่อยด้วยการควบคุมความดันให้คงที่

24. สำหรับการสลายตัวของ $CaCO_3$ ซึ่งจัดเป็นกระบวนการดูดความร้อน

$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO(g)$ ปัจจัยใดที่มีผลทำให้ปริมาณแก๊ส CO_2 เพิ่มขึ้น

1. เพิ่มความดันให้แก่ระบบ
2. เพิ่มทั้งอุณหภูมิและความดันให้กับระบบ
3. เพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบ
4. ลดทั้งอุณหภูมิและความดันให้กับระบบ

25. พิจารณาปฏิกิริยาการเตรียม NH_3 ในกระบวนการฮาเบอร์

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$; $\Delta H < 0$ การเปลี่ยนแปลงตามข้อใดไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณ NH_3

1. ลดปริมาตรของระบบลง
2. เพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบ
3. เพิ่มความดันให้กับระบบ
4. ลดปริมาณ NH_3 ลงเพื่อให้เข้าสู่สภาวะสมดุลใหม่

26. ข้อสรุป<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับสมดุลของปฏิกิริยา $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightleftharpoons 2Fe(s) + 3CO_2(g)$

1. ลดปริมาณ CO มีผลทำให้สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า
2. เพิ่มปริมาณ CO มีผลทำให้สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า
3. เพิ่มปริมาณ Fe ลงในระบบ จะไม่มีการเลื่อนไปของสมดุล
4. เพิ่มปริมาณ CO_2 ลงในระบบ สมดุลเลื่อนย้อนกลับ

27. ปัจจัยใดมีผลทำให้มีการเพิ่มปริมาณไอน้ำของปฏิกิริยา

$CaO(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons Ca(OH)_2(s) + 109.2\ kJ$

1. เพิ่มปริมาณ CaO
2. เพิ่มอุณหภูมิ
3. เพิ่มความดันโดยการลดปริมาตร
4. เพิ่มตัวเร่งปฏิกิริยา

28. ณ ภาวะสมดุลของแก๊ส SO_2 และ SO_3 เป็นดังนี้

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$; $\Delta H < 0$

ปัจจัยใดที่มีผลต่อค่าคงที่สมดุลและการเพิ่มปริมาณแก๊ส SO_3

1. ลดอุณหภูมิ
2. เพิ่มตัวเร่งปฏิกิริยา V_2O_5 ลงไป
3. เพิ่มความดันให้กับระบบ
4. เพิ่มปริมาณ O_2 ลงไปในระบบ

29. การผลิตแก๊สแอมโมเนียนุตสาหกรรม ใช้ปฏิกิริยาดังนี้

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + Energy$

ถ้าผู้ประกอบการต้องการผลิตภัณฑ์มากที่สุดควรทำอย่างไร

1. เพิ่มความดัน
2. ความดันคงที่และลดอุณหภูมิ
3. เพิ่มความดัน และลดอุณหภูมิ
4. เพิ่มเวลาในการทำปฏิกิริยาให้นานมากขึ้น

30. โรคหายใจเกิน (Hyperventilation Syndrome) ร่างกายขับ CO_2 มากกว่าปกติ

จากปฏิกิริยา CO_2 สามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำในเลือดเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3)

$CO_2(g) + 2H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$ ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อ CO_2 ในเลือดต่ำ

1. ความเข้มข้นของ H_3O^+ ในเลือดลดลง
2. ปฐมพยาบาลโดยหายใจในถุงที่ครอบทั้งปากและจมูก เพื่อเพิ่มปริมาณ CO_2
3. ส่งผลให้เกิดอาการต่าง ๆ เช่น หน้ามืด เวียนศีรษะ ใจสั่น กล้ามเนื้อเกร็ง
4. ถูกทุกข้อ

แบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครู โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครู โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น

5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. ด้านเนื้อหา/ความรู้					
1.1 นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหา					
1.2 นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา					
1.3 เนื้อหามีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน					
2. ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบ					
2.2 นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต					
2.3 นักเรียนได้ฝึกทักษะการอธิบายและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์					
2.4 นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือภายในกลุ่มและเกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูและเพื่อน ๆ ในห้องเรียน					
2.5 นักเรียนได้ฝึกการนำเสนองานหน้าชั้นเรียน					

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
3. ด้านผู้เรียน					
3.1 นักเรียนรู้สึกชอบและมีความสุขในการเรียนวิชาเคมี					
3.2 นักเรียนรู้สึกภูมิใจที่ได้มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม รวมไปถึงการอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน					
3.3 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
4. ด้านครู					
4.1 ครูใส่ใจนักเรียน มีความตั้งใจสอน					
4.2 ครูมีการเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
4.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น					
4.4 ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
4.5 ครูส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือทำปฏิบัติทดลอง					
4.6 ครูสร้างบรรยากาศให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้					
4.7 ครูสามารถประยุกต์เนื้อหาที่สอนเข้ากับชีวิตประจำวัน					

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ค
ผลการหาคุณภาพเครื่องมือและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ ค.1 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 7 ข้อ

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ ค.2 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
27	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.83	0.20
2	0.73	0.27
3	0.77	0.33
4	0.73	0.40
5	0.77	0.20
6	0.77	0.20
7	0.80	0.27
8	0.73	0.53
9	0.80	0.40
10	0.77	0.47
11	0.83	0.33
12	0.80	0.27
13	0.63	0.20
14	0.83	0.20
15	0.63	0.20
16	0.70	0.47
17	0.73	0.40
18	0.77	0.47
19	0.83	0.20
20	0.80	0.40
21	0.80	0.40
22	0.83	0.33
23	0.83	0.33
24	0.63	0.60
25	0.90	0.20
26	0.57	0.60

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
27	0.60	0.67
28	0.80	0.40
29	0.83	0.33
30	0.83	0.33

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.98

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตาราง ค.4 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สภาวะสมดุล (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	1	2
2	3	5
3	2	4
4	3	4
5	2	4
6	2	3
7	3	5
8	2	4
9	3	4
10	1	3
11	1	2
12	0	2
13	3	5
14	2	3
15	3	5
16	3	5
17	2	4
18	3	5
19	2	3
20	2	4
21	3	4
22	3	4
23	3	5
24	2	4
25	3	5
26	2	4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	1	2
28	2	3
29	3	5
30	3	5
31	1	4
32	2	4
33	1	3
34	2	4
35	2	4
36	2	5
37	2	4
38	1	2
39	2	3
40	3	5
41	2	3
42	2	4
43	1	3
44	1	3
45	1	3
46	3	5
47	1	3
48	2	4
49	2	4
50	3	5

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตาราง ค.5 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	3
2	3	5
3	3	5
4	2	4
5	1	4
6	2	3
7	3	5
8	3	5
9	2	4
10	3	5
11	2	4
12	3	5
13	3	5
14	2	3
15	3	5
16	2	4
17	2	4
18	2	4
19	2	3
20	2	4
21	3	5
22	3	5
23	3	5
25	3	5
26	2	4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	3	4
28	2	3
29	3	5
30	3	5
31	3	5
32	2	4
33	3	5
34	3	5
35	2	4
36	3	5
37	2	5
38	3	5
39	3	5
40	3	5
41	2	4
42	2	4
43	3	5
44	2	4
45	3	5
46	3	5
47	3	4
48	1	3
49	3	5
50	4	5

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตาราง ค.6 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	4
2	1	4
3	2	4
4	2	4
5	1	4
6	2	4
7	3	5
8	3	5
9	2	4
10	2	4
11	1	4
12	3	5
13	2	5
14	2	4
15	3	5
16	3	6
17	3	5
18	2	4
19	3	5
20	2	5
21	3	5
22	3	5
23	3	5
24	2	4
25	1	4
26	2	3

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	2	4
28	3	5
29	2	3
30	2	4
31	4	5
32	3	5
33	2	4
34	1	5
35	3	5
36	3	5
37	2	4
38	1	4
39	1	4
40	2	4
41	2	4
42	3	5
43	2	3
44	2	3
45	1	2
46	3	5
47	1	2
48	2	4
49	3	5
50	2	4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตาราง ค.7 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น) (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	4
2	1	3
3	2	4
4	2	4
5	3	5
6	1	4
7	1	4
8	2	5
9	1	2
10	1	4
11	2	3
12	1	3
13	2	3
14	2	4
15	1	2
16	2	5
17	2	4
18	1	4
19	2	4
20	2	4
21	1	4
22	2	5
23	2	4
24	1	3
25	2	4
26	1	4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	2	3
28	1	3
29	1	3
30	1	3
31	2	3
32	2	3
33	2	4
34	1	3
35	1	3
36	2	4
37	1	4
38	1	4
39	1	4
40	1	3
41	1	4
42	2	4
43	2	4
44	1	4
45	2	4
46	1	4
47	3	5
48	1	4
49	2	5
50	3	5

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตาราง ค.8 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (ความดัน) (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	1	4
2	1	4
3	3	5
4	3	5
5	1	4
6	1	4
7	3	6
8	3	6
9	1	4
10	1	4
11	1	4
12	1	4
13	2	5
14	2	4
15	1	4
16	1	4
17	2	5
18	3	5
19	3	5
20	1	4
21	1	4
22	3	5
23	1	4
24	1	4
25	2	5

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
26	1	4
27	1	4
28	2	4
29	1	4
30	2	4
31	1	4
32	1	4
33	3	5
34	1	4
35	3	5
36	3	4
37	2	3
38	3	5
39	1	4
40	2	3
41	1	4
42	2	3
43	2	3
44	1	4
45	1	4
46	2	4
47	2	4
48	2	5
49	3	5
50	2	4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตาราง ค.9 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมดุล (อุณหภูมิ) (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	5
2	3	5
3	2	4
4	3	6
5	3	5
6	3	5
7	2	6
8	3	5
9	3	4
10	1	4
11	2	5
12	1	4
13	3	5
14	3	5
15	1	4
16	3	5
17	3	6
18	3	5
19	3	5
20	4	6
21	3	5
22	3	5
23	3	5
24	3	6
25	3	5
26	3	5

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	3	5
28	2	5
29	2	5
30	1	4
31	1	4
32	3	5
33	2	5
34	3	5
35	1	5
36	3	5
37	3	5
38	3	5
39	1	4
40	3	5
41	1	4
42	2	3
43	2	3
44	2	4
45	3	5
46	1	5
47	3	5
48	3	5
49	3	6
50	2	4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตาราง ค.10 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	5
2	2	5
3	3	5
4	3	6
5	1	4
6	1	4
7	3	6
8	1	4
9	1	4
10	2	4
11	2	5
12	1	4
13	1	4
14	3	5
15	3	5
16	3	5
17	2	5
18	2	5
19	3	5
20	3	5
21	3	5
22	3	6
23	3	5
24	3	5
25	2	4
26	2	5

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	2	4
28	2	4
29	2	5
30	2	5
31	2	4
32	3	5
33	3	6
34	3	6
35	1	4
36	3	5
37	3	6
38	3	5
39	3	5
40	3	5
41	3	5
42	3	5
43	3	5
44	3	6
45	2	4
46	3	5
47	2	4
48	1	4
49	3	6
50	1	4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตาราง ค.11 แสดงคะแนนก่อน-หลังเรียน จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	6	18
2	7	22
3	8	28
4	11	27
5	5	28
6	7	26
7	10	31
8	9	17
9	8	20
10	10	25
11	4	27
12	13	23
13	5	25
14	6	18
15	8	31
16	9	27
17	7	30
18	10	26
19	6	32
20	6	31
21	8	25
22	7	27
23	11	31
24	6	21
25	7	28
26	11	15

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	6	29
28	16	29
29	11	33
30	6	25
31	11	24
32	8	28
33	11	30
34	9	27
35	8	32
36	6	22
37	7	25
38	8	26
39	6	20
40	10	29
41	5	19
42	7	19
43	7	13
44	9	22
45	8	28
46	5	25
47	11	15
48	10	23
49	11	22
50	9	22

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง

ภาพกิจกรรมของนักเรียนและตัวอย่างผลงาน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ง.1 นักเรียมร่วมกันทำนายจากสถานการณ์

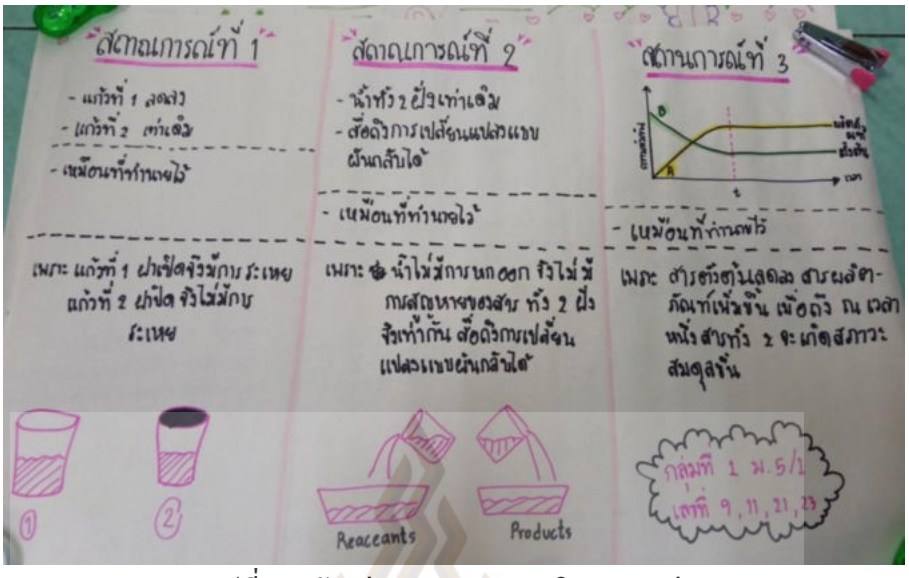
รูปที่ ง.2 นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นผ่านการทำการทดลอง

รูปที่ ง.3 นักเรียนร่วมกันสร้างคำอธิบายจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกต

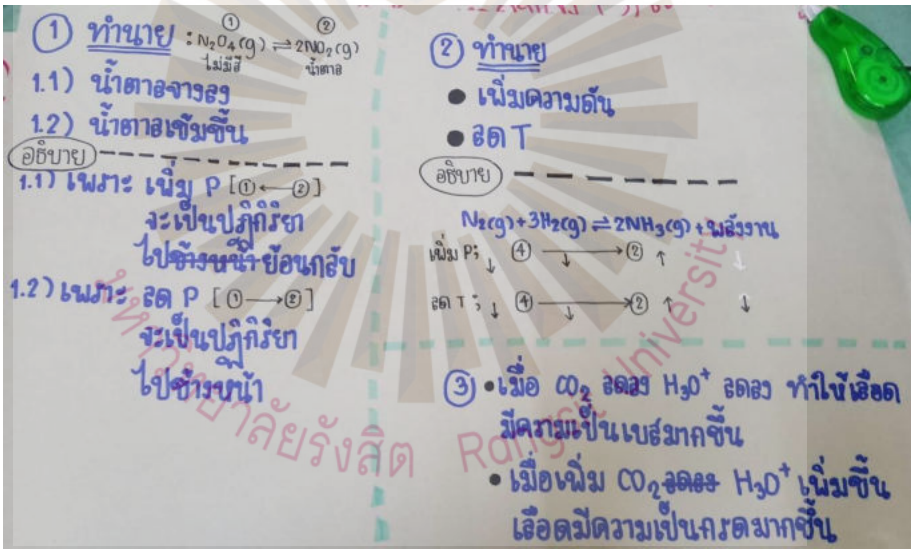
รูปที่ ง. 4 นักเรียนออกมานำเสนอคำอธิบายของกลุ่มตัวเอง

รูปที่ ง.5 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อทำกิจกรรม

รูปที่ ง.6 นักเรียนทำการทดลอง



รูปที่ ง.7 ตัวอย่างผลงานการทำกิจกรรมกลุ่ม



รูปที่ ง.8 ตัวอย่างผลงานการทำกิจกรรมกลุ่ม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	มนัสชนก ตานาง
วัน เดือน ปีเกิด	28 ตุลาคม 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี, 2561 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, 2562
ทุนการศึกษา	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (ระยะที่ 3 รุ่นที่ 6)
ที่อยู่ปัจจุบัน	176 หมู่ 1 ตำบลปงตำ อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University