



การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะ
ในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

DEVELOPMENT OF THE CHEMISTRY ACTIVE LEARNING LESSON USING TEAM-
BASED LEARNING IN STOICHIOMETRY TOPIC TO ENHANCE 21ST CENTURY SKILLS
FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

สุวิสา บุญน้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อ
ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF THE CHEMISTRY ACTIVE LEARNING LESSON USING
TEAM-BASED LEARNING IN STOICHIOMETRY TOPIC TO ENHANCE
21ST CENTURY SKILLS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS



SUWISA BOONNOM

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Chemistry)
Faculty of Science Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะ
ในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

สุวิสา บุญน้อม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดร.บัณฑิต)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรณี ลีกิจวัฒน์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้ง

ประเสริฐ)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย	สุวิสา บุญน้อม
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยรัตน์ ดรบบัณฑิต

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for dependence samples และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงานและด้านทักษะการสื่อสารหลังการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มทดลองเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for independence samples สำหรับการพัฒนาบทเรียน ซึ่งผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานจำนวน 3 กิจกรรม ประกอบด้วย กิจกรรมที่ 1 กฎทรงมวล กิจกรรมที่ 2 กฎสัดส่วนคงที่ และกิจกรรมที่ 3 กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร พบว่าผลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ บทเรียนมีความเหมาะสมขององค์ประกอบอยู่ในระดับมาก จากนั้นนำบทเรียนไปหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยใช้นักเรียนจำนวน 30 คน พบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.67/70.80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70 ที่กำหนดไว้ และเมื่อนำบทเรียนไปจัดการเรียนรู้กับกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การเรียนรู้เชิงรุก, บทเรียนเคมี, การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน, ปริมาณสารสัมพันธ์, ทักษะในศตวรรษที่ 21, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Title	DEVELOPMENT OF THE CHEMISTRY ACTIVE LEARNING LESSON USING TEAM-BASED LEARNING IN STOICHIOMETRY TOPIC TO ENHANCE 21 ST CENTURY SKILLS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS
Author	SUWISA BOONNOM
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Assistant Professor Piyarat Doonbhundit , Ph.D.

This research aims to develop the chemistry active learning lesson using team-based learning in stoichiometry to enhance 21st century skills for high school students and to compare learning achievement before and after by an experimental group, then analyzed by the t-test for dependent samples. Also, their learning achievement and 21st century skills which included collaborative and communicative skills in the experimental and control group were compared and analyzed using the t-test for independent samples. This developed lesson was evaluated by the experts and composed of three active learning activities using team-based learning, including the following: 1) the law of conservation of mass; 2) the law of definite proportion; 3) the Gay Lussac's law & Avogadro's law. The evaluation result from the experts showed that the elements of the lesson were correlated at a high criteria. The result of the lesson trial the with thirty students showed a lesson efficiency of E_1/E_2 at 76.67/70.80, according to the efficiency criteria of 70/70. After the lesson, the experimental group achieved a higher posttest score than the pretest score at a .05 level of significance, and higher posttest score than the control group at a .05 level of significance. The study of 21st century skills in both the experimental and control groups after the lesson showed that the experimental group had higher 21st century skills than the control group at a .05 level of significance.

Keyword : Active Learning, Chemistry Lesson, Team-Based Learning, Stoichiometry, 21st Century Skills, High School Students

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเนื่องจาก ผู้วิจัยได้รับความกรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการทำวิจัยจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้สละเวลาและให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจ และขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้ง ประเสริฐ ผู้ให้ความกรุณาเป็นทั้งกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยที่ดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ และครูสุรีย์ ยิ่งเจริญ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยให้คำแนะนำ แง่คิดในการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับการศึกษาและวิจัย จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดามารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนในด้านการศึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีให้เสมอมา ขอคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่อยู่เคียงข้างกันเสมอมา คุณค่าและประโยชน์จากการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

สุวิสา บุญน้อม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ตัวแปรที่ศึกษา	4
เนื้อหา	4
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	10
1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา สาระการเรียนรู้วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	10
1.2 สาระสำคัญเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์	11

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	13
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยกรรม ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม.....	14
2.1 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยกรรมปฏิสัมพันธ์ทางสังคม	14
2.2 การนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยกรรมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมไปใช้ในการจัดการ เรียนรู้	18
2.3 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน.....	21
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน	27
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	28
3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	28
3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	30
3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	30
3.4 แนวการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	33
3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	34
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21.....	35
4.1 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21.....	35
4.2 องค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21	38
4.3 แนวปฏิบัติในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21.....	43
4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21	45
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	46
ประชากร	46
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	46
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	47

แบบแผนการทดลอง.....	48
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
การเก็บรวบรวมข้อมูล	66
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	71
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	75
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	75
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	87
สมมติฐานในการวิจัย.....	87
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	88
สรุปผลการวิจัย.....	91
อภิปรายผลการศึกษา.....	92
ข้อเสนอแนะ	102
บรรณานุกรม	103
ภาคผนวก.....	112
ประวัติผู้เขียน.....	154

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	47
ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลอง.....	48
ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน (TBL) และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องกฎทรงมวล ...	67
ตาราง 4 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัด และร้อยละคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	76
ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้	77
ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	80
ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	85
ตาราง 8 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	86

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	7
ภาพประกอบ 2 การเกิดพัฒนาทางเชาวน์ปัญญาของมนุษย์.....	16
ภาพประกอบ 3 บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเชาวน์ปัญญา.....	17
ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน.....	25
ภาพประกอบ 5 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน.....	26
ภาพประกอบ 6 กรอบแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.....	36
ภาพประกอบ 7 การชี้แจงรูปแบบการเรียนรู้แบบ TBL และการกำหนดสมาชิกแต่ละกลุ่มภายใน บทเรียน.....	51
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างเนื้อหาและแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมภายในบทเรียนเรื่องกฎทรงมวล ที่ มอบหมายให้นักเรียนศึกษาและทดสอบความเข้าใจก่อนเข้าชั้นเรียน	52
ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างใบกิจกรรมประกอบการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม กิจกรรม ที่ 1 เรื่อง กฎทรงมวล ภายในบทเรียน.....	54
ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างใบกิจกรรมประกอบการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม กิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่ ภายในบทเรียน	55
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างใบกิจกรรมประกอบการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎอาโวกาโดร ภายในบทเรียน	57
ภาพประกอบ 12 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณ สารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้	79

ภาพประกอบ 13 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและควบคุม	81
ภาพประกอบ 14 ค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียนเป็นรายบุคคล	82
ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างการวางแผนการทำงานโดยกำหนดหน้าที่การทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม	83
ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างการวางแผนการทำงานโดยกำหนดหน้าที่การทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม	84
ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างการนำเสนอผลงานของกลุ่มในห้องเรียน	84
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนเข้าชั้นเรียน	97
ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องกฎทรงมวลแก้ปัญหาทางปริมาณสารสัมพันธ์	98

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาเคมีเป็นวิชาที่ยากและมีความซับซ้อน เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม มีการใช้สัญลักษณ์ โดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลเคมี กรดเบส สารละลาย และปริมาณสารสัมพันธ์ เนื่องจากการเรียนรู้เนื้อหาดังกล่าว นักเรียนจะต้องมีทั้งความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (conceptual understanding) และต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตัวเลข (numerical problem) ควบคู่กัน (Agung & Schwartz, 2007; Fach, de Boer, & Parchmann, 2007; Laddawan Burana & Chanyah Dahsah, 2016)

สำหรับการจัดการเรียนรู้ในประเทศไทย เนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จัดอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยปัญหาที่พบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ คือ การให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาเชิงตัวเลขด้วยการฝึกแก้โจทย์ปัญหา มากกว่าการสร้าง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ จึงทำให้นักเรียนมักประสบปัญหาในการเรียนปริมาณสารสัมพันธ์ เช่น ไม่สามารถแก้ปัญหทางปริมาณสารสัมพันธ์ได้ เมื่อเจอกับสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือปัญหาที่ซับซ้อน เนื่องจากไม่มีความเข้าใจในเชิงมโนทัศน์มากพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ (Agung & Schwartz, 2007; Chanyah Dahsah & Coll, 2007) ทำให้นักเรียนระดับมัธยมตอนปลาย ที่หากขาดความเข้าใจในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ จะทำให้พบปัญหาในการเรียนวิชาเคมีในระดับสูงขึ้นไป ยกตัวอย่างเช่น ผู้เรียนเคมีมักพบอุปสรรคในการทำ ความเข้าใจเรื่องกฎทรงมวล (law of conservation of mass) ซึ่งเป็นหนึ่งในหลักการพื้นฐานและสำคัญ จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ครูผู้สอนจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญในการสร้างความเข้าใจในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ให้กับผู้เรียน (Opara, 2014; Özmen & Ayas, 2003; PAIXÃO & Cachapuz, 2000)

แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มีหลักการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน การสร้างความคิดใหม่จากการอภิปรายร่วมกัน การทดลองหรือการนำความคิดไปใช้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) และมีหลายงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ (Opara, 2014; Tingle & Good, 1990; วราภรณ์ ศรีวิโรจน์, สิริินภา กิจเกื้อกุล, วาริรัตน์ แก้วอุไร, & วิไลวรรณ วิภาจักษณ์

กุล, 2014) ที่แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์มากขึ้น และช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ เนื่องจากการเรียนรู้ร่วมกับกลุ่มมีส่วนช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เมื่อเทียบกับให้นักเรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคล (Lumpe & Staver, 1995) กลุ่มมีบทบาทสำคัญที่ช่วยกระตุ้นสมาชิกแต่ละคนให้มีส่วนร่วม และมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ กระตุ้นให้สมาชิกแสดงความสามารถทางสติปัญญา และเกิดการสร้างองค์ความรู้ภายในตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างสมาชิก ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ และสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีทางจิตวิทยาของวิกออตสกี แนวคิดที่สำคัญในทฤษฎีของวิกออตสกีที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ บริเวณความใกล้เคียง พัฒนาการเขาวงกตปัญญา (zone of proximal development: ZPD) ที่อธิบายความแตกต่างระหว่างความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อได้รับความช่วยเหลือจากผู้ที่มีระดับความรู้ความสามารถมากกว่า (Vygotsky, 1978) ทำให้เมื่อมีการเรียนรู้ร่วมกันของกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความรู้ความสามารถแตกต่างกัน จะช่วยพัฒนาให้นักเรียนให้เป็นไปตามศักยภาพสูงสุดของแต่ละคนได้

อย่างไรก็ตาม การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นในชั้นเรียน จะต้องคำนึงถึงทักษะในการเรียนรู้อื่น ๆ ที่นักเรียนต้องนำไปใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสัมพันธ์กับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่ต้องก้าวข้ามสาระวิชา ไปสู่การเรียนรู้ทักษะในศตวรรษที่ 21 (21st century skills) (วิจารณ์ พานิช, 2555) ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในยุคปัจจุบัน และยังสอดคล้องกับนโยบายเน้นการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552)

ดังนั้น เพื่อที่จะพัฒนากระบวนการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ ร่วมกับการส่งเสริมทักษะในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นควบคู่ไปกับการศึกษาองค์ความรู้ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่นอกจากจะให้ความสำคัญกับเนื้อหา ยังเน้นการให้โอกาสนักเรียนในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเชิงลึก และในขณะเดียวกันยังช่วยเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้อื่น ๆ ให้กับนักเรียน (Michaelsen & Sweet, 2008; ไพฑูรย์ สินลาร์ตน์, 2551) ผู้วิจัยจึงพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

(team-based learning) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ในด้านทักษะการร่วมมือทำงาน และทักษะการสื่อสาร ให้เกิดกับผู้เรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เทียบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เทียบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ควบคู่กับส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน และทักษะการสื่อสาร อันเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญในการเรียนรู้และการทำงานในยุคศตวรรษที่ 21 ให้เกิดขึ้นในผู้เรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 119 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน รวมเป็นนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 71 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 36 คน และ กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 35 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ตัวแปรตาม แบ่งเป็นดังนี้
 - 2.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
 - 2.3 ทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสาร

เนื้อหา

เนื้อหาในวิชาเคมี (เพิ่มเติม) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จัดอยู่ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี และปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลา 13 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

นียมศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง บทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หัวข้อมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีและปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี ที่ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1.1 กิจกรรมที่ 1 เรื่อง กฎทรงมวล
- 1.2 กิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่
- 1.3 กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร

ซึ่งให้ความสำคัญกับการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ซึ่งมีพื้นฐานทฤษฎีทางจิตวิทยาสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของวิกตอตสกี

2. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (social constructivism) หมายถึง แนวคิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับทฤษฎีวิวัฒนาการทางสังคมของวิกตอตสกี ที่ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา โดยให้ความสำคัญกับวิวัฒนาการทางสังคม แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของวิกตอตสกี มีดังนี้

- 2.1 ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
- 2.2 การเรียนรู้ทุกชนิดเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม สังคมถือเป็นแหล่งสำคัญของการเรียนรู้ และพัฒนาการเชาวน์ปัญญา
- 2.3 ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีและมากขึ้นหากมีคนช่วย
- 2.4 ครูผู้สอนจะต้องทราบว่าผู้เรียนมีบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเชาวน์ปัญญา

แตกต่างกัน การช่วยเหลือจากครูจะช่วยให้ทุกคนเกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของตน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนจึงสำคัญมาก โดยเฉพาะนักเรียนที่อยู่ต่ำกว่าบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเชาวน์ปัญญา

2.5 การพูดอย่างรู้คิดภายในหรือการคิดในใจ (inner speech) มีความสำคัญในการเรียนรู้ จากการวิจัยพบว่าผู้ที่แก้ปัญหาได้ดี ใช้การคิดในใจในการวางแผนการทำงานหรือแก้ปัญหา

3. **การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning)** หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยซึ่งประกอบด้วยสมาชิก 5-7 คนต่อกลุ่ม มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบเชิงลึก พร้อม ๆ กับการเสริมสร้างให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการทำงานเป็นทีม

4. **ประสิทธิภาพของบทเรียน** หมายถึง การนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบด้วยกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนที่ช่วยให้นักเรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี โดยคิดตามสูตร E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 70/70

5. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความสามารถหรือความสำเร็จที่เกิดจากการใช้ทักษะ หรือการใช้ความรู้วิชาเคมีของผู้เรียนในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ห่วงโซ่มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี และปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที โดยวัดจากพฤติกรรม 3 ด้าน ตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม ดังนี้

5.1 เข้าใจ จำนวน 7 ข้อ

5.2 ประยุกต์ใช้ จำนวน 11 ข้อ

5.3 วิเคราะห์ จำนวน 7 ข้อ

6. **ทักษะในศตวรรษที่ 21** หมายถึง ทักษะสำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็นทักษะในศตวรรษ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน และทักษะในศตวรรษ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร วัดโดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6.1 **ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน** หมายถึง ความสามารถในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ร่วมกับกลุ่ม โดยใช้ทักษะการร่วมมือทำงานของสมาชิกภายในทีม ประกอบด้วยทักษะ 3 ด้านตามแนวคิดของโคลส์ (Levine, 2012, pp. 107-108) คือ ด้านการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning skill) ด้านการนำการเรียนรู้ของตนเอง (self-directed learning) และด้านความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก (interpersonal skills)

6.2 **ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร** หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารในด้านการฟัง ด้านการเขียน และด้านการพูด ระหว่างการนำเสนอผลงานของกลุ่มในชั้นเรียน

7. **กลุ่มทดลอง** หมายถึง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีม เป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

8. **กลุ่มควบคุม** หมายถึง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยให้ครูผู้สอน จัดการเรียนรู้ตามปกติ ซึ่งตามนโยบายของโรงเรียนกำหนดให้ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry-based learning: 5E)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง เพิ่มสูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีม

เป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเทียบกับก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
 - 1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา สาระการเรียนรู้วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 1.2 สาระสำคัญเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
 - 1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
 - 2.1 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
 - 2.2 การนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้
 - 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.4 แนวการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21
 - 4.1 ความหมายของทักษะในศตวรรษที่ 21
 - 4.2 องค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21
 - 4.3 แนวปฏิบัติในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา สาระการเรียนรู้วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้แบ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้ออกเป็น 8 กลุ่มสาระ และจัดทำสาระการเรียนรู้แกนกลางสำหรับแต่ละระดับชั้นเพื่อเป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรและจัดการเรียนการสอน รวมถึงมาตรฐานการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ประกอบด้วย ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี และตัวชี้วัดที่ระบุสิ่งที่ผู้เรียนควรรู้และปฏิบัติได้ ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจุดเน้นสำคัญที่การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพและเป็นไปตามธรรมชาติ เกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายให้เกิดความรู้แบบองค์รวม มีความสามารถในการคิดและการจัดการที่นำไปสู่การสร้างสรรค์และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความรับผิดชอบต่อสังคมและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ภายใต้ช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

บทเรียนเชิงรุกเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง กฎทรงมวล กิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่ กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร ซึ่งอยู่ในเนื้อหาการเรียนรู้หัวข้อ การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี เป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่ 9 และ 10 คือ คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบตามสัดส่วนคงที่ได้ และสรุปข้อความของ

กฎเกณฑ์-ลู่สแน็กและกฎของอาโวกาโดร รวมทั้งสามารถใช้กฎทั้ง 2 คำนวณหาปริมาตรแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมี และสูตรโมเลกุลของแก๊สได้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 สาระสำคัญของ ปริมาณสารสัมพันธ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) ได้สรุปแนวคิดที่สำคัญภายในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ว่า บทเรียนนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ของสาร โดยเริ่มจากการศึกษาหาความแตกต่างระหว่างมวลอะตอมกับมวลของธาตุ 1 อะตอม มวลโมเลกุลกับมวลของสาร 1 โมเลกุล การหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรเมื่อทราบมวลอะตอมของธาตุและจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ศึกษาความหมายของโมล เลขอาโวกาโดร รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ต่อจากนั้นศึกษาการเตรียมสารละลาย การคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ สมบัติบางประการของสารละลายเกี่ยวกับจุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งโดยเปรียบเทียบกับตัวทำละลายบริสุทธิ์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกับการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย ศึกษาการหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบในสารประกอบ การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล ศึกษาจำนวนโมลของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีเพื่อนำไปสู่การเขียนสมการเคมี ต่อจากนั้นศึกษาอัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยากันพอดีและที่เกิดจากปฏิกิริยา เพื่อสรุปเป็นกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร ตลอดจนการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของสารจากสมการเคมี ศึกษาเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งการหาค่าผลร้อยละจากการทดลองที่กำหนดให้

1.2.1 มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

ขอบเขตการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ระบบและสิ่งแวดล้อม ส่วนที่อยู่ภายในขอบเขตของการศึกษาทั้งก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลงเรียกว่า ระบบ และส่วนที่อยู่นอกขอบเขตที่ศึกษาเรียกว่า สิ่งแวดล้อม ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารจำเป็นต้องระบุสมบัติต่าง ๆ ของระบบ เช่น มวล อุณหภูมิ ปริมาตร ความดัน ถ้าตรวจสอบได้ว่าสมบัติใดของระบบมีการเปลี่ยนแปลงก็ถือว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระบบ สมบัติสารและปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของระบบเรียกว่า ภาวะของระบบ

องตวน-โลรอง ลาว์ซีเอ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ทดลองเผาสารในหลอดปิดสนิท พบว่ามวลรวมของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลรวมของสารหลังเกิดปฏิกิริยา จึงตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎทรงมวล อย่างไรก็ตามจากการศึกษาปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ พบว่ามวลของสารในบางปฏิกิริยามีค่าไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาและการควบคุมภาวะของระบบ การพิจารณาว่าระบบใดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิด จะพิจารณาจากการถ่ายเทมวลของระบบกับสิ่งแวดล้อม โดยไม่ขึ้นอยู่กับการปิดหรือเปิดภาชนะ ระบบที่มีการถ่ายเทมวลกับสิ่งแวดล้อมเรียกว่า ระบบเปิด และระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลกับสิ่งแวดล้อมเรียกว่า ระบบปิด

โจเซฟ เพราสต์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ศึกษาการเตรียมสารประกอบบางชนิด พบว่าสารประกอบชนิดหนึ่งที่เตรียมด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน จะมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบคงที่เสมอ จึงตั้งเป็นกฎซึ่งเรียกว่า กฎสัดส่วนคงที่

1.2.2 ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี

สารประกอบหนึ่ง ๆ เกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป และมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบคงที่เสมอ แต่สำหรับแก๊สซึ่งมีมวลน้อยมาก การวัดมวลของแก๊สสามารถทำได้ยาก จึงนิยมวัดในหน่วยปริมาตร โดยการศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีอาจทำได้โดยให้แก๊ส 2 ชนิดทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดเป็นแก๊สชนิดใหม่ หรือแยกสลายแก๊สให้ได้เป็นแก๊สองค์ประกอบ

โจเซฟ-หลุยส์ เกย์-ลูสแซก นักเคมีชาวฝรั่งเศสได้ทำการทดลองวัดปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาและที่ได้จากปฏิกิริยาจนสามารถสรุปและตั้งเป็น กฎการรวมปริมาตรของแก๊สหรือเรียกว่า กฎของเกย์-ลูสแซก ที่กล่าวว่า ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ โดยกฎของเกย์-ลูสแซกใช้กับสารที่มีสถานะเป็นแก๊ส และวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ไม่รวมถึงปริมาตรของของแข็งหรือของเหลวในปฏิกิริยา นอกจากนี้พบว่าปริมาตรรวมของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรรวมของแก๊สที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาอาจมีค่าไม่เท่ากันก็ได้ ซึ่งแตกต่างจากมวลของสารตามกฎทรงมวล

อาเมเดโอ อาโวกาโดร นักฟิสิกส์ชาวอิตาลีได้ศึกษากฎของเกย์-ลูสแซกและให้ข้อเสนอแนะว่าปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมเลกุล จึงเสนอสมมติฐานขึ้นในปี พ.ศ. 2354 ว่า ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊สใด ๆ ที่มีปริมาตรเท่ากัน จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน ซึ่งต่อมาเรียกว่า กฎของอาโวกาโดร นั่นคือ ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ถ้าแก๊ส

ออกซิเจน 10 หน่วยปริมาตร มี 10 โมเลกุล แก๊สคลอรีน 10 หน่วยปริมาตร จะมีจำนวนโมเลกุล 10 โมเลกุลด้วยเช่นกัน

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

วรภรณ์ ศรีวิโรจน์ และคณะ (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้น แบบ QASA model ในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม ตื่นตัวในการเรียนตลอดเวลา มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนและครู และเกิดความพึงพอใจในการเรียนวิชาเคมีที่สามารถเรียนรู้ได้อิสระตามศักยภาพ

ณัฐพล สีจาด, ปริญดา ลิ้มปานานท์ พรหมรัตน์, และ พร้อมพงศ์ เพียรพิณิจธรรม (2017) ได้ศึกษาระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีใน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยวิธีสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีม และศึกษาเจตคติต่อการทำางานกลุ่มของนักเรียน พบการศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์ และมีเจตคติต่อการทำางานกลุ่มที่ดี เนื่องจาก นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน เรียนรู้ที่จะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองให้เข้ากับกลุ่มได้ดี ซึ่งตามรูปแบบการเรียนรู้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์การนำความรู้มาใช้ รวมถึงได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้ผลลัพธ์หรือคำตอบ จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีในระดับดี

Foley และ O'Donnell (2002) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาใน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 4 กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้แผนผังทางความคิด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเพียงอย่างเดียว การใช้แผนผังทางความคิดเพียงอย่างเดียว และการสอนโดยครูผู้สอนโดยตรง ผลการศึกษาพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้แผนผังทางความคิด เรื่อง โมล มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี และทำให้นักเรียนมีความคงทนของความรู้มากกว่าวิธีการสอนแบบอื่น

Opara (2014) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในระดับมัธยมศึกษา ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยศึกษาผลในกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น เทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม เนื่องจาก การเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน บรรยากาศการเรียนรู้ร่วมกับกลุ่มทำให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลาย กล้าที่จะถามหรือแสดงความรู้ของตนเองออกมามากกว่า ช่วยสร้างทัศนคติที่ดีของผู้เรียนต่อการเรียนวิชาเคมีมากยิ่งขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

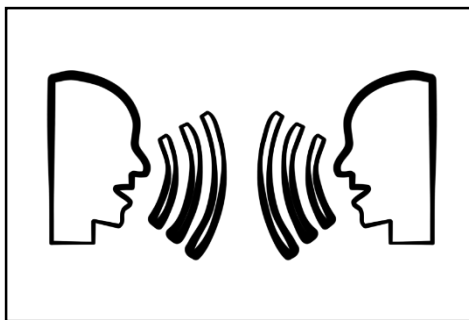
2.1 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์หรือทฤษฎีว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ (constructivist theory) มีพัฒนาการมาจากปรัชญาปฏิบัตินิยม (pragmatism) ซึ่งนักจิตวิทยาการศึกษาในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ (ทิตนา แคมมณี, 2559, p. 95) ดังนั้น เป้าหมายของการสอนคือการสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญ ได้แก่ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (cognitive constructivism) ที่มาจากพียาเจต์ (Piaget) และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (social constructivism) ที่มาจากวิกอตสกี (Lev Vygotsky) ทั้งทฤษฎีของพียาเจต์และทฤษฎีของวิกอตสกีก็เป็นทฤษฎีที่อธิบายพัฒนาการทางความคิดของมนุษย์เช่นเดียวกัน แต่ความแตกต่างของ 2 ทฤษฎีนี้ก็คือคือ พียาเจต์นั้นเชื่อว่ามนุษย์มีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอยู่แล้วโดยกำเนิด โดยพัฒนาการเขาวนปัญญาตามแนวคิดของพียาเจต์จะเกิดขึ้นเมื่อมนุษย์ค่อย ๆ ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่วัยทารกจนเป็นต้นไป ในขณะที่พัฒนาการทางเขาวนปัญญาของวิกอตสกีนั้นเน้นความสำคัญของวัฒนธรรมและสังคมที่แต่ละคนเจริญเติบโตมาเป็นหลัก โดยวิกอตสกีเชื่อว่าสภาวะทางสังคมและวัฒนธรรม (sociocultural context) เป็นเปรียบเสมือนสิ่งเร้ากระตุ้นให้มนุษย์เกิดการพัฒนาโครงสร้างทางความคิด ซึ่งตรงกันข้ามกับแนวคิดของพียาเจต์

วิกอตสกีอธิบายว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมจากธรรมชาติแล้ว ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเขาวน

ปัญญาชั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปพร้อมกัน (ทิตินา แชมมณี, 2559, p. 91)

สรุปได้ว่า จากแนวคิดของวิกิออสกี พัฒนาการทางเซาว์นปัญญาของมนุษย์เริ่มต้นขึ้นเมื่อมนุษย์มีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น จากนั้นจึงเกิดกระบวนการสร้างความหมายด้วยกระบวนการทางความคิดภายในตนเอง (internalization) แสดงดังภาพประกอบ 2 (Wink, 2002, pp. 91-92) พัฒนาการทางภาษาจึงมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาทางเซาว์นปัญญา ดังนั้นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นการนำแนวคิดของวิกิออสกีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม (sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ โดยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมดังกล่าว รวมถึงการร่วมมือ การแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น (ทิตินา แชมมณี, 2559)



การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
(interpersonal communication)

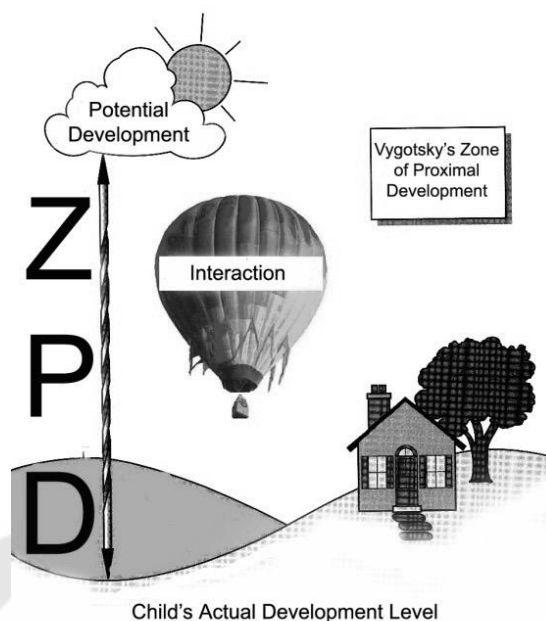


สร้างความหมายของตนเอง
(intrapersonal communication)

ภาพประกอบ 2 การเกิดพัฒนาทางเชาว์ปัญญาของมนุษย์

ที่มา: Wink. (2001). *A vision of Vygotsky*. p. 92.

เนื่องจากวิกอตสกีให้ความสำคัญกับสภาวะทางสังคมและวัฒนธรรมของแต่ละคน ดังนั้นเขาจึงเชื่อว่าศักยภาพสูงสุดที่แต่ละคนสามารถมีได้นั้นแตกต่างกัน วิกอตสกีได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเชาว์ปัญญา (the zone of proximal development) (ภาพประกอบ 3) หมายถึง ระยะเวลาหรือระดับความสามารถหรือพัฒนาการจริงของแต่ละบุคคล (actual development level) เป็นระดับความสามารถที่มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองโดยปราศจากความช่วยเหลือ และระดับศักยภาพทางสติปัญญา (potential development level) เป็นระดับความสามารถที่มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้โดยได้รับคำแนะนำหรือการช่วยเหลือจากผู้ใหญ่ หรือการรวมกลุ่มทำงานกับกลุ่มที่มีความสามารถมากกว่า (Vygotsky, 1978, p. 86) การช่วยเหลือนี้เรียกว่า Scaffolding ซึ่งหมายความว่า การให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้หรือการแก้ปัญหา หรือการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งในขั้นแรก ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถทำได้ด้วยตนเอง จากนั้นจึงลดการให้ความช่วยเหลือลงเพื่อเพิ่มบทบาทให้ผู้เรียนเรียนรู้เองมากขึ้น จนผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งนั้นได้ด้วยตนเอง (Slavin, 1994, p. 49)



ภาพประกอบ 3 บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเขาวนปัญญา

ที่มา: Wink. (2001). *A vision of Vygotsky*. p. 88.

หลักการ Scaffolding ประกอบด้วยลักษณะ 5 ประการ (Berk & Winsler, 1995; ชี นะพัฒน์ ชื่นแด่ชุ่ม, 2542, pp. 35-36) ดังต่อไปนี้

1) การแก้ปัญหาร่วมกัน (join problem solving) คือ การสร้างความกระตือรือร้นต่อ สิ่งที่น่าสนใจและมีความหมายทางวัฒนธรรมในการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา หรือไปสู่ จุดหมายร่วมกันระหว่างเด็กกับเด็ก หรือเด็กกับผู้ใหญ่

2) การสร้างความเข้าใจร่วมกัน (intersubjectivity) คือ กระบวนการที่เริ่มต้นจากผู้ที่มีความเข้าใจต่างกัน มาแลกเปลี่ยนความเข้าใจกันด้วยวิธีการสื่อสารแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การมีความเข้าใจร่วมกันและการทำงานร่วมกันอย่างแท้จริงในที่สุด การสร้างความเข้าใจร่วมกันจะ ก่อให้เกิดความเข้าใจพื้นฐานสำหรับผู้ร่วมงานแต่ละคนในการติดต่อสื่อสารและสร้างทัศนคติที่เหมาะสมต่อกัน

3) การตอบสนองอย่างอบอุ่น (warms and responsiveness) คือ การที่ผู้ใหญ่มีการตอบสนองต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของเด็กอย่างชื่นชมและเป็นมิตร เพื่อให้เด็กรู้สึกมีความสุขและกระตือรือร้นในการทำงานที่ท้าทายความสามารถของตน

4) การเอาใจใส่ดูแลผู้เรียน (keep the child in the ZPD) คือ การช่วยเหลือให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองด้วยการทำงานไปได้อย่างต่อเนื่อง โดยทำได้ 2 แนวทาง ได้แก่ แนวทางที่ 1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับความต้องการของเด็ก แนวทางที่ 2 การสอดแทรกในจังหวะที่เหมาะสม โดยให้ความช่วยเหลือและสอนเมื่อผู้เรียนต้องการ และคอยสังเกตอยู่ห่าง ๆ เมื่อเด็กทำงานได้แล้ว

5) การส่งเสริมการกำกับตนเอง (promote self-regulation) คือ การสนับสนุนให้เด็กกำกับกิจกรรมที่ทำร่วมกันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยกระตุ้นให้เด็กพยายามแก้ปัญหาจนสำเร็จได้ด้วยตนเองมากกว่าการให้คำตอบสำเร็จรูป หรือการออกคำสั่งให้เด็กทำตาม เพื่อให้เด็กสามารถทำงานโดยอิสระได้ในที่สุด

2.2 การนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

จากแนวคิดของวิก็อตสกีที่เน้นว่ากระบวนการทางสังคมมีส่วนสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิด ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (นุชลี อุภักย์, 2555) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติม พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านได้แนะแนวทางไว้หลากหลายแนวทาง ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมและยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

สุรวงศ์ ไคว้ตระกูล (2556) กล่าวว่า หลักการพื้นฐานของวิธีสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของวิก็อตสกี มีดังต่อไปนี้

- 1) ผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือกระทำและจะต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
- 2) การเรียนรู้ทุกชนิด เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ถือว่าสังคมเป็นแหล่งสำคัญของการเรียนรู้ และพัฒนาการเชาวน์ปัญญา
- 3) ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีและมากขึ้นหากมีคนช่วย
- 4) ครูผู้สอนจะต้องทราบว่าผู้เรียนมี “บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเชาวน์ปัญญา” (the zone of proximal development) ต่างกัน การช่วยเหลือจากครู จะช่วยให้ทุกคนเกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของตน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนจึงสำคัญมาก โดยเฉพาะนักเรียนที่อยู่ต่ำกว่าบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเชาวน์ปัญญา

5) การพูดอย่างรู้คิดภายในหรือการคิดในใจ (inner speech) มีความสำคัญในการเรียนรู้ จากการวิจัยพบว่าผู้ที่แก้ปัญหาได้ดี ใช้การคิดในใจในการวางแผนการทำงานหรือแก้ปัญหา

สุมาลี ชัยเจริญ (2557) กล่าวว่า หลักการ 4 ประการตามแนวการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของวิกิอิตส์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน มีดังต่อไปนี้

- 1) การเรียนรู้และการพัฒนา คือ ด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ
- 2) บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเขาวนปัญญาควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตร และการวางแผนบทเรียน
- 3) การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกจากการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง
- 4) ประสบการณ์นอกโรงเรียน ควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน

อชรา เอิบสุขศิริ (2559) กล่าวว่า การนำแนวคิดของวิกิอิตส์ไปประยุกต์ใช้ อาจทำได้โดยจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เด็กได้ทำงานร่วมกันกลับเพื่อเป็นกลุ่ม เพื่อช่วยกันคิดช่วยกันทำงาน มีโอกาสได้ปะทะสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่กว้างขวางขึ้น ควรให้งานที่ยากกว่าขั้นพัฒนาการของเด็กเล็กน้อย โดยมีผู้ใหญ่คอยช่วยเหลือเพื่อให้เด็กสามารถพัฒนาถึงบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเขาวนปัญญา แต่ต้องไม่ลืมว่าเด็กมีความแตกต่างระหว่างบุคคล บางคนได้รับการชี้แนะเล็กน้อยก็สามารถทำงานนั้นได้สำเร็จ แต่บางคนอาจต้องได้รับการช่วยเหลือมากจึงจะทำงานนั้นสำเร็จได้

มีหลายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ผู้วิจัยยกตัวอย่างนำเสนอ ดังนี้

Navara Seete (2016) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ปฏิบัติการเรื่อง กรด-เบส บนพื้นฐานทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้โดยกระบวนการทางสังคมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษาความเข้าใจในทัศนเรื่องกรด-เบส ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนปฏิบัติการเคมี ในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ห้องเรียน จากการศึกษพบว่าความเข้าใจในทัศนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของกลุ่มทดลองไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่เจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนปฏิบัติการเคมีหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ninna Jansoon, Ekasith Somsook, และ Coll (2008) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ปฏิบัติการเคมีเรื่อง Dilution and Concentration ในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี จำนวน 244 คน เพื่อพัฒนาเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนการสอนวิชาเคมีเชิงปฏิบัติการ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ (jigsaw IV technique) จากการศึกษาพบว่า หลังการใช้รูปแบบกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีเชิงปฏิบัติการที่สูงขึ้น รวมไปถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นในกิจกรรมกลุ่มหรือการรับบทบาทผู้เชี่ยวชาญ (expert) ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์

สมพิศ ไยสุ่น, ปรียารัตน์ รัตนวิบูลย์, และ ชลดา จันทร์ขาว (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานต่อความรู้และการรับรู้ผลของการเรียนรู้ในนักศึกษาพยาบาลที่ประกอบด้วยชั้นการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนหลัก คือ การเตรียมตัว การประเมินความพร้อม และการประยุกต์ใช้ความรู้ โดยหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักศึกษาพยาบาลมีคะแนนเฉลี่ยความรู้และการรับรู้ผลการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน

ชนะชัย ทะยอม, สิริรณา กิจเกื้อกูล, และ จินตนา กล้าเทศ (2017) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นรูปแบบที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ แต่มีการออกแบบสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้โดยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครูผู้สอน เพื่อน ผ่านการให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือสนับสนุน ขณะที่นักเรียนอยู่ในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (zone of proximal development) จนกระทั่งสามารถสร้างองค์ความรู้และพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้น ผลการศึกษาวัดพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่สูงขึ้น

Kibirige (2016) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถทางการเรียนของนักเรียนเกรด 12 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ และกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบดั้งเดิม จากผลการศึกษาพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้ที่ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีทางจิตวิทยาของวิก็อตสกี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ทำทนาย และมีระดับความรู้ที่มากกว่าระดับความรู้ของนักเรียนเล็กน้อย จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถไปยังระดับที่สูงกว่า รวมถึงการเรียนรู้ร่วมกับกลุ่มยังช่วยให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้ดีกว่าครู เพราะในกลุ่มนักเรียนมี

วัยที่ใกล้เคียงกัน และใช้ภาษาในระดับเดียวกันมากกว่า จึงทำให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

ดังนั้น จากการศึกษาแนวทางในการนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในห้องเรียนระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทั้งกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูผู้สอน เนื่องจากความแตกต่างของระดับความรู้ความสามารถของแต่ละคน จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระดับศักยภาพได้ตามศักยภาพสูงสุดของแต่ละคน ซึ่งเกิดจากการได้รับความช่วยเหลือ ได้รับการสนับสนุนจากกลุ่มหรือผู้ที่มีความสามารถมากกว่า ดังนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทนักเรียนเป็นสำคัญ พัฒนาทั้งความสามารถในการเรียนรู้และทักษะสำคัญอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนผ่านการทำงานเป็นทีมภายในกลุ่มที่มีความหลากหลายของสมาชิก

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

ไพฑูริย์ สีนลาร์ตัน (2551) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานจัดเป็นการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อยที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก พร้อม ๆ กับเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการทำงานเป็นทีม

ณัทกวี ศิริรัตน์ และ ศศิธร ชิดนายี่ (2009) กล่าวว่า การเรียนแบบใช้ทีมเป็นฐานเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการร่วมมือกันในการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ ช่วยในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้คิดของผู้เรียนให้มีระดับสูงขึ้น สนับสนุนพัฒนาการระหว่างบุคคลและทักษะของทีม และส่งเสริมความกระตือรือร้นของผู้สอน

Michaelsen และ Sweet (2008) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานนอกจากให้ความสำคัญในเรื่องของเนื้อหา ยังให้ความสำคัญกับโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในเนื้อหานั้นในการแก้ปัญหา ดังนั้น การเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานจึงถูกออกแบบให้ครอบคลุมทั้งส่วนของสาระวิชาและความรู้ในเชิงทักษะกระบวนการ

การเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานมีหลักสำคัญ 4 ประการ ดังต่อไปนี้ (Michaelsen, 2002; Michaelsen & Sweet, 2008; ไพฑูริย์ สีนลาร์ตัน, 2551)

- 1) การบริหารจัดการกลุ่มอย่างเหมาะสม

การบริหารจัดการกลุ่มที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดกลุ่มที่ดีประกอบด้วย 3 ตัวแปรที่สำคัญ ดังนี้

1.1) จัดแบ่งให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่หลากหลาย มีคุณสมบัติเท่าเทียมกัน เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีมุมมองที่หลากหลายต่องานที่ได้รับมอบหมาย ทำให้ความเป็นทีมนี้มีประสิทธิภาพ จำนวนสมาชิกควรมีประมาณ 5-7 คนต่อกลุ่ม เพื่อให้พอเหมาะกับภาระงาน

1.2) ผลิตสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการสร้างความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เนื่องจาก การแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ๆ ภายในกลุ่มจะเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาโดยรวมของกลุ่ม เช่น ความสัมพันธ์แบบคู่รัก หรือความสัมพันธ์แบบพี่น้องภายในทีม

1.3) กลุ่มที่จัดแบ่งต้องทำงานร่วมกันเป็นระยะเวลาสั้นเพียงพอ เพื่อให้กลุ่มมีโอกาสพัฒนาเป็นทีมที่ดี คุณลักษณะของกลุ่มเมื่อเริ่มทำงานเป็นทีม คือ สมาชิกจะสื่อสารกันโดยตรงไปตรงมา ร่วมให้ข้อมูลและแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ในหัวข้อที่ศึกษา ตระหนักว่าความสำเร็จในการเรียนรู้ของตนยึดกับความสำเร็จของกลุ่ม

2) ความรับผิดชอบของผู้เรียนทั้งงานกลุ่มและงานเดี่ยว เนื่องจากในห้องเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบบรรยาย ผู้เรียนจะต้องแสดงความรับผิดชอบต่อผู้บรรยายเท่านั้น ในขณะที่การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องแสดงความรับผิดชอบในหลายด้าน ดังนี้

2.1) ความรับผิดชอบในการเตรียมตนเองก่อนเข้าชั้นเรียน เนื่องจากการเตรียมตนเองไม่ดีก่อนเข้าชั้นเรียน จะส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ทั้งของตนเองและการพัฒนาของทีม เมื่อสมาชิกในกลุ่มไม่มีการเตรียมตัวจะทำให้ภาระงานที่ได้รับมอบหมายไม่ประสบความสำเร็จ อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคต่อการสร้างความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการเตรียมตนเองของผู้เรียนคือแบบทดสอบวัดประเมินความพร้อม (readiness assessment test หรือ RAT) โดยเมื่อเข้าชั้นเรียนครั้งแรกของหัวข้อใดก็ตาม ผู้เรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบซึ่งมักเป็นข้อสอบปรนัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ได้รับมอบหมายให้อ่าน หลังผู้เรียนส่งกระดาษคำตอบของตนเองแล้ว ผู้เรียนจะทำแบบทดสอบเดียวกันนี้ซ้ำอีกครั้งหนึ่งกับทีม ซึ่งเป็นโอกาสที่ผู้เรียนแต่ละคนจะได้แสดงความเข้าใจ ความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกันจนได้คำตอบที่ทุกคนยอมรับ กิจกรรมนี้นอกจากผู้เรียนทุกคนต้องรับผิดชอบต่องานอ่านแล้ว ยังต้องมีความเข้าใจในเรื่องที่อ่านจนสามารถอธิบายให้ผู้อื่นได้

2.2) ความรับผิดชอบในการทำประโยชน์แก่ทีม เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความรับผิดชอบในการทำงานเพื่อให้ทีมประสบความสำเร็จของสมาชิกแต่ละคน คือ การประเมิน

โดยเพื่อน (peer assessment) โดยสมาชิกแต่ละคนจะได้รับโอกาสในการประเมินสมาชิกคนอื่น ๆ ในการทำประโยชน์ให้แก่ทีม เช่น การเตรียมตัวสำหรับทีม ความสนใจในชั้นเรียน การเข้าร่วมการประชุมกลุ่ม การให้ความเห็นที่เป็นประโยชน์ในการอภิปรายกลุ่ม เป็นต้น

2.3) ความรับผิดชอบในการทำให้การดำเนินงานของทีมมีประสิทธิภาพ การวัดและประเมินการดำเนินงานของทีมสามารถทำได้โดยการวัดและประเมินจากชิ้นงานของทีม เปรียบเทียบคุณภาพและให้ผลสะท้อนกลับแก่ทีมอย่างสม่ำเสมอ โดยความรับผิดชอบทั้งหมดเหล่านี้จะถูกประเมิน และผลการประเมินเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนทั้งหมด

3) การประเมินและให้ผลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ

การประเมินการทำงานของกลุ่มผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาความเป็นทีม โดยใช้การประเมิน 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบวัดประเมินความพร้อมหรือ RAT และการประเมินงานที่ได้จากการประยุกต์ใช้สาระความรู้ เพื่อติดตามผลการเรียนรู้และการพัฒนาความเป็นทีม

การรู้ผลสะท้อนกลับอย่างรวดเร็วและประกาศให้ทราบทั้งชั้นเรียน ช่วยให้ผู้เรียนและทีมทราบถึงประสิทธิผลของการเรียนรู้ที่ใช้อยู่ อีกทั้งกระตุ้นให้สมาชิกของทีมทำงานร่วมกันอย่างเต็มที่เพื่อรักษาภาพลักษณ์ของทีม และพยายามที่จะรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกทุกคนเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด ส่วนการประเมินงานที่ได้จากการประยุกต์ใช้สาระความรู้ที่มอบหมายให้แก่ทีม จะต้องประกาศผลการประเมินให้ทราบทั้งชั้นเรียนอย่างรวดเร็ว การเลือกว่าอะไรจะเป็นผลผลิตของงานจึงมีความสำคัญมาก ผลผลิตของงานควรนำเสนอได้ง่ายไม่ซับซ้อน แต่เป็นผลผลิตที่สร้างโดยอาศัยการตัดสินใจเชิงซ้อนของทีม การประเมินอาจทำได้รวดเร็วถ้าให้แต่ละทีมประเมินงานของทีมอื่น ๆ

4) งานที่มอบหมายต้องส่งเสริมทั้งการเรียนรู้และความเป็นทีม

ภาระงานที่มอบหมายให้แก่กลุ่มมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะต้องมั่นใจว่าภาระงานที่มอบหมายนั้นต้องส่งเสริมทั้งการเรียนรู้และความเป็นทีม คือ เป็นชิ้นงานที่จะสำเร็จได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มในการตัดสินใจร่วมกันโดยใช้สาระความรู้ และสามารถรายงานผลได้ไม่ซับซ้อน เนื่องจากงานที่เน้นการสร้างผลงานที่ซับซ้อนเกินไป เช่น เล่มรายงาน จะจำกัดการเรียนรู้และการทำงานของทีมนั้น เพราะชิ้นงานต้องใช้ระยะเวลาในการสร้าง และแทนที่สมาชิกจะให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงเนื้อหา สมาชิกจะให้ความสำคัญกับการแบ่งภาระงานให้กับสมาชิกแต่ละคนและทุ่มเททำงานในส่วนที่ตนเองได้รับมอบหมายแทน

โดยในการออกแบบงานที่มอบหมายให้แก่กลุ่มหรือกิจกรรมการเรียนการสอนให้ห้องเรียน ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงหลัก 4S ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้ (Michaelsen & Sweet, 2008, 2011)

4.1) สำคัญต่อการเรียนรู้ (significant) หมายถึง ชิ้นงานหรือปัญหาที่มอบหมายนั้น กลุ่มผู้เรียนจะต้องแสดงถึงการนำมโนทัศน์จากสาระวิชามาใช้ในการทำงาน

4.2) สร้างตัวเลือก (specific choice) หมายถึง ผู้เรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดในการตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุด หรือส่วนที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์ทั้งหมดได้

4.3) งานหรือปัญหาเดียวกัน (same problem) หมายถึง ชิ้นงานหรือปัญหาที่มอบหมายแต่ละกลุ่มควรเหมือนกัน เพื่อให้แต่ละกลุ่มคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของชิ้นงานเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่ม ส่งเสริมให้เกิดการอภิปรายทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

4.4) รายงานผลหรือคำตอบพร้อมกัน (simultaneously report) หมายถึง เมื่อแต่ละกลุ่มได้คำตอบที่ดีที่สุด ผู้สอนควรมีวิธีการให้แต่ละกลุ่มรายงานผลพร้อม ๆ กัน เช่น กระดาษฟลิปชาร์ต แสดงคำตอบบนเครื่องฉาย เป็นต้น เพื่อให้เห็นความหลากหลายของคำตอบ เกิดการอภิปรายหรือแสดงความเห็นในเชิงวิพากษ์ระหว่างกลุ่ม

2.3.1 ขั้นตอนการสอนตามการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

ไพฑูริย์ ลินลารัตน์ (2551) กล่าวว่า ลำดับของกิจกรรมในการเรียนการสอนแต่ละหัวข้อ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

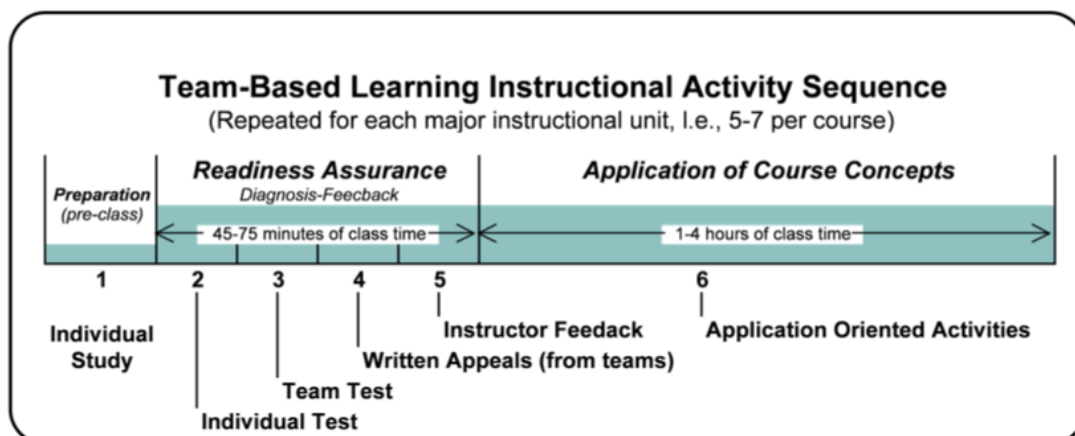
- 1) การมอบหมายงานอ่าน เอกสารที่ให้อ่านจะมีหลักและแนวคิดสำคัญ
- 2) การทดสอบผู้เรียน เพื่อช่วยกระตุ้นความทรงจำหลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง
- 3) การทดสอบทีม ผู้เรียนทุกคนจะผลัดกันอธิบายเหตุผลสำหรับคำตอบที่ตนเองเลือก ทำให้สมาชิกในทีมได้ประโยชน์จากมุมมองและเข้าใจในเนื้อหาความรู้มากยิ่งขึ้น
- 4) การอุทธรณ์ ทีมสามารถเขียนหนังสืออุทธรณ์สำหรับคำถามที่ตอบผิด โดยแสดงเหตุผลที่ชัดเจน ในขั้นตอนนี้จะเป็นโอกาสให้ทีมได้ทบทวนหลักการและแนวคิดของบทเรียนร่วมกันอีกครั้งเพื่อเพิ่มคะแนนของทีม
- 5) ผู้สอนให้ความเห็น อธิบาย หรือชี้แนะ กิจกรรมทั้ง 4 ขั้นข้างต้นจะช่วยให้ผู้สอนตระหนักถึงระดับความเข้าใจในเนื้อหาสำคัญของผู้เรียน หลังจากที่ทีมผู้เรียนได้ผ่านการทบทวนเพื่อเตรียมการอุทธรณ์แล้ว ผู้สอนอาจบรรยายสั้น ๆ ให้ความเห็น หรือชี้แนะจุดที่ผู้เรียนยังเกิดความสับสนหรือเข้าใจผิดอยู่
- 6) กิจกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เนื้อหาความรู้ในรายวิชา

กิจกรรม	การเตรียมตัว	การประกันความพร้อม			การประยุกต์ใช้เนื้อหา	
		วินัย-ความเห็นย้อนกลับ			ความรู้ในรายวิชา	
	(ก่อนเข้าชั้นเรียน)	(กิจกรรมในชั้นเรียน)				
ชั้น	1	2	3	4	5	6

ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

ที่มา : ไพฑูรย์ สินดารัตน์ (2551). การเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน.

Michaelsen และ Sweet (2011) กล่าวว่า ห้องเรียนแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน จะใช้เวลาส่วนมากในห้องเรียนกับการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายของกลุ่ม ที่ให้ความสำคัญกับการนำเนื้อหาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ชั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

ที่มา : Michaelsen and Sweet. (2011). Team-based learning: small group learning's next big step. New direction in teaching and learning.

ซึ่งภาระงานที่มอบหมายให้แก่กลุ่มจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้โอกาสผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในเชิงลึกมากขึ้น กิจกรรมถูกออกแบบตามหลักการ “4S” และจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบทั้งการเรียนรู้ของตนเอง และการเรียนรู้ของกลุ่ม ถือได้ว่าการออกแบบกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ในขั้นสุดท้ายของรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานนั้น เป็นสิ่งที่ท้าทายที่สุดสำหรับครูผู้สอนในการใช้รูปแบบการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ยึดแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม Michaelsen และ Sweet (2008) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนหลักคือ การเตรียมตัว (preparation) การวัดประเมินความพร้อม (readiness assurance) และการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ (application of course concept) ประกอบกับการทำกิจกรรมการประเมินโดยเพื่อน (peer assessment) หลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งหลักการสำคัญที่จะทำให้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เน้นบทบาทของทีมในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนและการให้ผลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขการเรียนรู้ของตนเองให้ชัดเจนมากขึ้น (Levine, 2012)

ดังนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้ได้จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนการเรียนรู้

การเตรียมตัว (preparation)

1) การมอบหมายงานอ่าน

การวัดประเมินความพร้อม (readiness assurance)

2) การทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล

3) การทดสอบผู้เรียนเป็นรายกลุ่ม

4) การอุทธรณ์เพื่อเพิ่มคะแนนของกลุ่ม

5) การบรรยายสั้น ๆ โดยครูผู้สอน

การทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ (application of course concept)

6) กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่ม

การทำกิจกรรมการประเมินโดยเพื่อน (peer assessment)

7) ประเมินสมาชิกในกลุ่ม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

มีหลายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ผู้วิจัยยกตัวอย่างนำเสนอ ดังนี้

กิตติศักดิ์ ลักษณะ (2554) ได้ทำการพัฒนาและประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรสันติศึกษาตามแนวคิดการเรียนรู้โดยเน้นทีมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เจตคติ จิตแห่งความเคารพ ความสามารถในการทำงานเป็นทีม และความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ จิตแห่งความเคารพ และการทำงานเป็นทีมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนการสอนในระดับมากในทุกองค์ประกอบ

ศิริสิน พุ่งสกุล และ วรณีย์ เจตจานงนุช (2014) ได้พัฒนาโปรแกรมส่งเสริมพัฒนาการทางอารมณ์ที่มีการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษาเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า โปรแกรมส่งเสริมพัฒนาการทางอารมณ์ที่มีการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐานเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนได้มีการกระทำร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันภายในทีมและระหว่างทีม โดยมีขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 ชี้แจงจุดประสงค์ของการเรียนแบบใช้ทีมเป็นฐาน ขั้นที่ 2 แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยมีขนาด 5-7 คน ขั้นที่ 3 ทำการทดสอบ RAT ขั้นที่ 4 อภิปราย และขั้นที่ 5

สะท้อนผล โดยหลังการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางอารมณ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

สินีภรณ์ วัฒนจินดา, จิตรกร ผดุง, และ มนต์ชัย น้อยคำสิน (2560, pp. 27-32) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการถ่ายภาพและภาพยนตร์ โดยพบว่า นักศึกษาที่เรียนแบบทีมเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบบรรยาย และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นผลจากการที่นักศึกษามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการแก้ปัญหา ทำให้นักศึกษามีโอกาสได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้และเรียนรู้การพัฒนาทักษะต่าง ๆ จากกระบวนการกลุ่ม

Koles, Stolfi, Borges, Nelson, และ Parmelee (2010, pp. 1739-1745) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานต่อนักศึกษาแพทย์ พบว่า นักศึกษามีผลคะแนนสอบสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบอื่น และพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานยังส่งผลดีต่อผู้เรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มอ่อนอันเป็นผลจากการเติมเต็มเนื้อหา การช่วยกันสอนระหว่างสมาชิกในกลุ่มระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการเตรียมตัวที่มากขึ้นของผู้เรียนก่อนเข้าชั้นเรียน

Nishigawa และคณะ (2016, pp. 217-222) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานต่อนักศึกษาทันตแพทย์เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน พบว่า ผลคะแนนจากการสอบปลายของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลจากรูปแบบการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีการเตรียมตัวก่อนเข้าชั้นเรียนมากกว่าปกติ แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบมีประสิทธิภาพกว่าการสอนแบบบรรยายปกติ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2552, p. 131) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นความสามารถ หรือความสำเร็จที่ใช้ทักษะในการกระทำใด ๆ หรือต้องอาศัยความรู้ในวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, p. 166) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

โชติกา ภาณีผล (2559, pp. 55-61) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นความสามารถอันเป็นผลมาจากประสบการณ์เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ยกมาข้างต้น ผู้วิจัยยึดตามความหมายของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งสรุปได้ว่า ความสามารถหรือความสำเร็จที่เกิดจากการใช้ทักษะในการกระทำการใด ๆ หรือการใช้ความรู้ในวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะ

3.1.1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม (revision of Bloom's taxonomy)

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม Krathwohl (2002, pp. 212-218) โดยจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ปรับปรุงใหม่จะเปลี่ยนชื่อของกระบวนการทางปัญญาทั้ง 6 ชั้น จากการใช้คำนามเป็นคำกริยาเพื่ออธิบายกระบวนการทางปัญญาในลักษณะของการกระทำ ดังนี้ จำ เข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์

ชวลิต ชูกำแหง (2550, pp. 90-93) ได้อธิบายลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ดังต่อไปนี้

- 1) จำ (remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนหรือบอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้
- 2) เข้าใจ (understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้
- 3) ประยุกต์ใช้ (applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้
- 4) วิเคราะห์ (analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะการจัดการ เช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้
- 5) ประเมินค่า (evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิวิจารณ์ ตัดสิน ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้
- 6) คิดสร้างสรรค์ (creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ วางแผน ผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายและมีความเหมาะสม และถูกใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เป็นผลจากการเรียนการสอนตามหลักสูตร มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายโดยทั่วไปของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังต่อไปนี้

ล้วน สายยศ (2539, p. 20) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด

ชวาล แพรัตกุล (2552, p. 74) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึงแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทางโรงเรียนและที่บ้าน

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556, p. 28) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, p. 166) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น

โชติกา ภาษีผล (2559, pp. 31-45) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพด้านสมอง ที่มุ่งวัดสมรรถนะสูงสุด (maximum performance) อันบ่งบอกถึงสถานภาพการเรียนรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน

3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งดังต่อไปนี้

ชวาล แพรัตกุล (2552, p. 74) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ประเภท

1) แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา และโจทย์ข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้เอง

2) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง ข้อสอบที่ได้รับการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้งานได้กว้างขวาง เน้นกระบวนการสร้างบนพื้นฐานเดียวกัน มีมาตรฐานตรงตามวิธีดำเนินการสอนและวิธีการแปลคะแนน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, p. 167) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายประเภท ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก

1) จำแนกตามผู้สร้าง

1.1) แบบสอบมาตรฐาน (standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่วไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2) แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง (teacher-made tests) เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2) จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3) จำแนกตามการใช้

3.1) แบบสอบความพร้อม (readiness test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัด ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/บทเรียน/หน่วยการเรียนนั้น

3.2) แบบสอบวินิจฉัย (diagnosis test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัด จุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3) แบบสอบสมรรถภาพ (proficiency test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

3.4) แบบสอบเชิงสำรวจ (survey test) เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่ผู้สอบได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบทดสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4) จำแนกตามการแปลผล

4.1) แบบสอบอิงกลุ่ม (norm-reference tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบแบบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยกันเอง

4.2) แบบสอบอิงเกณฑ์ (criterion-reference tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นคะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

5) จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1) แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ (supply type)

5.1.1) แบบสอบความเรียง (essay test)

5.1.1.1) แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ (essay-extended)

5.1.1.2) แบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ (essay-restricted)

5.1.2) แบบสอบแบบตอบสั้น (short answer)

5.1.3) แบบสอบแบบเติมคำ (completion)

5.2) แบบสอบประเภทเลือกคำตอบ (selection type)

5.2.1) แบบสอบแบบถูก-ผิด (true-false)

5.2.2) แบบสอบแบบจับคู่ (matching)

5.2.3) แบบสอบแบบหลายตัวเลือก (multiple-choice)

โชติกา ภาชีผล (2559, pp. 31-45) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภทย่อย คือ

1) แบบทดสอบมาตรฐาน (standardized test) เป็นแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป มีความเป็นมาตรฐาน 3 ประการ คือ 1)

การสร้าง 2) การดำเนินการสอบและ 3) การแปลความหมายของคะแนนที่เป็นมาตรฐาน มีเกณฑ์ในการเปรียบเทียบที่เป็นมาตรฐานที่เรียกว่าเกณฑ์ปกติ (norm) สำหรับแปลความหมายของคะแนนของผู้เข้าสอบเมื่อเปรียบเทียบกับคนส่วนใหญ่ ทำให้ผลคะแนนที่ได้มีความน่าเชื่อถือและนำไปเปรียบเทียบกันได้กว้างขวางมากกว่าแบบสอบที่ครูสร้างขึ้น

2) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (teacher-made test) เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์เฉพาะกลุ่มผู้เรียนที่ครูสอน ทำให้วัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ครูต้องการ โดยทั่วไปแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองจะมี 2 ชนิด คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดระหว่างการเรียนรู้การสอน (formative test) เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการสอนของครูและปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียน อีกชนิดคือ แบบทดสอบที่ใช้วัดหลังสิ้นสุดการเรียนรู้การสอน (summative test) เพื่อนำผลการวัดไปใช้ในการสรุป รวบรวมหรือตัดสินผลการเรียนของผู้เรียน แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองนั้น ในการสร้างส่วนใหญ่มักไม่ได้มีการทดลองใช้เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพว่าเป็นแบบทดสอบมีคุณภาพหรือไม่อย่างไร ส่วนการตรวจให้คะแนนและการแปลผลมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้

3.4 แนวการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้สอนมีความจำเป็นจะต้องวางแผนอย่างเป็นระบบและชัดเจน โชติกา ภาชีผล ได้ชี้แนะขั้นตอนการวัดและประเมินผล และอธิบายหลักการสำคัญในแต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้ โชติกา ภาชีผล (2559, pp. 3-4)

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลให้ชัดเจน หลักการสำคัญคือ ต้องทราบว่าวัดและประเมินผลเพื่ออะไร โดยจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลมีหลายประการ เช่น เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง เพื่อเปรียบเทียบระดับพัฒนาการ หรือเพื่อตัดสินผลการเรียน ซึ่งต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและจุดประสงค์การสอน

2) วิเคราะห์เป้าหมายของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น หลักการสำคัญคือ ต้องทราบว่าสิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผลคืออะไร เช่น ต้องการวัดความสามารถทางสติปัญญาของบุคคล ความรู้สึกนึกคิด หรือพฤติกรรมที่เกี่ยวกับทักษะการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการสอน

3) เลือกใช้และสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพและเหมาะสม หลักสำคัญคือ ต้องทราบว่าควรวัดประเมินอย่างไร ตั้งแต่การเลือกเครื่องมือ ไม่ว่าจะแบบทดสอบ แบบสังเกต

แบบสัมภาษณ์ แล้วจึงลงมือสร้างเครื่องมือที่ต้องมีกระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบคือ มีการออกแบบสร้างเครื่องมือ ลงสร้างเครื่องมือ ทดลองใช้ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพทั้งในด้านความตรงและความเที่ยงของเครื่องมือ

4) นำไปทดสอบ เป็นขั้นตอนที่ทำหลังจากตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแล้ว การนำเครื่องมือไปใช้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือปัจจัยรอบด้านต่าง ๆ ที่จะมีอิทธิพลต่อการแสดงความสามารถของผู้เรียน โดยต้องจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และจิตวิทยาที่ส่งเสริมการแสดงความสามารถที่มีอยู่และควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่จะมาแทรกแซงความถูกต้องของการวัด

5) ตรวจให้คะแนน เป็นขั้นตอนที่ต้องคำนึงความยุติธรรม ต้องทำด้วยใจเป็นกลาง ไม่ลำเอียงหรืออคติ ตรวจให้คะแนนโดยใช้หลักเกณฑ์เดียวกัน

6) ตัดสินคุณค่าของผลการเรียนรู้ หลักการสำคัญคือ ต้องทราบว่าควรตัดสินผลด้วยวิธีใด ซึ่งต้องพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนที่จะสรุปผลการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์และวิธีแปลความหมายเป็นสำคัญ

7) รายงานและนำผลไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากการวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต้องใช้ทรัพยากรมาก ดังนั้นจึงควรนำผลไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้สำหรับปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ปรับปรุงและพัฒนาการสอนของครู เป็นข้อมูลสำหรับแนะแนวผู้เรียนและผู้ปกครอง หรือปรับปรุงการบริหารงานของสถานศึกษา

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รุ่งนภา กลิ่นกลาง, อาจันต์ ไพรรณ, และ ประสาท เนืองเฉลิม (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูล ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40-0.67 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95 โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิศุดา บุญแฝง และ สุณีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.77 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.68 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 ซึ่งแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ได้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ โดยเปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มควบคุม

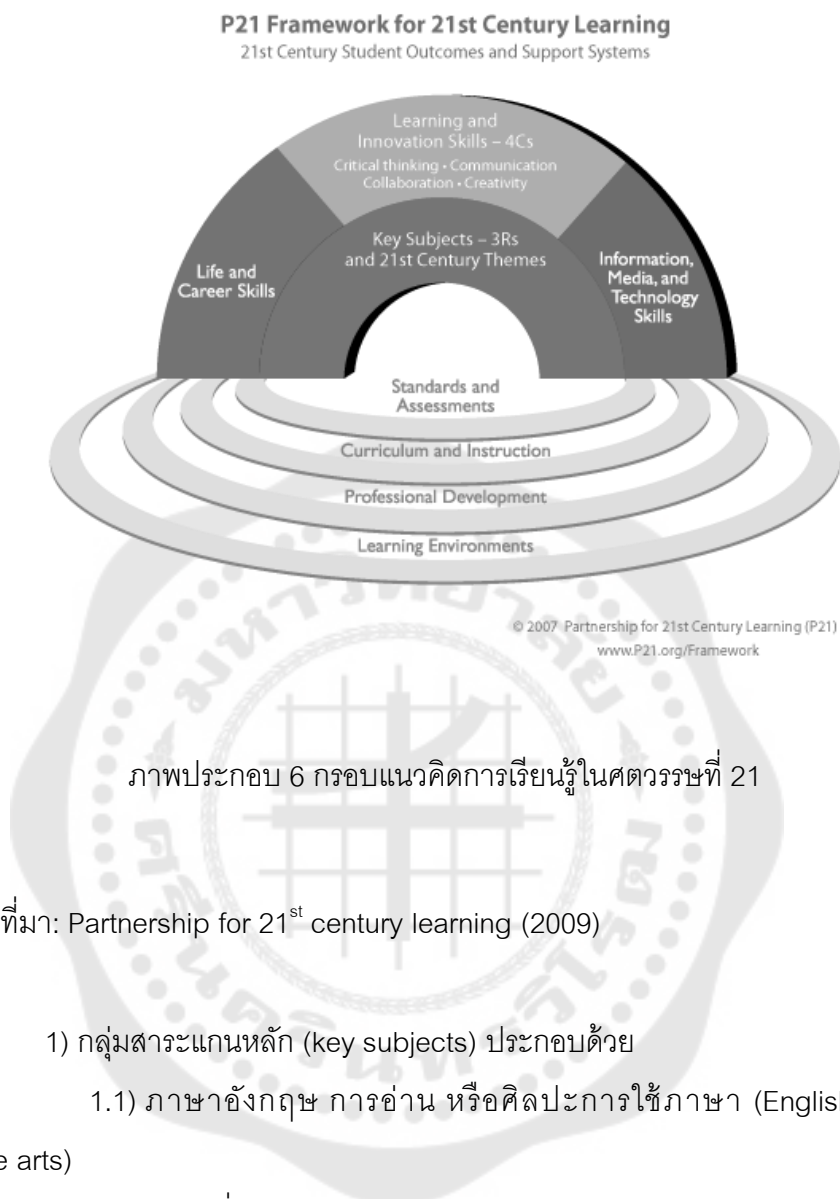
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21

กระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 เป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยมีหลากหลายแนวคิดที่ถูกเสนอโดยหลากหลายกลุ่มดังต่อไปนี้

Lemke (2002) กล่าวว่า ในยุคดิจิทัลที่โลกขับเคลื่อนโดยเทคโนโลยีและความฉลาดของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงของโลกอย่างที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ข้อมูลสารสนเทศปริมาณมหาศาลและอิทธิพลของเทคโนโลยีต่อชีวิตประจำวัน ผู้เรียนในยุคนี้นอกจากเรียนรู้ทักษะที่มีอยู่แต่เดิมแล้ว ยังต้องพัฒนาทักษะชุดใหม่เพื่อรับมือและอยู่รอดท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงของสังคม อันประกอบด้วยทักษะ 4 กลุ่มหลัก คือ ความรู้พื้นฐานในยุคดิจิทัล การคิดเชิงประดิษฐ์ การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและการเพิ่มผลิตผลระดับสูง เบลันกา เจมส์, แบรินด์ รอน, วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, และ อธิป จิตตฤกษ์ (2554)

Partnership for 21st Century Skills (2009) เป็นกลุ่มหลักที่เสนอแนวคิดทักษะศตวรรษที่ 21 กล่าวว่า ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จะต้องเรียนรู้ทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเพื่อที่จะประสบความสำเร็จในโลกยุคปัจจุบัน เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือ โดยได้เสนอกรอบแนวคิดที่สำคัญในรูปแบบสายรุ้งซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญดังนี้



1) กลุ่มสาระแกนหลัก (key subjects) ประกอบด้วย

1.1) ภาษาอังกฤษ การอ่าน หรือศิลปะการใช้ภาษา (English, reading or language arts)

1.2) ภาษาที่สำคัญของโลก (world language)

1.3) ศิลปะ (arts)

1.4) คณิตศาสตร์ (mathematics)

1.5) เศรษฐศาสตร์ (economics)

1.6) วิทยาศาสตร์ (science)

1.7) ภูมิศาสตร์ (geography)

1.8) ประวัติศาสตร์ (history)

1.9) การปกครองและหน้าที่พลเมือง (government and civics)

นอกเหนือจากกลุ่มสาระแกนหลักแล้วยังรวมไปถึงแนวคิดสหวิทยาการที่สำคัญใน ศตวรรษที่ 21 (21st century interdisciplinary themes) ประกอบด้วย การรับรู้ความเป็นไปของโลก ความรู้ด้านการเงิน เศรษฐศาสตร์ ธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการ ความรู้เกี่ยวกับการเป็นพลเมือง ความรู้ด้านสุขภาพ และความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

2) ทักษะในศตวรรษที่ 21 อันประกอบด้วยกลุ่มทักษะหลัก 3 กลุ่ม ดังนี้

- 2.1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม
- 2.2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี
- 2.3) ทักษะชีวิตและอาชีพ

3) ระบบสนับสนุนที่สำคัญ ประกอบด้วย

- 3.1) มาตรฐานศตวรรษที่ 21
- 3.2) การประเมินในศตวรรษที่ 21
- 3.3) หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน
- 3.4) การพัฒนาวิชาชีพครู
- 3.5) การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้

วิจารณ์ พานิช (2555) กล่าวว่า การศึกษาในศตวรรษที่ 21 นั้นต้องเตรียมคนออกไปทำงานที่ใช้ความรู้ และต้องเป็นบุคคลที่พร้อมเรียนรู้ไม่ว่าจะประกอบสัมมาชีพใด ดังนั้นทักษะที่สำคัญที่สุดในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นทักษะที่เกี่ยวกับการเรียนรู้และการปรับตัว

พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ (2558) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับทักษะศตวรรษที่ 21 ของเด็กไทยคือ ต้องเป็นพลเมืองไทย พลเมืองอาเซียน และพลเมืองโลก และต้องมีทักษะสำคัญที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกปัจจุบันอย่างมีความสุขด้วยความมีคุณธรรมและจริยธรรม (ethical person)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2557) กล่าวว่า ทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งแตกต่างไปจากอดีตที่ผ่านมา เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งในด้านสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง รวมทั้งการเติบโตอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศ

จากแนวคิดเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 สรุปได้ว่าเป็นไปเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญในการรับมือกับยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตลอดเวลา กรอบแนวคิดสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยกลุ่มสาระแกนหลัก แนวคิดสหวิทยาการที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสาระแกน

หลักคือ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ภายหลังจากการใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2 องค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21

มีนักการศึกษาหลากหลายกลุ่มได้เสนอองค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

Partnership for 21st Century Skills (2009) กล่าวว่า ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (learning and innovation skills) ประกอบด้วย การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือ

2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (innovation, media and technology skills) ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับการใช้สื่อ ความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT)

3) ทักษะชีวิตและอาชีพ (life and career skills) ประกอบด้วย ความยืดหยุ่นและการปรับตัว ความคิดริเริ่มและการนำตนเอง การเข้าสังคมและการแลกเปลี่ยนข้ามวัฒนธรรม การเป็นผู้ผลิตและการมีความรับผิดชอบ การเป็นผู้นำ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2558) กล่าวว่า ทักษะศตวรรษที่ 21 ของเด็กไทยประกอบด้วยทักษะ 2 กลุ่ม (4R+7C) ต่อไปนี้ที่มีความสัมพันธ์กัน

1) ทักษะกลุ่ม 4R แบ่งเป็น 3 ทักษะหลักที่ควรเน้น

1.1) การรู้หนังสือ (literacy) คือ ความสามารถอ่านเข้าใจและเขียนอย่างมีคุณภาพ การเขียนรายงานวิชาการ รายงานโครงการ บทความ ตลอดจนการนำเสนอด้วยวาจา

1.2) การรู้เรื่องจำนวน (numeracy) คือ ทักษะการใช้ตัวเลข ความน่าจะเป็น สถิติ ทักษะการชั่ง ตวง วัด รวมทั้งการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1.3) การใช้เหตุผล (reasoning) คือ ความสามารถในการอุปนัย นิรนัย การให้คำตอบแบบคาดคะเน การอุปมาอุปไมย และการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม อันเป็นปัจจัยของการทำงาน การดำเนินชีวิตและการอยู่อย่างพอเพียง

2) ทักษะกลุ่ม 7C คือทักษะหลัก

2.1) ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (creative problem solving skill) คือ ความสามารถของบุคคลผู้มีความรู้ในการค้นคว้า การแก้ปัญหาและผลิตงานเชิงสร้างสรรค์ สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ สร้างผลผลิตที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต

2.2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking skill) คือ ความสามารถอย่างชำนาญในการคิดที่จะทำหรือไม่ทำ เชื่อหรือไม่เชื่อในเหตุการณ์ของกิจกรรมชีวิตประจำวัน และชีวิตการทำงาน

2.3) ทักษะการทำงานอย่างร่วมพลัง (collaborative skill) คือ ความสามารถอย่างเชี่ยวชาญในการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นทีม แบบร่วมมือร่วมใจ แบบรวมพลังทำให้งานสำเร็จ และผู้ทำมีความสุข เป็นกระบวนการที่ทำให้เสริมสร้างความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทผู้นำ บทบาทสมาชิกและกระบวนการกลุ่ม

2.4) ทักษะการสื่อสาร (communication skill) คือ ทักษะการรู้หนังสือ หมายความว่า ความสามารถในการอ่าน ฟัง เขียน พูด คือการอ่านอย่างเข้าใจ ฟังอย่างเข้าใจ เขียนอย่างมีคุณภาพ พูดอย่างสื่อสารได้ตรงและง่ายต่อความเข้าใจ

2.5) ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ (computing skill) คือ ความสามารถอย่างเชี่ยวชาญในการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ ตลอดจนใช้เพื่อการออกแบบ และผลิตชิ้นนวัตกรรม

2.6) ทักษะอาชีพ และทักษะการใช้ชีวิต (career and life skills) คือ ความสามารถเชี่ยวชาญในอาชีพที่ตนสนใจและถนัด ซึ่งมีฐานมาจากการเรียนในระดับพื้นฐานมาก่อน การมีอาชีพทำให้ชีวิตมีความสุข จึงนำไปสู่ความเชี่ยวชาญในการใช้ชีวิตอย่างมีคุณภาพ

2.7) ทักษะการใช้ชีวิตในวัฒนธรรมข้ามชาติ (cross-cultural skill) คือ ความสามารถอย่างชำนาญในการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขที่จะอยู่ร่วมกัน รู้เขา รู้เรา ในวิถีชีวิต การเมือง เศรษฐกิจ และสังคม รวมทั้งประเพณีและวัฒนธรรมของต่างชาติ ทั้งประชาคมอาเซียน และประชาคมโลก โดยสรุปคือ ทักษะทั้งในระดับท้องถิ่น (local) ชาติ (nation) อาเซียน (ASEAN) และระดับโลก (global)

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (2557) กล่าวว่า ทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับประเทศไทยแบ่งออกเป็น 7 กลุ่มหลัก ดังนี้

1) ทักษะในการคิดวิจารณ์ และการประเมิน (critical thinking and evaluation)

2) ทักษะการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ (analysis and synthesis)

- 3) ทักษะการคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการ (creativity and imagination)
- 4) ทักษะการผลิตและคิดนวัตกรรม (productivity and innovation)
- 5) ทักษะการเปลี่ยนแปลงและแก้ปัญหา (change and problem solving)
- 6) ทักษะการสื่อสารและความมั่นใจในตนเอง (communication and self-confidence)

7) ทักษะทางคุณธรรมและความรับผิดชอบ (ethics and responsibility)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2557) กล่าวว่า กลุ่มทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1) ทักษะในเชิงของกระบวนการคิดและสังเคราะห์ (learning and thinking) เป็นทักษะที่เน้นในเรื่องของกระบวนการการเรียนรู้ และการคิดสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับรู้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ เพราะความรู้เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของบุคคล

1.1) กระบวนการคิดและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving) การใช้ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ต้องการกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน รวมไปถึงการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ เพื่อการผลิตองค์ความรู้ และการตัดสินใจที่ดี ควบคู่ไปกับการรับมือและแก้ปัญหาที่ดี

1.2) ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation) ต้องมีทักษะของการคิดริเริ่ม หรือนำเสนอแนวคิดใหม่ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การระดมสมอง ทั้งในระดับบุคคลและการทำงานเป็นกลุ่ม ประเด็นสำคัญคือเรื่องของความสามารถในการคิดสิ่งที่แปลกใหม่นอกกรอบในเชิงความรู้และเชิงสังคม

2) ทักษะในเชิงของเทคโนโลยีเพื่อประโยชน์เชิงข้อมูล (technology and media and information)

2.1) ความรู้เชิงการใช้ข้อมูล (information literacy) เน้นในเรื่องของความสามารถและทักษะในการเข้าถึงข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงการประมวลผล ในขณะเดียวกันก็ต้องรู้จักเอาข้อมูลที่ได้นั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดไม่ว่าจะเพื่อการแก้ปัญหาหรือการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ภายใต้กรอบจริยธรรมทางสังคม

2.2) ความรู้เชิงการใช้สื่อ (media literacy) เป็นทักษะของการคิดวิเคราะห์ และเข้าใจในสื่อที่มีอยู่ในสังคมทั้งตัวคุณค่าและบริบทของการใช้สื่อนั้น ๆ นอกจากนี้ยังต้องรู้จักการใช้สื่อให้เป็นประโยชน์เพื่อการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

2.3) ความรู้ในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT literacy) รู้จักการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ การจัดการ และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น จากคอมพิวเตอร์ ระบบ Global Positioning System (GPS) และอื่น ๆ เพื่อการขับเคลื่อนที่ดีของเศรษฐกิจฐานความรู้ภายใต้กรอบจริยธรรมในสังคม

3) ทักษะในเชิงของการทำงานและก้าวหน้าในอาชีพ (career progressing) เป็นทักษะของการจัดการและรับผิดชอบงานภายในสภาพแวดล้อมปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูง เพ่งความสนใจไปที่การพัฒนาทักษะที่เพียงพอต่อการพัฒนาในสายงานอาชีพและการใช้ชีวิตในการทำงาน

3.1) การสร้างประสิทธิผลและความรับผิดชอบต่อหน้าที่การงาน (productivity and accountability) ทักษะในการตั้งเป้าหมายและการก้าวข้ามอุปสรรคในสภาวะกดดัน การจัดลำดับความสำคัญของหน้าที่การงาน และการจัดการตนเอง ตลอดจนจนกระทั่งการผลิตผลงานที่มีคุณภาพอย่างมืออาชีพ ภายใต้กรอบจริยธรรมหรือจรรยาบรรณอาชีพนั้น ๆ

3.2) ภาวะความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบต่อตนเอง (leadership and responsibility) ทักษะที่จะสามารถชี้นำหรือแนะแนวทางให้แก่คนอื่น ๆ ได้ ให้ความช่วยเหลือคนอื่นเมื่อจำเป็น และการรับผิดชอบต่อผลประโยชน์ของส่วนร่วมเป็นหลัก

3.3) ความคิดริเริ่มและการกำหนดทิศทางให้แก่ตนเอง (initiative and self direction) ต้องสามารถกำหนดทิศทางหรือเป้าหมายให้แก่ตัวเองได้ หากความสมดุลในแง่ของการวางแผนระยะยาวและความต้องการในระยะสั้น และใช้เวลาให้เกิดประโยชน์มากที่สุด จะต้องสามารถทำงาน จัดการ และบรรลุเป้าหมายด้วยตัวเองได้ สามารถบังคับตนเองให้อยู่ในเส้นทางที่ถูกต้องเพื่อการบรรลุเป้าหมาย เรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีตเพื่อให้เกิดเป็นบทเรียนของปัจจุบันและอนาคต

3.4) การสื่อสารและความร่วมมือ (communication and collaboration) ทักษะของการเรียบเรียงและสื่อความคิด ไม่ว่าจะผ่านการใช้คำพูด การเขียน หรือการแสดงออก ในขณะที่เดียวกันก็ต้องเป็นผู้ฟังที่ดีโดยรับฟังประมวลผลสิ่งที่รับรู้ ทั้งนี้จึงจะก่อให้เกิดความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4) ทักษะในเชิงการอยู่ร่วมกัน (life and socializing)

4.1) ความยืดหยุ่นและการปรับตัวในสังคม (flexibility and adaptability) ทักษะในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่นในเรื่องของความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่หรือตารางเวลา ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และทักษะในการรับรู้และปรับปรุงตามผลการตอบรับที่ได้จากผู้อื่น รวมถึงการเข้าใจและต่อรองอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2) การเข้าสังคมและการแลกเปลี่ยนข้ามวัฒนธรรม (social and cross-cultural skills) รู้ถึงการปฏิบัติตนอย่างเหมาะสม เมื่อไรควรพูดหรือรับฟัง เคารพในวัฒนธรรม ความคิดและค่านิยมที่แตกต่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการเปิดกว้างทางความคิด

จากองค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยยกมาข้างตนพบว่า นักการศึกษาแต่ละกลุ่มพยายามเสนอทักษะในศตวรรษที่ 21 ตามบริบททางสังคมของกลุ่มตนเอง อย่างไรก็ตามจะพบว่าทักษะสำคัญที่ถูกกล่าวถึงโดยทุกกลุ่มนักการศึกษาคือ ทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะในกลุ่มทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม อีกทั้งยังเป็นทักษะที่สำคัญในเชิงของการทำงานและก้าวหน้าในอาชีพ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสาร ภายหลังจากการใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2.1 ทักษะการร่วมมือทำงาน

ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (วิโรจน์ สารรัตนะ, 2556) นิยามทักษะการร่วมมือทำงานว่ามีลักษณะดังนี้

- 1) แสดงถึงความสามารถที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและอย่างเคารพซึ่งกันและกันกับคนอื่น หรือกลุ่มอื่นที่หลากหลาย
- 2) แสดงออกถึงความยืดหยุ่นและความเต็มใจที่จะช่วยเหลือเพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน
- 3) มีความรับผิดชอบร่วมกันกับการทำงานแบบมีส่วนร่วม และให้คุณค่ากับแต่ละคนที่เป็นส่วนหนึ่งของทีม

4.2.2 ทักษะการสื่อสาร

ทิสนา แชมมณี (2545) กล่าวว่า การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารทางวาจาหรือท่าทางก็ตาม หมายถึง การสื่อความหมายที่ทั้งผู้รับสารและส่งสารเข้าใจตรงกัน หากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเข้าใจไม่ตรงกัน การสื่อสารนั้นถือว่าขาดประสิทธิภาพ

ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (วิโรจน์ สารรัตนะ, 2556) นิยามทักษะการสื่อสารว่ามีลักษณะดังนี้

- 1) นำเสนอความนึกคิดและความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการพูด การเขียน และการกระทำอย่างหลากหลายรูปแบบและบริบท

- 2) ฟังอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อตรึงตรงความหมายทั้งในความรู้ ค่านิยม ทัศนคติและความสนใจ
- 3) ใช้การสื่อสารเพื่อจุดมุ่งหมายต่าง ๆ เช่น การแจ้งข่าว การสอน การจูงใจ การเชื้อเชิญ เป็นต้น
- 4) นำเอาสื่อและเทคโนโลยีมาใช้อย่างเป็นพหุ สามารถตัดสินคุณค่าและตระหนักถึงผลกระทบ
- 5) สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลากหลายสถานการณ์แวดล้อม รวมถึงหลากหลายภาษา

4.3 แนวปฏิบัติในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ และให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างทักษะในศตวรรษที่ 21 ควบคู่ไปกับองค์ความรู้ ดังนั้น วิธีการวัดประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เหมาะสมคือการประเมินผลจากสิ่งที่ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นถึงว่ามีความรู้ ทักษะและความสามารถ ตลอดจนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์อันเป็นผลจากการเรียนรู้ตามที่ครูผู้สอนได้จัดการเรียนรู้ ซึ่งวิธีที่สามารถใช้ในการประเมินผลระหว่างเรียนได้แก่ การประเมินด้วยการสื่อสารส่วนบุคคล การประเมินจากการปฏิบัติ (performance assessment) การประเมินด้วยแฟ้มสะสมงาน (portfolio assessment) และการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) (ศศิธร บัวทอง, 2017) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการประเมินตามสภาพจริง ที่มีผู้นิยามเกี่ยวกับการประเมินตามสภาพจริงดังต่อไปนี้

กรมวิชาการ (2545) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการตัดสินความรู้ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียนที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยใช้เรื่องราวที่คล้ายจริง หรือเสมือนจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนแสดงออก ลงมือกระทำ เพื่อให้เกิดการสะท้อนภาพเพื่อลงข้อสรุปถึงความรู้ความสามารถ และทักษะของผู้เรียน

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542) กล่าวถึงหลักการประเมินตามสภาพจริงดังนี้

- 1) การประเมินตามสภาพจริงไม่เน้นการประเมินทักษะพื้นฐาน (skill assessment) แต่เน้นการประเมินทักษะการคิดที่ซับซ้อน (complex thinking skill) ในการทำงาน ความร่วมมือในการแก้ปัญหา และการประเมินตนเองทั้งภายในและนอกห้องเรียน
- 2) เป็นการวัดและประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน

3) เป็นการสะท้อนให้เห็นการสังเกตสภาพงานปัจจุบันของนักเรียน และสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง

4) เป็นการผูกติดนักเรียนกับงานที่เป็นจริง โดยพิจารณาจากงานหลาย ๆ ชิ้น

5) ผู้ประเมินควรมีหลายคน โดยมีการประชุมระหว่างกลุ่มผู้ประเมินเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน

6) การประเมินต้องดำเนินการไปพร้อมกับการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

7) นำการประเมินตนเองมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินตามสภาพที่แท้จริง

8) ควรมีการประเมินทั้ง 2 ลักษณะ คือ การประเมินที่เน้นการปฏิบัติจริง และการประเมินจากแฟ้มสะสมงาน

กระทรวงศึกษาธิการ (2557) กล่าวว่า เป็นการประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จึงควรใช้การประเมินการปฏิบัติร่วมกับการประเมินด้วยวิธีการอื่น ภาระงานควรสะท้อนสภาพความเป็นจริงหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากกว่าเป็นการปฏิบัติกิจกรรมทั่วไป ดังนั้น การประเมินตามสภาพจริงจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลไปด้วยกัน และกำหนดเกณฑ์การประเมิน (rubrics) ให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาข้างต้น วิธีการที่ผู้วิจัยใช้ในการประเมินผลระหว่างเรียนที่หลากหลายในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร และทักษะการร่วมมือทำงาน เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการประเมินตามสภาพจริง โดยผู้วิจัยใช้การสังเกตระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกับการใช้แบบประเมินและเกณฑ์การประเมิน (rubrics) ในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร และใช้วิธีการประเมินโดยเพื่อน (peer assessment) ตามวิธีการประเมินของ Koles ในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน

กระทรวงศึกษาธิการ (2557) กล่าวว่า การประเมินโดยเพื่อนเป็นเทคนิคการประเมินอีกรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เข้าถึงคุณลักษณะของงานที่มีคุณภาพ ผู้สอนต้องอธิบายผลที่คาดหวังให้ผู้เรียนทราบก่อนที่จะลงมือประเมิน จำเป็นต้องสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องรู้สึกผ่อนคลาย เชื่อใจ และไม่อคติ เพื่อการให้ข้อมูลสะท้อนกลับที่ตรง เป็นเชิงบวก ที่ให้ประโยชน์ การให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มและใช้เทคนิคการประเมินโดยเพื่อนเป็นประจำ จะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน อันนำไปสู่การให้ข้อมูลสะท้อนกลับที่เก่งขึ้นได้

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

ชลธิชา หอมฟุ้ง (2017) ได้พัฒนาแนวการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาไทยโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม เน้นบรรยากาศของการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกนั้นสัมพันธ์กับการส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีทักษะในด้าน การทำงานร่วมกัน การใช้วิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา สูงขึ้น รวมทั้งช่วยพัฒนาความรู้ในด้านวิชาแกนตามสาระการเรียนรู้วิชาภาษาไทย ให้กับนักเรียน

จินตนา ศิริรัษฎญารัตน์ และ วิสาข์ จัฒติวัตร (2015) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (PIAEIED Model) 7 ขั้นตอน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี เนื่องจากมีการฝึกให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ นำไปสู่การสร้างความรู้ของตนเองด้วยกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการร่วมมือกันเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21

Annetta, Cheng, และ Holmes (2010) ได้ศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายผ่านการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้วิดีโอเกมแบบผู้เล่นหลายคน (multiplayer) ที่พัฒนาขึ้น พบว่าวิดีโอเกมเป็นสื่อกลางที่ช่วยดึงดูดและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดการอภิปรายร่วมกับเพื่อนหรือครูผู้สอนบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับเนื้อหาภายในวิดีโอเกม โดยมีการสื่อสารกันผ่านทั้งระบบออนไลน์และสื่อสารกันภายในห้องเรียน (verbal communication) รวมถึงการแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการทำงานแบบกลุ่มร่วมมือ และเป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในผู้เรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 119 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน รวมเป็นนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 71 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 36 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยให้ครูผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามปกติ ซึ่งตามนโยบายของโรงเรียนกำหนดให้ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry-based learning: 5E)

โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเท่าเทียมกัน วัดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลา 13 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แบ่งเนื้อหาและช่วงเวลาในการวิจัย ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ครั้งที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	ทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชี้แจงการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มอบหมายงานอ่านสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่อง กฎทรงมวล	2
2	กระบวนการประกันความพร้อมสำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่อง กฎทรงมวล	1
3	กิจกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เนื้อหาความรู้ในรายวิชา กิจกรรมที่ 1 เรื่อง กฎทรงมวล มอบหมายงานอ่านสำหรับกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่	2
4	กระบวนการประกันความพร้อมสำหรับกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่	1
5	กิจกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เนื้อหาความรู้ในรายวิชา กิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่ มอบหมายงานอ่านสำหรับกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร	2
6	กระบวนการประกันความพร้อมสำหรับกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร	1

ตาราง 1 (ต่อ)

ครั้งที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
7	กิจกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เนื้อหาความรู้ในรายวิชา กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร	2
8	ทดสอบหลังเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ทำแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงานของสมาชิกในกลุ่ม	2
รวม		13

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลองกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) โดยเป็นรูปแบบการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มาจากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง (nonrandomized control group pretest-posttest design) (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2559: 291-293) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	T_{1E}	X	T_{2E}
C	T_{1C}	-	T_{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
T_{1E}	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (pretest) ของกลุ่มทดลอง
T_{1C}	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (pretest) ของกลุ่มควบคุม
X	แทน	การจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

T _{2E}	แทน	การทดสอบหลังเรียน (posttest) ของกลุ่มทดลอง
T _{2C}	แทน	การทดสอบหลังเรียน (posttest) ของกลุ่มควบคุม

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์: มวลของสารในปฏิกิริยาเคมีและปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี

3. แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน

4. แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

1.2 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ รวมทั้งจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ หัวข้อการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหาในการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีเป็น 2 เรื่อง คือ มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี และปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้เพื่อพัฒนาเป็น 3 กิจกรรมในบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ประกอบด้วยกิจกรรมที่ 1 กฎทรงมวล กิจกรรมที่ 2 กฎสัดส่วนคงที่ และกิจกรรมที่ 3 กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร โดยแต่ละกิจกรรมใช้เวลาในห้องเรียน 3 คาบเรียน

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยให้นิยามไว้ว่าหมายถึง บทเรียนที่ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง (active

learner) ผ่านรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน (TBL) โดยภายในบทเรียนจะประกอบด้วยคำชี้แจงการใช้บทเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ 3 กิจกรรม แต่ละกิจกรรมประกอบด้วยเอกสารประกอบการเรียนและแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมสำหรับผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกหัดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง ใบกิจกรรมสำหรับทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ในห้องเรียนและแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งผู้วิจัยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ TBL พบว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก พร้อมกับเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการทำงานเป็นทีม มีหลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้ 4 ประการ คือ การบริหารจัดการกลุ่มอย่างเหมาะสม ให้ความสำคัญกับความรับผิดชอบของผู้เรียน ทั้งต่องานเดี่ยวและงานกลุ่ม ประเมินและให้ผลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ และภาระงานที่มอบหมายต้องส่งเสริมทั้งการเรียนรู้และส่งเสริมความเป็นทีม ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบ TBL มีลำดับขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 7 ขั้น ซึ่งแบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

การเตรียมตัว (preparation)

1) การมอบหมายงานอ่าน

การวัดประเมินความพร้อม (readiness assurance process: RAP)

2) ทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล (iTest) ด้วยแบบทดสอบสั้น ๆ ตามประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ไปศึกษาด้วยตนเอง

3) ทดสอบกลุ่มเป็นรายกลุ่ม (tTest) ด้วยแบบทดสอบฉบับเดิมอีกครั้งโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะต้องอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นเอกฉันท์ของกลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดสอบทุกกลุ่มจะได้รับผลสะท้อนกลับจากครูผู้สอนทันที

4) การอุทธรณ์เพื่อเพิ่มคะแนนของกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับโอกาสในการโต้แย้งผลสะท้อนกลับด้วยหลักฐาน (evidence-based appeals) ในกรณีที่คิดว่าคำตอบของกลุ่มตนเองถูกและสมควรได้รับคะแนน

5) การบรรยายสั้น ๆ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจหรือเน้นเนื้อหาในจุดที่สำคัญ แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (misconception) ที่พบระหว่างกระบวนการ RAP

การทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ (application of course concept)

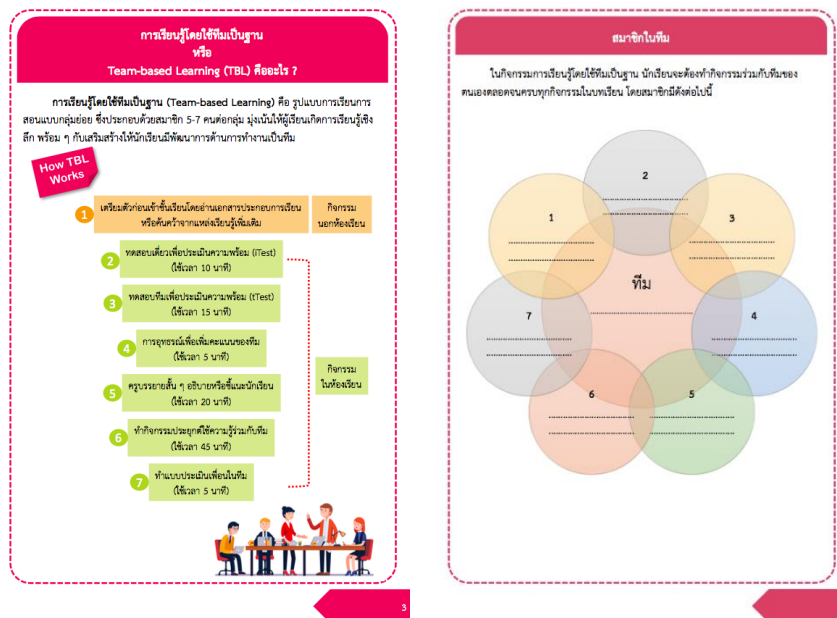
6) กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่ม เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ โดยผู้สอนควรให้ความสำคัญและใช้เวลามากที่สุดในกิจกรรมส่วนนี้

การทำกิจกรรมการประเมินโดยเพื่อน (peer assessment)

7) ทำแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงานของสมาชิกในทีมแต่ละคน

2. ดำเนินการสร้างบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรม ดังนี้

การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ดังนั้นก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 กิจกรรม ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับรูปแบบการเรียนรู้แบบ TBL ก่อน และจัดกลุ่มตามสมาชิกกลุ่มที่ผู้วิจัยกำหนดให้ โดยจะคงสมาชิกตามเดิมตลอดการวิจัย



ภาพประกอบ 7 การชี้แจงรูปแบบการเรียนรู้แบบ TBL และการกำหนดสมาชิกแต่ละกลุ่มภายในบทเรียน

แบบทดสอบนั้นแบบละเอียดทันทีภายในห้องเรียน เพื่อสำรวจความเข้าใจของผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ซักถามในจุดที่สงสัย จากนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนโต้แย้งหรือการอุทธรณ์สำหรับข้อที่ไม่ได้คะแนน โดยแสดงเหตุผลที่สมควรได้รับการแก้ไขคะแนน ในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ RAP คือการบรรยายสั้น ๆ เพิ่มเติมในจุดที่ผู้วิจัยเห็นว่าสำคัญ หรือเติมเต็มส่วนที่พบว่าผู้เรียนยังไม่เข้าใจที่พบระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาข้างต้น เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไป

คาบเรียนที่ 2-3

เริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 6 ทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม ของกิจกรรมที่ 1 เรื่องกฎทรงมวล ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบ กิจกรรมจะดำเนินไปตามใบกิจกรรมในบทเรียนดังแสดงตัวอย่างในภาพประกอบ 9 เริ่มจากผู้วิจัยยกประเด็นปัญหาที่ต้องการให้แต่ละกลุ่มนำความรู้เรื่องกฎทรงมวลมาประยุกต์ใช้ คือ “เราจะพิสูจน์กฎทรงมวลของปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ได้อย่างไร” ปฏิกิริยาเคมีที่กำหนดให้จะเป็นปฏิกิริยาเคมี 2 ปฏิกิริยา ที่ผู้ทดลองจะสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาได้อย่างชัดเจน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 ปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) และ คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) และการทดลองที่ 2 ปฏิกิริยาระหว่างกรดอะซิติก (CH_3COOH) และ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) จากนั้นให้แต่ละกลุ่มศึกษาคำชี้แจงในการทำงานตามใบกิจกรรม รวมถึงวางแผนการทำงานโดยแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกแต่ละคนโดยการตกลงร่วมกัน และเริ่มทำกิจกรรม แต่ละกลุ่มจะต้องทำแผ่นงานนำเสนอและออกมานำเสนอการทดลองหน้าห้องเรียนกลุ่มละ 3 นาที ตามโจทย์ที่กำหนดให้ในส่วนสิ่งที่ต้องนำเสนอ ซักถามระหว่างกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับการประเมินทักษะการสื่อสารโดยผู้วิจัยระหว่างการนำเสนอหน้าห้องเรียน และเมื่อนำเสนอครบทุกกลุ่มผู้วิจัยจะเป็นผู้สรุปท้ายกิจกรรม

กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้

กิจกรรมที่ 1 กฎทรงมวล (Law of Conservation of Mass)

การทดลอง เรื่อง การออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์กฎทรงมวล

คำขาน: "เราจะพิสูจน์กฎทรงมวลของปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไร"

(1) $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{CuCO}_3(\text{s})$

(2) $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

คำชี้แจง
จากความรู้เรื่องกฎทรงมวล ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับสมาชิกในทีมเพื่อออกแบบการทดลองที่แสดงว่าปฏิกิริยาเคมีที่กำหนดให้เป็นไปตามกฎทรงมวล จากนั้นนำแบบฉบับขึ้นเรียนป็นและ 3 นาที

ชื่อการระงับ

- การละออง (CH₃COOH) มีฤทธิ์กัดกร่อน ใช้น้ำเจือจางก่อนและใช้ถุงมือที่ทนต่อการกัดกร่อน หากสัมผัสผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากทันที
- นักเรียนไม่ควรเล่นกับผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

- เมื่อมีข้อสงสัยระหว่างทำการทดลอง ควรสอบถามครูผู้สอน
- เมื่อมีการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมระหว่างกิจกรรม ควรระบุแหล่งที่มาของข้อมูลเสมอ

สิ่งที่ต้องนำเสนอ

- การพิจารณาชนิดของระบบในการออกแบบการทดลอง แผนภาพแสดงการทดลอง เพื่อพิสูจน์กฎทรงมวล
- วิธีการคำนวณที่แสดงให้เห็นว่าผลของปฏิกิริยาเป็นไปตามกฎทรงมวล ซึ่งในทางปฏิบัติ และจากผลการทดลอง
- สรุปผลการทดลองตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้

วางแผน

สมาชิกในทีมควรวางแผนการทำกิจกรรม กำหนดหน้าที่รับผิดชอบก่อนการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วม และพิจารณาเป็นรอบในการทำงานดังต่อไปนี้

ตำแหน่ง	หน้าที่รับผิดชอบ	หมายเหตุสมาชิก
หัวหน้าทีม	ควบคุมการทำกิจกรรมให้เป็นระเบียบเรียบร้อย รับและแจกเอกสารให้สมาชิก ติดตามประสานงานกับครูผู้สอน	
รองหัวหน้าทีม	ช่วยดูแลการทำกิจกรรมร่วมกับหัวหน้าทีม	
เลขานุการทีม	กระตุ้นสมาชิกให้ทำกิจกรรมภายในเวลาที่กำหนด รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และเสนอข้อคิดเห็นที่สมาชิกที่ข้อมูลลงในแบบเรียนตามที่กำหนด	
สมาชิก	สนับสนุนการทำงานของตำแหน่งอื่น ๆ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าทีม	

เตรียมและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

.....
.....
.....
.....

สมมติฐานการทดลองที่ 1
ถ้าศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลของปฏิกิริยาของน้ำกับดินเหนียวและของปเปอร์ (O) ซึ่งเกิดภายในระบบปิด มวลรวมของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นก่อนและหลังปฏิกิริยาทั้งหมด จะมีค่าเท่ากับมวลรวมของสารตั้งต้นก่อนเกิดปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาหนังสือเล่มนี้และตอบคำถามที่กำหนดขึ้นเป็นเรียน เรื่อง: Demo - Conservation of Matter

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างใบกิจกรรมประกอบการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม กิจกรรม

ที่ 1 เรื่อง กฎทรงมวล ภายในบทเรียน

เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม ผู้เรียนทุกคนจะได้รับแบบประเมินทักษะการทำงานสำหรับให้คะแนนการทำงานแก่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนปิดท้ายการทำกิจกรรม รวมทั้งได้รับการมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาสำหรับการทำกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่

คาบเรียนที่ 1

เริ่มกระบวนการ RAP สำหรับกิจกรรมที่ 2 เรื่องกฎสัดส่วนคงที่

คาบเรียนที่ 2-3

เริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 6 ทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม ของกิจกรรมที่ 2 เรื่องกฎสัดส่วนคงที่ ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบ เริ่มจากยกประเด็นปัญหาที่ต้องการให้แต่ละกลุ่มนำความรู้เรื่องกฎสัดส่วนคงที่มาประยุกต์ใช้ คือ "อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นน้ำ มีค่าเป็นเท่าใด และคงที่หรือไม่" ปฏิบัติการเคมีที่ใช้สำหรับให้ผู้เรียนศึกษาเป็นปฏิบัติการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า โดยใช้ชุดแยกน้ำด้วยไฟฟ้า เพื่อสังเกตอัตราส่วนปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (H₂) และแก๊สออกซิเจน (O₂) ที่เกิดขึ้นภายในหลอดทดลอง และคิดเป็นอัตราส่วนโดยมวลของธาตุ

ที่เป็นองค์ประกอบของน้ำ ให้แต่ละกลุ่มศึกษาคำชี้แจงในการทำงานตามใบกิจกรรม รวมถึงวางแผนการทำงานโดยแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกแต่ละคนโดยการตกลงร่วมกัน บันทึกลงในใบกิจกรรมภายในบทเรียนดังแสดงตัวอย่างในภาพประกอบ 10 และผู้วิจัยเป็นผู้อธิบายวิธีการทดลองก่อนให้แต่ละกลุ่มเริ่มทำการทดลอง จากนั้นให้นำเสนอทำายการทดลองกลุ่มละ 3 นาที ตามโจทย์สิ่งที่ต้องนำเสนอในใบกิจกรรม และปิดท้ายกิจกรรมด้วยการทำแบบประเมินทักษะการทำงาน สำหรับให้คะแนนการทำงานแก่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคน และผู้วิจัยมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาสำหรับทำกิจกรรมต่อไป

กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้

กิจกรรมที่ 2 กฎสัดส่วนคงที่ (Law of Definite Proportion)

การทดลอง ชื่อ: การศึกษากฎสัดส่วนคงที่ จากปฏิกิริยาการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

คำถาม:
"อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นน้ำ มีค่าเป็นเท่าใด และคงที่หรือไม่"

สมมติฐานการทดลอง

คำชี้แจง
ให้นักเรียนอธิบายอัตราส่วนการรวมตัวของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของน้ำ โดยศึกษาจากชุดแยกน้ำด้วยไฟฟ้าตามวิธีการทดลองต่อไปนี้ จากนั้นนำเสนอนำขึ้นเรียนกลุ่มละ 3 นาที

ข้อควรระวัง

- น้ำที่ใช้ในการทดลองมีการเติมไฮดรอกไซด์เพื่อช่วยในการนำไฟฟ้า นักเรียนควรสวมถุงมือและทำการทดลอง หรือเมื่อสัมผัสให้ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากทันที
- ในขั้นตอนการรวมสามารถให้หลอดของแก๊ส ไนโตรเจนไปยังหลอดที่เชื่อมกับใบ
- นักเรียนไม่ควรเล่นกับกระแสการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

- เมื่อมีข้อสงสัยระหว่างทำการทดลอง ควรสอบถามครูผู้สอน
- เมื่อมีการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมระหว่างทำกิจกรรม ควรระบุแหล่งที่มาของข้อมูลเสมอ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาคำชี้แจงเพิ่มเติมต่อไปในส่วนหน้าก่อนเข้าชั้นเรียน
ชื่อ: การทดลองเรื่องการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้

สิ่งที่ต้องนำเสนอ

- สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
- วิธีศึกษาอัตราส่วนโดยมวลในการรวมตัวของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของน้ำ จากผลการทดลอง
- สรุปผลการทดลองตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

วางแผน

สมาชิกในทีมควรรวมและแยกทำกิจกรรม กำหนดหน้าที่รับผิดชอบก่อนการทำกิจกรรม เพื่อให้มีผู้รับผิดชอบสมาชิกในทีมทุกกลุ่มมีส่วนร่วม และเกิดความรับผิดชอบในการทำงานดังต่อไปนี้

ตำแหน่ง	หน้าที่รับผิดชอบ	หมายเลขสมาชิก
หัวหน้าทีม	ควบคุมการทำกิจกรรมให้เป็นระเบียบเรียบร้อย และแจกเอกสารให้สมาชิก ติดต่อบุคลากรจากครูผู้สอน	
รองหัวหน้าทีม	ช่วยดูแลการทำกิจกรรมร่วมกับหัวหน้าทีม	
เลขานุการทีม	กระตุ้นสมาชิกให้ทำกิจกรรมภายในเวลาที่กำหนด รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และเสนอให้สมาชิกบันทึกข้อมูลลงในใบประเมินผลทันทีที่หมด	
สมาชิก	สนับสนุนการทำงานของแต่ละตำแหน่งอื่น ๆ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าทีม	

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- ชุดแยกน้ำด้วยไฟฟ้า 1 ชุด
- แบตเตอรี่ขนาด 9 โวลต์
- ไม้บรรทัด
- สายไฟ จำนวน 2 เส้น
- ถ้วย

ชุดแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis Apparatus)

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างใบกิจกรรมประกอบการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่ ภายในบทเรียน

กิจกรรมที่ 3 เรื่องกฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎอาโวกาโดร

คาบเรียนที่ 1

เริ่มกระบวนการ RAP สำหรับกิจกรรมที่ 3 เรื่องกฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎอา

โวกา-โดร

คาบเรียนที่ 2-3

เริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 6 ทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม ของกิจกรรมที่ 3 เรื่องกฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎอวอกาโดร ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบ โดยการทดลองนี้ดัดแปลงมาจาก ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เรื่อง การหาค่าคงตัวของแก๊ส (คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2556) เริ่มจากอธิบายปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) โดยใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นน้ำและแก๊สออกซิเจน (O₂) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและปริมาตรของแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา จากนั้นผู้วิจัยยกประเด็นปัญหาที่ต้องการให้แต่ละทีมนำความรู้เรื่องกฎอวอกาโดรมาประยุกต์ใช้ คือ “ในปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดเป็นแก๊สออกซิเจน ปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับอัตราส่วนโดยโมลที่ทราบจากสมการเคมีอย่างไร” ผู้วิจัยเป็นผู้อธิบายวิธีการทดลองก่อนให้แต่ละกลุ่มเริ่มทำการทดลอง ให้แต่ละกลุ่มศึกษาคำชี้แจงในการทำงานตามใบกิจกรรม รวมถึงวางแผนการทำงานโดยแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกแต่ละคนโดยการตกลงร่วมกัน บันทึกลงในใบกิจกรรมภายในบทเรียนดังแสดงตัวอย่างในภาพประกอบ 11 จากนั้นให้นำเสนอทำายการทดลองกลุ่มละ 3 นาที ตามโจทย์สิ่งที่ต้องนำเสนอในใบกิจกรรม และปิดท้ายกิจกรรมด้วยการทำแบบประเมินทักษะการทำงาน สำหรับให้คะแนนการทำงานแก่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคน

กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้

กิจกรรมที่ 3 กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎอวอกาโดร
(Gay Lussac's Law and Avogadro's Law)

การทดลองนี้คือ: การศึกษาของเกย์-ลูสแซ็กและกฎอวอกาโดร จากปฏิกิริยาการสลายตัวของ H₂O₂

คำสอน:
“ในปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) เกิดเป็นแก๊สออกซิเจน ปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับอัตราส่วนโดยโมลที่ทราบจากสมการเคมีอย่างไร”

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) เป็นสารประกอบที่เป็นของเหลว สีฟ้าอ่อนหรือไม่มีสี ใช้ในงานซักล้าง หรือพบในยาฆ่าเชื้อโรค มีชื่อว่า “ความสะอาด” โดยทั่วไปไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารไม่อันตราย สามารถเกิดการสลายตัวเมื่อถูกแสงและความร้อน เกิดเป็นน้ำและแก๊สออกซิเจน ดังนี้

$$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$$

ในการทดลองนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและปริมาตรของแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สออกซิเจนที่ 900^o ดังนี้

$$PV = nRT$$

หรือ $V = \left(\frac{RT}{P}\right)n$

เมื่อ

- P = ความดัน (atm)
- V = ปริมาตร (L)
- n = จำนวนโมลของแก๊ส (mol)
- R = ค่าคงตัวของแก๊ส มีค่าเป็น 0.08205 L atm mol⁻¹ K⁻¹
- T = อุณหภูมิ (K)

พิจารณาอุณหภูมิและความดันเป็นค่าคงที่ $\frac{RT}{P}$ ค่าคงที่ ดังนี้

V ∝ n

* ภาชนะที่ใช้เป็นแก๊สจีส (gas jar) ซึ่งจะมีขีดการวัดเป็นหน่วยปริมาตรคือ ๑๐๐ มิลลิเมตรในการทดลองนี้ผู้วิจัยใช้แก๊สจีส ๑๐๐

กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้

แนวสถานการณ์ทดลอง

คำชี้แจง
ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) และศึกษาปริมาตรของแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้น

ข้อควรระวัง

- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดซ์ มีสมบัติติดไฟอ่อน หากสัมผัสผิวหนังให้ล้างด้วยน้ำสะอาด หรือหากเข้าตาให้ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากทันที
- ปฏิบัติการทดลองนี้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นปฏิกิริยาแรง นักเรียนควรปฏิบัติตามวิธีการทดลองในบทเรียนอย่างเคร่งครัด
- นักเรียนไม่ควรเล่นกับของและการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

- เมื่อมีข้อสงสัยระหว่างทำการทดลอง ควรสอบถามครูผู้สอน
- เมื่อมีการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมระหว่างทำการทดลอง ควรระบุแหล่งที่มาของข้อมูลเสมอ

สิ่งที่ต้องนำเสนอ

- สถานการณ์แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
- ผลการทดลอง
- สรุปผลการทดลองตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

วางแผน สมาชิกในทีมควรวางแผนการทำกิจกรรม กำหนดหน้าที่รับผิดชอบก่อนการทำกิจกรรม เพื่อให้แน่ใจว่าสมาชิกในทีมทุกคนมีส่วนร่วม และเพื่อความเป็นระบบในการทำงานดังต่อไปนี้

ตำแหน่ง	หน้าที่รับผิดชอบ	หมายเหตุสมาชิก
หัวหน้าทีม	ควบคุมการทำกิจกรรมให้เป็นระบบเป็นระเบียบ รับและแจกเอกสารให้สมาชิก ติดตามประสานงานกับครูผู้สอน	
รองหัวหน้าทีม	ช่วยดูแลการทำกิจกรรมร่วมกับหัวหน้าทีม	

กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้

ตำแหน่ง	หน้าที่รับผิดชอบ	แหล่งเอกสาร
เลขานุการทีม	กระตุ้นสมาชิกให้ทำกิจกรรมภายในเวลาที่กำหนด รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และเสนอให้สมาชิกบันทึกข้อมูลลงในบทเรียนตามที่กำหนด	
สมาชิก	สนับสนุนการทำงานของตำแหน่งอื่น ๆ บันทึกคะแนนหน้าที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าทีม	

สารเคมี

- สารละลายไฮดรอกไซด์โพแทสเซียม 0.5 M
- สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต 2.0 M

อุปกรณ์

- ขวดรูปชมพู่
- ปิเปต 250 mL
- ปิเปต 50 mL
- ขวดใส่สารเคมี
- เทอร์โมมิเตอร์
- กรวยแก้วขนาด 10 mL
- ตุลียง
- หลอดแก้วใสสะอาด
- เส้นลวด

วิธีการทดลอง

- เติมน้ำลงในบีกเกอร์ 250 ml ให้ระดับน้ำอยู่ที่ 200 ml
- เติมน้ำลงในบีกเกอร์ให้เต็ม ใช้วิธีวัดปริมาณของแข็งด้วยวิธีชั่งในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ข้อ 1
- ใช้กรวยแก้วบรรจุสารละลาย 0.5 M H_2O_2 5.00 ml ลงในขวดรูปชมพู่
- ใช้กรวยแก้วบรรจุสารละลาย 2.0 M $K_2Cr_2O_7$ 2.00 ml ลงในขวดใส่สารเคมีที่มีเส้นลวดอยู่ด้วย 1 หลอดจนได้สารละลายในขวดรูปชมพู่ในปริมาตร 5 โดยชั่งก่อนเติมน้ำลงในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ ข้อ 2 จะช่วยให้สารทั้งสองผสมกัน แล้ววัดปริมาตรของรูปชมพู่ในบีกเกอร์ด้วยตุลียงที่ชั่งน้ำหนักไว้ก่อน
- นำปลายสายยางที่ติดกับหลอดนำแก๊สต่อเข้ากับปลายบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ข้อ 2 เพื่อให้นักศึกษาทำปฏิกิริยาข้างในแทนที่น้ำในบีกเกอร์
- เมื่อปฏิกิริยาโดยการเติมของรูปชมพู่ในบีกเกอร์เสร็จสมบูรณ์ ขณะทำปฏิกิริยาควรอย่าคว่ำรูปชมพู่เพื่อไม่ให้ปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาจะสิ้นสุดเมื่อไม่มีฟองแก๊สเกิดขึ้นในบีกเกอร์อีก

กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้

- เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลดังนี้
 - ปริมาตรของแก๊สออกซิเจน (O_2) ที่เกิดขึ้น โดยอ่านจากปริมาตรน้ำในบีกเกอร์ที่ดูแทนที่
 - ความสูงของระดับน้ำในบีกเกอร์ โดยวัดเหนือระดับน้ำในบีกเกอร์
 - อุณหภูมิของแก๊สที่เกิดขึ้น โดยวัดจากอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์
- ล้างรูปชมพู่ให้สะอาด ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง และบันทึกผลลงในตาราง
- ให้นักเรียนนำผลการทดลองจากตารางบันทึกผลของ (1), (2), (3) ไปรอกองให้ดูตามขั้นตอนเพื่อหาจำนวนโมลของแก๊ส O_2 ที่เกิดขึ้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	ปริมาตรแก๊ส O_2 (mL)	ปริมาตรน้ำในบีกเกอร์ (l) ⁽¹⁾	ความสูงระดับน้ำในบีกเกอร์ (cm) ⁽²⁾	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (K) ⁽³⁾	จำนวนโมล H_2O_2 (mol)	จำนวนโมล O_2 (mol)
1							
2							
3							

ค่าเฉลี่ย

* อุณหภูมิ (K) = อุณหภูมิ (°C) + 273.15

สมการเคมีของปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

.....

.....

คำนวณปริมาตรโมลของ H_2O_2 : O_2 ที่ได้จากผลการทดลอง

.....

.....

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างใบกิจกรรมประกอบการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม

กิจกรรมที่ 3 เรื่องกฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎอาโวกาโดร ภายในบทเรียน

วิธีการหาคุณภาพของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1) ประเมินคุณภาพของบทเรียนตามขั้นตอนดังนี้

1.1) ด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และครูผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน เพื่อพิจารณาองค์ประกอบของบทเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ระหว่างระดับที่ 1-5 ดังนี้

- มากที่สุด ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 5
- มาก ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 4
- ปานกลาง ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 3

น้อย ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 2

น้อยที่สุด ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 1

การแปลความหมายจะใช้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

จากการพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน พบว่ามีความเหมาะสมคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.24 ซึ่งหมายถึงบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมขององค์ประกอบอยู่ในระดับเหมาะสมมาก (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

1.2) ด้านความสอดคล้อง (IOC) ของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้าน วิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และครูผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของบทเรียนในด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม ด้านเนื้อหา ด้านการใช้ ภาษา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบ ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีคะแนนที่เป็นไปได้ 3 ค่า ดังนี้

-1	เมื่อมีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง
0	เมื่อมีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ
+1	เมื่อมีความเห็นว่า	สอดคล้อง

จากการพิจารณาความสอดคล้องขององค์ประกอบของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรปรับปรุงบางกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้มากขึ้น กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

ในด้านความรู้ให้มีลำดับขั้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้สอดคล้องกับการประเมินปรับปรุงภาษาที่ใช้ในบทเรียนให้มีความชัดเจน และแก้ไขลิงก์วิดีโอแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ไม่สามารถเข้าใช้งานได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ ปรับปรุงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์เพิ่มเนื้อหาและปรับปรุงกิจกรรมภายในบทเรียนให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้มากขึ้น แก้ไขการใช้ภาษาภายในบทเรียนให้ถูกต้องและชัดเจน และแก้ไขลิงก์วิดีโอแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมเป็นรหัสคิวอาร์ (qr code) ทดแทน เพื่อให้นักเรียนเข้าใช้งานได้ง่ายขึ้น

2) นำบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร เพื่อปรับปรุงและแก้ไขดังนี้

2.1) ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 3 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้ และหาข้อบกพร่องของบทเรียน โดยใช้ในการสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่านักเรียนระบุว่ารูปลักษณ์บทเรียนมีสีสันสวยงาม ภาพประกอบดี แต่คำชี้แจงบางจุดไม่ละเอียดหรือไม่มีความชัดเจน เช่น มีรหัสคิวอาร์ของแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมให้ แต่ไม่มีคำชี้แจงให้นักเรียนศึกษาแหล่งการเรียนรู้ก่อนเข้าชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงแก้ไขโดยเพิ่มคำชี้แจงของแต่ละกิจกรรมให้ละเอียดและครบถ้วนมากขึ้น

2.2) ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 9 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้ และหาข้อบกพร่องของบทเรียน โดยใช้ในการสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความสนใจรูปแบบกิจกรรมภายในบทเรียน เนื่องจากได้ลงมือทำการทดลอง แต่เนื้อหาภายในบทเรียนและแบบฝึกหัดที่ใช้ตรวจสอบความเข้าใจน้อยเกินไป ไม่เพียงพอต่อการศึกษาตามบทเรียนด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงแก้ไขโดยเพิ่มเนื้อหาและแบบฝึกหัดที่ใช้ตรวจสอบความเข้าใจ เพื่อให้เพียงพอต่อการให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง

2.3) ทดลองกลุ่มใหญ่กับนักเรียน 30 คน เพื่อศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยให้นักเรียนทดลองทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายในบทเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดกลุ่มผู้เรียนให้ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียน

โดยใช้ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 70/70 โดยวัดจากแบบฝึกหัดภายในบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

E_1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดภายในบทเรียน

E_2 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

จากการนำบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ที่ยังไม่เคยเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดภายในบทเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.67 และมีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังจากทดลองเรียนตามบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคิดเป็นร้อยละ 70.80 จึงสรุปได้ว่า บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 76.67/70.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ประสิทธิภาพ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 70/70 ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์: มวลของสารในปฏิกิริยาเคมีและปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2) ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ในบทที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามหนังสือเรียนเคมี รายวิชาเพิ่มเติม เล่ม 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน ตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม คือ ด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน สร้างแบบทดสอบให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และครอบคลุมสาระการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์: มวลของสารในปฏิกิริยาเคมีและปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี

1) ประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และครูผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับลำดับขั้นพฤติกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งมีคะแนนที่เป็นไปได้ 3 ค่า ดังนี้

-1	เมื่อมีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง
0	เมื่อมีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ
+1	เมื่อมีความเห็นว่า	สอดคล้อง

จากการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ -0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยจึงปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ควรปรับปรุงข้อคำถามให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดให้มากขึ้น ควรปรับปรุงการใช้ภาษา และปรับปรุงข้อคำถามให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ ปรับปรุงข้อคำถามให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และพฤติกรรมเรียนรู้ที่กำหนด ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในข้อคำถามให้ชัดเจนและตรงประเด็น ลดความซับซ้อนของข้อคำถามลงในข้อที่ซับซ้อนเกินไป เพื่อให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ

2) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกและผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 34 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหาแล้วที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในกรุงเทพมหานคร จำนวนรวมทั้งสิ้น 103 คน

3) นำกระดาษคำตอบที่ทดลองใช้กับนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจสอบคะแนนเรียบร้อยแล้ว หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21-0.64 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.45 ไว้จำนวน 25 ข้อ

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์: มวลของสารในปฏิกิริยาเคมีและปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

ขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน

1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบประเมิน ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการร่วมมือทำงาน ตามแนวคิดทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะที่สำคัญของทักษะ และนำไปสร้างเป็นแบบประเมินด้านทักษะการร่วมมือทำงานของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามสภาพจริง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน ที่สอดคล้องกับการแสดงออกของทักษะของผู้เรียนระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้

3) สร้างแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน สำหรับรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน โดยดัดแปลงมาจากแบบประเมินของโคลส์ (Koles method) (Levine. 2008) ซึ่งใช้วิธีการประเมินโดยเพื่อน (peer assessment) ระหว่างสมาชิกในกลุ่มกันเอง ประกอบด้วยการประเมิน 2 ส่วน คือ การประเมินเชิงปริมาณ (quantitative assessment) และการประเมินเชิงคุณภาพ (qualitative assessment) จากนั้นผู้วิจัยตรวจแบบประเมินทั้ง 2 ส่วนไปคิดเป็นคะแนนทักษะการร่วมมือทำงาน ดังนี้

3.1) การประเมินเชิงปริมาณ คะแนนส่วนนี้มีน้ำหนักร้อยละ 60 ของคะแนนทักษะการร่วมมือทำงาน แบบประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) 4 ระดับ จำนวน 11 ข้อ เกณฑ์การประเมินประกอบด้วยทักษะในการร่วมมือทำงาน 3 ด้าน คือ ด้านการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning skills) ด้านการนำการเรียนรู้ของตนเอง (self-directed learning)

และด้านความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก (interpersonal skills) มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 3 2 1 และ 0 คะแนนตามมาตรฐานค่า

3.2) การประเมินเชิงคุณภาพ คะแนนส่วนนี้มีน้ำหนักร้อยละ 40 ของคะแนนทักษะการร่วมมือทำงาน แบบประเมินเป็นข้อคำถาม 2 ข้อ เพื่อให้นักเรียนเขียนผลสะท้อนกลับ (feedback) ให้สมาชิกแต่ละคน หลังจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับคะแนนจากการเขียนผลสะท้อนกลับที่เป็นประโยชน์ให้แก่สมาชิก ตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยซึ่งเกณฑ์การพิจารณาคูณค่าของผลสะท้อนกลับ และการให้คะแนน มีดังนี้

(ก) บอกรูปพฤติกรรมของผู้ถูกประเมินอย่างเฉพาะเจาะจง

(ข) อธิบายพฤติกรรมของผู้ถูกประเมินอย่างชัดเจน จนทำให้ผู้ได้รับผลสะท้อนกลับเข้าใจได้ว่า สิ่งที่เป็นประโยชน์ของตนเองที่มีต่อกลุ่มคืออะไร สิ่งที่ตนเองควรปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาเพื่อให้เป็นผลดีกับกลุ่มคืออะไร

(ค) น้ำเสียงของเนื้อหาเป็นไปในเชิงสร้างสรรค์ และเป็นประโยชน์ต่อผู้ได้รับผลสะท้อนกลับ ไม่เป็นเชิงลบหรือประเมินแบบไม่ใส่ใจ

(ง) ผลสะท้อนกลับเป็นแบบบรรยาย มากกว่าการตัดสินคุณค่าของผู้ถูกประเมิน

หากผลสะท้อนกลับเป็นไปตามเกณฑ์ข้อ (ก)-(ง) ทั้ง 4 ข้อ

คิดเป็น 4 คะแนน หมายถึง ผลสะท้อนกลับมีประโยชน์ต่อผู้รับอย่างมาก

หากผลสะท้อนกลับเป็นไปตามเกณฑ์ข้อ (ก)-(ง) 3 ข้อ

คิดเป็น 3 คะแนน หมายถึง ผลสะท้อนกลับมีประโยชน์ต่อผู้รับพอใช้

หากผลสะท้อนกลับเป็นไปตามเกณฑ์ข้อ (ก)-(ง) 2 ข้อ

คิดเป็น 2 คะแนน หมายถึง ผลสะท้อนกลับมีประโยชน์ต่อผู้รับเล็กน้อย

หากผลสะท้อนกลับเป็นไปตามเกณฑ์ข้อ (ก)-(ง) 1 ข้อ

คิดเป็น 1 คะแนน หมายถึง มีการเขียนผลสะท้อนกลับ แต่ไม่เป็นประโยชน์

ต่อผู้รับ

หากไม่มีการเขียนผลสะท้อนกลับ คิดเป็น 0 คะแนน

จากนั้น ผู้วิจัยนำคะแนนจากการประเมินในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของนักเรียนแต่ละคนไปคิดเป็นเป็นร้อยละ สรุปผลการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน ดังนี้

ร้อยละคะแนนที่ได้

ระดับของทักษะในศตวรรษที่ 21

90-100	ดีเยี่ยม
80-89	ดีมาก
70-79	ดี
60-69	ค่อนข้างดี
50-59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ควรปรับปรุง

วิธีการหาคุณภาพแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน

1. ประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และครูผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน ซึ่งเกณฑ์การประเมินแต่ละข้อมีคะแนนที่เป็นไปได้ 3 ค่า ดังนี้

-1	เมื่อมีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง
0	เมื่อมีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ
+1	เมื่อมีความเห็นว่า	สอดคล้อง

จากการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแบบประเมิน ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแบบประเมินให้มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

2. นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบประเมิน ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสาร ตามแนวคิดทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะที่สำคัญของทักษะ และนำไปสร้างเป็นแบบประเมินด้านทักษะการสื่อสารของผู้เรียนในการนำเสนองาน เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามสภาพจริง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบประเมินทักษะการสื่อสาร ที่สอดคล้องกับการแสดงออกของทักษะของผู้เรียนระหว่างการนำเสนอ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร ระหว่างการนำเสนอ ประกอบด้วยทักษะการสื่อสาร 3 ด้าน คือ ด้านการฟัง ด้านการเขียน และด้านการพูด

3. สร้างแบบประเมินทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) 3 ระดับ และมีเกณฑ์การให้คะแนน (rubrics) ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยผู้วิจัยกำหนดวิธีการให้คะแนน และผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว มีรายละเอียดดังนี้

ร้อยละคะแนนที่ได้	ระดับของทักษะในศตวรรษที่ 21
90-100	ดีเยี่ยม
80-89	ดีมาก
70-79	ดี
60-69	ค่อนข้างดี
50-59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ควรปรับปรุง

วิธีการหาคุณภาพแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร

1. ประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และครูผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะการสื่อสาร ซึ่งเกณฑ์การประเมินแต่ละข้อมีคะแนนที่เป็นไปได้ 3 ค่า ดังนี้

-1	เมื่อมีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง
0	เมื่อมีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ
+1	เมื่อมีความเห็นว่า	สอดคล้อง

จากการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร ควรปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมากขึ้น

2. นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 36 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 35 คน

2. ทดสอบก่อนเรียน (pretest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลา 50 นาที

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐาน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ระยะเวลา 10 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ระยะเวลา 10 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาทีเช่นเดียวกัน ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงดังตาราง 3

4. ประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน ตามสภาพจริง ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประเมินสมาชิกแต่ละคนในทีมหลังจากสิ้นสุดแต่ละหน่วยการเรียนรู้

5. ประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร ตามสภาพจริงระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนค่าที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประเมินขณะที่นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

6. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) ทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ฉบับเดิม

7. นำผลคะแนนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ และคะแนนจากการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงานและด้านทักษะการสื่อสาร มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับทักษะที่นักเรียนได้รับ และนำไปทดสอบสมมติฐานต่อไป

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน (TBL) และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องกฎทรงมวล

รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning)	กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning: 5E)
<p>ขั้นที่ 1 การมอบหมายงานอ่าน</p> <p>ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาเรื่องกฎทรงมวล ตามบทเรียนก่อนเข้าชั้นเรียน หรือศึกษาจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติมตามความสนใจของผู้เรียน สรุป และบันทึกข้อมูล และแหล่งที่มาลงในบทเรียน</p> <p>กระบวนการวัดประเมินความพร้อม (<i>readiness assurance procees: RAP</i>) ประกอบด้วยขั้นที่ 2 – 5)</p> <p>ขั้นที่ 2 การทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล</p> <p>ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 5 ข้อ เป็นรายบุคคล (iTest) ในเรื่อง “กฎทรงมวล”</p>	<p>ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 ครูสาธิตปฏิบัติการระหว่างหินปูนกับกรดไฮโดรคลอริก ที่ทำในหลอดทดลองเปิดและหลอดทดลองที่มีจุกปิด และถามคำถามดังนี้</p> <p>- นักเรียนคิดว่า สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในทั้ง 2 หลอดทดลองนี้ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร</p> <p>(<i>แนวคำตอบ สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในทั้ง 2 หลอดทดลองจะเหมือนกัน คือ เกลือแคลเซียมคลอไรด์ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</i>)</p> <p>- นักเรียนคิดว่า หากชั่งน้ำหนักหลอดทดลองทั้งสองที่มีสารผลิตภัณฑ์อยู่ จะมีน้ำหนักเท่ากันหรือไม่ เมื่อสารตั้งต้นที่ใช้มีปริมาณเท่ากัน</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning)	กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning: 5E)
<p>ขั้นที่ 3 ทดสอบผู้เรียนเป็นรายกลุ่ม</p> <p>3.1 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับเดิมอีกครั้งร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม (tTest) ในเรื่อง “กฎทรงมวล” โดยแต่ละกลุ่มจะต้องอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นเอกฉันท์</p> <p>3.2 เมื่อสิ้นสุดการทดสอบทุกกลุ่มจะได้รับผลสะท้อนกลับจากครูผู้สอนทันที โดยให้แต่ละกลุ่มตรวจและให้คะแนนข้อสอบของกลุ่มตนเอง และประกาศเป็นคะแนนของกลุ่ม</p> <p>3.3 ให้ผลสะท้อนกลับทันที โดยเฉลยแบบทดสอบให้แต่ละกลุ่มตรวจ และคิดคะแนนของกลุ่มตนเอง</p>	<p>(แนวคำตอบ เท่ากัน/ไม่เท่ากัน)</p> <p>1.2 ครูพิสูจน์ให้เห็นว่าน้ำหนักสารผลิตภัณฑ์จาก 2 หลอดทดลองไม่เท่ากัน และถามเพื่อนำเข้าสู่เรื่องกฎทรงมวลว่า “จากกฎทรงมวลที่กล่าวว่า ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรดไฮโดรคลอริกในหลอดทดลองทั้งสองนี้จึงไม่เป็นไปตามคำกล่าวนั้น”</p>
<p>ขั้นที่ 4 การอุทธรณ์เพื่อเพิ่มคะแนนของกลุ่ม</p> <p>แต่ละกลุ่มจะได้รับโอกาสในการโต้แย้งผลสะท้อนกลับด้วยหลักฐาน (evidence-based appeals) ในกรณี que คิดว่าคำตอบของกลุ่มตนเองถูกและสมควรได้รับคะแนน</p>	<p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา</p> <p>2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการทดลองตามรูปภาพในหนังสือแบบเรียนเคมีเพิ่มเติม สสวท. ว่าเมื่อทำการทดลองในภาชนะเปิดและภาชนะปิด มวลของสารก่อนและหลังการเกิดปฏิกิริยาอาจแตกต่างกัน</p>
<p>ขั้นที่ 5 การบรรยายสั้น ๆ โดยครูผู้สอน</p> <p>5.1 ครูอธิบายแบบทดสอบเพิ่มเติมในข้อที่ยังไม่ชัดเจนหรือนักเรียนมีข้อสงสัยเพิ่มเติม หรือแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่พบระหว่าง</p>	<p>2.2 ให้นักเรียนศึกษาและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เรื่องการพิจารณาระบบและสิ่งแวดล้อมของปฏิกิริยา ชนิดของระบบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามใบความรู้ที่ 1 เรื่องกฎทรงมวล</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning)	กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning: 5E)
<p>กระบวนการ RAP</p> <p>5.2 บรรยายเนื้อหาสั้น ๆ ตามบทเรียน เน้นส่วนสำคัญของเนื้อหาที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ ทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่มต่อไป</p> <p>ขั้นที่ 6 กิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่ม</p> <p>6.1 ครูยกประเด็นปัญหาที่ต้องการให้แต่ละกลุ่มนำความรู้เรื่องกฎทรงมวลมาประยุกต์ใช้ คือ “เราจะพิสูจน์กฎทรงมวลของปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ได้อย่างไร” โดยกำหนดปฏิกิริยาเคมีที่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาได้ชัดเจน 2 ปฏิกิริยา ดังนี้</p> <p>1) $\text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)} + \text{CuSO}_{4(aq)} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{CuCO}_{3(s)}$</p> <p>2) $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{NaHCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$</p> <p>6.2 ครูให้แต่ละกลุ่มพิจารณาประเด็นปัญหาปฏิกิริยาที่กำหนดให้ อภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม และเขียนเป็นสมมติฐานการทดลองลงในกิจกรรมที่ 1 กฎทรงมวล ภายในบทเรียน</p>	<p>2.3 ให้นักเรียนพิจารณาชนิดระบบของแต่ละปฏิกิริยาร่วมกัน ตามตัวอย่างในใบความรู้เรื่องกฎทรงมวล และตอบลงในใบความรู้ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนเฉลยตัวอย่างการพิจารณาชนิดของระบบในใบความรู้ร่วมกันในชั้นเรียน และให้นักเรียนอธิบายข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องระบบและการเปลี่ยนแปลง และชนิดของระบบร่วมกับเพื่อนในกลุ่มลงในใบความรู้ของตนเอง</p> <p>(แนวคำตอบ 1. มวลรวมของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลรวมของสารหลังเกิดปฏิกิริยา 2. การพิจารณาระบบใดเป็นระบบเปิดหรือระบบปิด จะพิจารณาจากการถ่ายเทมวลของระบบกับสิ่งแวดล้อม โดยไม่ขึ้นอยู่กับ การเปิดหรือปิดภาชนะ)</p> <p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</p> <p>4.1 ครูอธิบายว่าจากการศึกษาเรื่องชนิดของระบบและกฎทรงมวล ทำให้เราสามารถคำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีตามหลักการของกฎทรงมวลได้ โดยอธิบายตามตัวอย่างการคำนวณ ในหนังสือเรียน</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning)	กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning: 5E)
6.3 ครูสุ่มถามสมมุติฐาน 1-2 กลุ่มภายในชั้นเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	4.2 ครูให้เวลานักเรียนทำตัวอย่างการคำนวณในใบความรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม
6.4 นักเรียนศึกษาคำชี้แจง วางแผนการทำการกิจกรรมร่วมกับสมาชิก โดยกำหนดหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน และบันทึกลงในบทเรียน	ขั้นที่ 5 ประเมินผล 5.1 ครูถามคำถามเกี่ยวกับปฏิริยาระหว่างหินปูนกับกรดไฮโดรคลอริกในหลอดทดลอง เปิดและปิดที่สาคิตตอนเริ่มต้น ว่านักเรียนสามารถอธิบายได้หรือไม่ เพราะเหตุใด น้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ในหลอดทดลองทั้งสอง จึงไม่เท่ากัน
6.5 นักเรียนลงมือทำการกิจกรรมตามที่วางแผนบันทึกผลลงในบทเรียน และเตรียมการนำเสนอการทดลอง	(แนวคำตอบ เพราะสารผลิตภัณฑ์ของปฏิริยามีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น หากต้องการพิสูจน์กฎทรงมวล ควรสังเกตรอบระบบปิดเพื่อไม่ให้แก๊สที่เกิดขึ้นหายไปจากระบบ)
6.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการทดลองกลุ่มละ 3-5 นาที เพื่อเปรียบเทียบผลและอภิปรายร่วมกันระหว่างกลุ่มทั้งชั้นเรียน ให้ได้ข้อสรุปตามกฎทรงมวล ซึ่งกล่าวว่า ในปฏิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิริยา จะเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิริยา	5.2 ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาเฉลยตัวอย่างการคำนวณ พร้อมอธิบายหน้าชั้นเรียน และตรวจสอบความถูกต้องร่วมกันทั้งชั้นเรียน
ขั้นที่ 7 ประเมินสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนจะได้รับแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน เพื่อประเมินการทำการกิจกรรมการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม	5.3 นักเรียนแต่ละคนจะได้รับแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน เพื่อประเมินการทำการกิจกรรมการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยคำนวณจากสูตร E_1/E_2

E_1 คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดในบทเรียน

E_2 คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

2. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples

3. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent samples

4. เปรียบเทียบคะแนนจากการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงานและด้านทักษะการสื่อสาร ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการประเมินตามสภาพจริงโดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้วิธีการทางสถิติพื้นฐาน

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

5.1 สถิติพื้นฐาน (พรวิณี ลีกิจวัฒน์, 2558)

5.1.1 ค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ \bar{x} แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด

5.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	S	แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	n	แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด
	X	แทนคะแนนแต่ละตัวในชุดข้อมูล
	\bar{X}	แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนในชุดข้อมูล

5.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง คำนวณจาก

สูตร (พรอณี ลีกิจวัฒน์, 2558)

$$IOC = \frac{\Sigma R}{n}$$

เมื่อ	IOC	แทนดัชนีความสอดคล้อง
	ΣR	แทนผลรวมของคะแนนรายข้อการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	n	แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5.2.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจในการจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ (พรอณี ลีกิจวัฒน์, 2558)

$$p = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{2n}$$

เมื่อ	p	แทนค่าความยากง่าย
	r	แทนค่าอำนาจในการจำแนก
	P_H	แทนจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทนจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

5.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง

ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พรอณี ลีกิจวัฒน์, 2558)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S^2} \right]$$

- เมื่อ r_{tt} แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทนสัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q แทนสัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
 S^2 แทนค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

5.2.4 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\Sigma X}{A} \times 100$$

- เมื่อ E_1 แทนประสิทธิภาพของกระบวนการ
 ΣX แทนคะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม หรืองานที่ทำระหว่างเรียน
 A แทนคะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
 n แทนจำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\Sigma F}{B} \times 100$$

- เมื่อ E_2 แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 ΣF แทนคะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
 B แทนคะแนนเต็มของการประเมินสุดท้าย
 n แทนจำนวนผู้เรียน

5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 สถิติใช้ทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test for dependent samples คำนวณจากสูตร (พรอณี ลีกิจวัฒน์, 2558)

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

เมื่อ t แทนค่าสถิติที่จะเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทนค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

5.3.2 สถิติใช้ทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test for independent samples คำนวณจากสูตร (พรอณี ลีกิจวัฒน์, 2558)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

เมื่อ t แทนค่าสถิติที่จะเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

\bar{X}_1 แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ 1

\bar{X}_2 แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ 2

S_1^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 1

S_2^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 2

n_1 แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 1

n_2 แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอสมมติฐานของการวิจัยดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

สมมติฐานข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง เพิ่มสูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเทียบกับก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 4 ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สมมติฐานข้อที่ 1 บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร โดยจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนที่พัฒนาขึ้น เพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยหาประสิทธิภาพจากค่า E_1/E_2 เมื่อ E_1

คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดในบทเรียน และ E_2 คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานข้อที่ 1 ได้ผลแสดงดังต่อไปนี้ แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัด และร้อยละคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ค่าร้อยละ (E_1)	ค่าร้อยละ (E_2)
แบบฝึกหัดภายใน บทเรียน	30	30	23.00	1.48	76.67	-
แบบทดสอบ หลังเรียน	30	25	17.70	3.52	-	70.80

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในการทำแบบฝึกหัดภายในบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 300 ข้อ คะแนนรวม 30 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของคะแนนเต็ม และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังสิ้นสุดการทำกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 25 ข้อ คะแนนรวม 25 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.80 จึงสรุปได้ว่า บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 76.67/70.80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 70/70 ที่กำหนดไว้ เนื่องจากกิจกรรมภายในบทเรียนเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มที่มีระดับความรู้ความสามารถที่ต่างกัน และกิจกรรมภายในบทเรียนถูกออกแบบให้นักเรียนได้นำมโนทัศน์ของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการทำกิจกรรม ฝึกแก้ปัญหาเกี่ยวกับ

ปริมาณสารสัมพันธ์ จึงส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกของนักเรียน ส่งผลให้บทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

สมมติฐานข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง เพิ่มสูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเทียบกับก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันในการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำผลคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent samples ได้ผลแสดงดังต่อไปนี้ แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

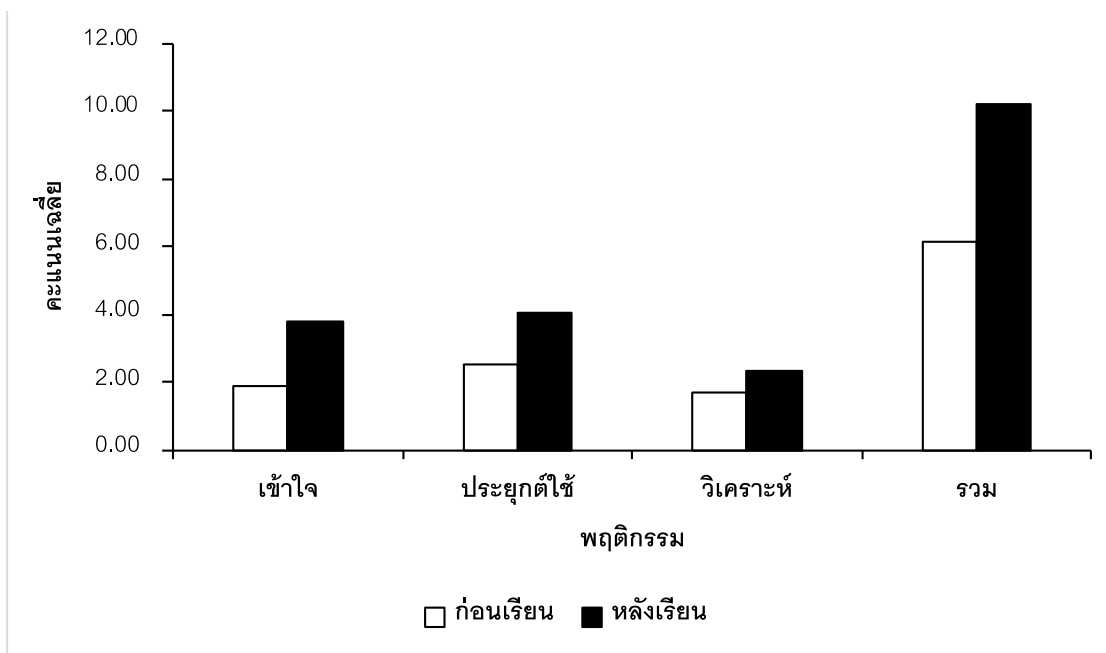
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	การทดสอบ	\bar{X}	S.D.	t	p
เข้าใจ	7	หลังเรียน	3.81	1.51	6.92	0.000
		ก่อนเรียน	1.89	1.26		
ประยุกต์ใช้	11	หลังเรียน	4.03	1.80	5.01	0.001
		ก่อนเรียน	2.53	1.38		
วิเคราะห์	7	หลังเรียน	2.36	1.27	2.26	0.015
		ก่อนเรียน	1.72	1.07		
ภาพรวม	25	หลังเรียน	10.19	2.61	9.71	0.000
		ก่อนเรียน	6.14	2.00		

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า ผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 6.14 และ 2.00 ตามลำดับ และผลคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 10.19 และ 2.61 ตามลำดับ สถิติทดสอบ t-test มีค่าเท่ากับ 9.71 เลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 แสดงว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองเป็นรายด้าน จำแนกตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม แบ่งออกเป็นด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ดังตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า ก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ เป็น 1.89 2.53 1.72 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเป็น 3.81 4.03 และ 2.36 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent samples พบว่า สถิติทดสอบ t-test ด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ เป็น 6.92 5.01 และ 2.26 ตามลำดับ และทุกด้านมีเลขนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า .05 แสดงว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม ด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

จากนั้น นำข้อมูลจากตาราง 5 มาสร้างเป็นแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แสดงดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

สมมติฐานข้อที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งตามนโยบายของโรงเรียนได้จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยทั้ง 2 กลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ระยะเวลาเท่ากัน และใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นฉบับเดียวกัน จากนั้นนำผลคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่มมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples ได้ผลแสดงดังต่อไปนี้แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	นักเรียน	\bar{X}	S.D.	t	p
เข้าใจ	7	กลุ่มทดลอง	3.81	1.51	4.56	0.000
		กลุ่มควบคุม	2.29	1.30		
ประยุกต์ใช้	11	กลุ่มทดลอง	4.03	1.80	3.58	0.000
		กลุ่มควบคุม	2.66	1.41		
วิเคราะห์	7	กลุ่มทดลอง	2.36	1.27	2.70	0.005
		กลุ่มควบคุม	1.66	0.91		
ภาพรวม	25	กลุ่มทดลอง	10.19	2.61	7.08	0.000
		กลุ่มควบคุม	6.60	1.56		

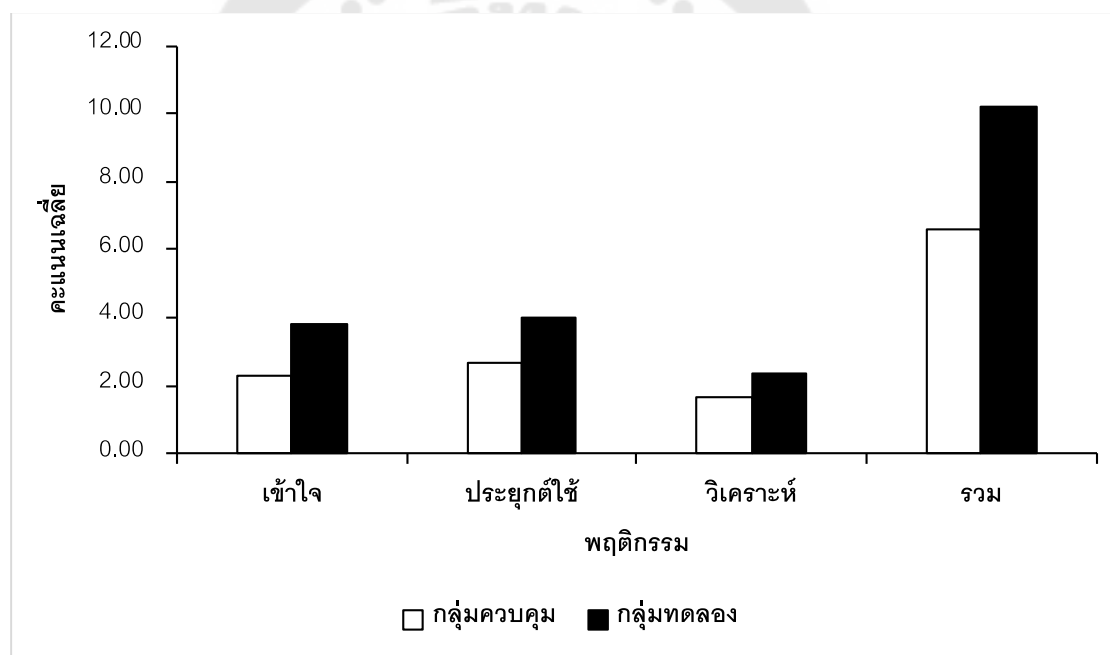
*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 10.19 และ 2.61 ตามลำดับ และผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 6.60 และ 1.56 ตามลำดับ สถิติทดสอบ t-test มีค่าเท่ากับ 7.08 เลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งมีความน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองเทียบกับกลุ่มควบคุมเป็นรายด้าน จำแนกตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของกลุ่ม แบ่งออกเป็นด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ดังตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ เป็น 3.81 4.03 และ 2.36 ตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเป็น 2.29 2.66 และ 1.66 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples พบว่า สถิติทดสอบ t-test ด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้

และวิเคราะห์ เป็น 4.56 3.58 และ 2.70 ตามลำดับ และทุกด้านมีเลขนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า .05 แสดงว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม ด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

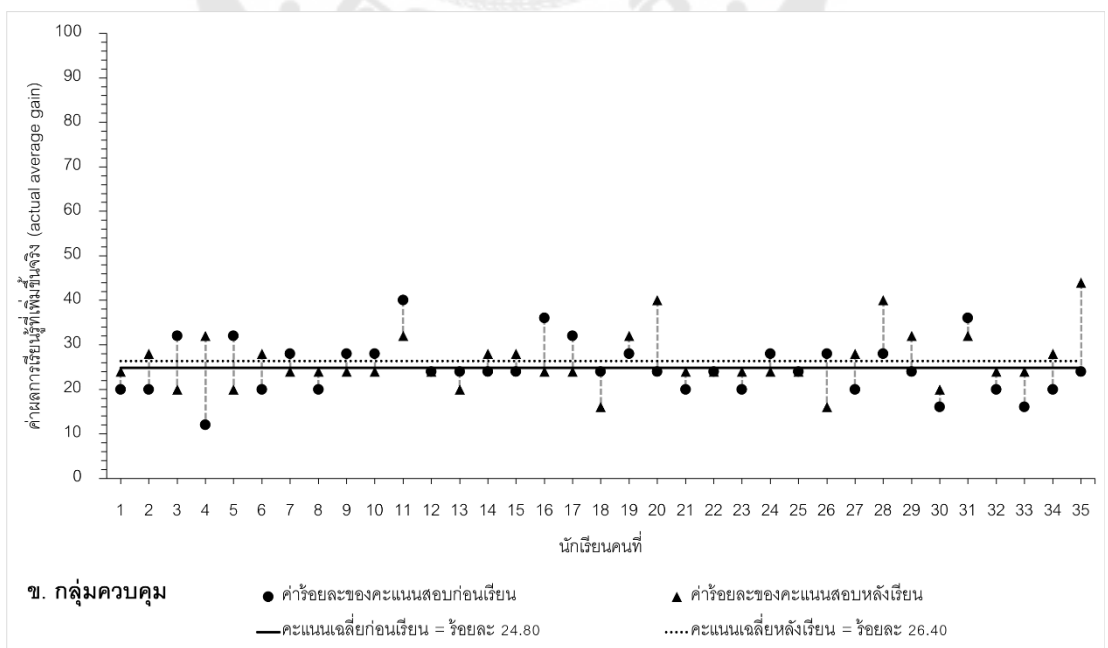
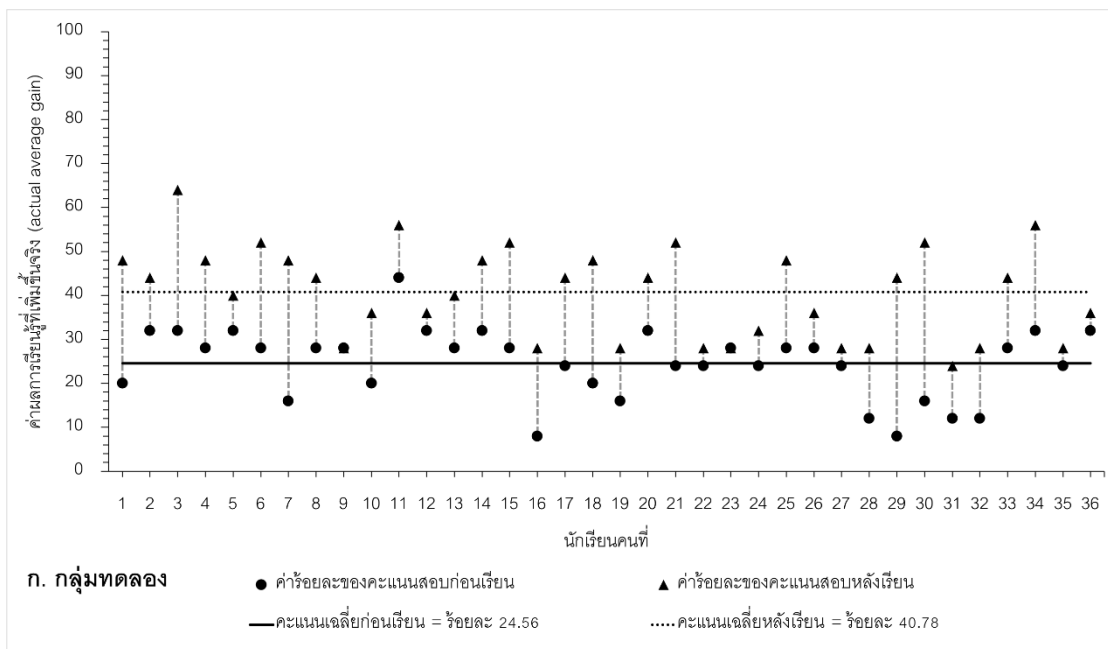
จากนั้น นำข้อมูลจากตาราง 6 มาสร้างเป็นแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและควบคุม แสดงดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและควบคุม

เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (actual average gain: $\langle G \rangle$) ของนักเรียนจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายบุคคล ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังภาพประกอบ 14ก. และ 14ข. คำนวณโดยใช้สูตรของ Hake (1998) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าผลการ

เรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.22 และเมื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน พบว่า นักเรียนมีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.62 และ 15.64 และ 16.33 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ที่มีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 1.60 และเมื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน พบว่า นักเรียนมีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.00 0.33 และ 4.33 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 14 ค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียนเป็นรายบุคคล

สมมติฐานข้อที่ 4 ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนจะทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองเพื่อนำความรู้มาเติมเต็มการทำกิจกรรมกลุ่ม มีภาระงานที่รับผิดชอบร่วมกัน และมีการนำเสนอผลงานของกลุ่ม แสดงดังภาพประกอบ 15-17 ทำให้นักเรียนต้องฝึกฝนและปรับตัวในการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม ฝึกการนำเสนอผลงานผ่านการพูด การเขียน และรับฟังกลุ่มอื่น ๆ จึงเป็นการเสริมสร้างทักษะในศตวรรษ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน และด้านทักษะการสื่อสารให้กับนักเรียน

ตำแหน่ง	หน้าที่รับผิดชอบ	หมายเลขสมาชิก
หัวหน้าทีม	ควบคุมการทำกิจกรรมให้เป็นระเบียบเรียบร้อย รับและแจกเอกสารให้สมาชิก ติดต่อบริษัทงานกับครูผู้สอน	14
รองหัวหน้าทีม	ช่วยดูแลการทำกิจกรรมร่วมกับหัวหน้าทีม	11
เลขานุการทีม	กระตุ้นสมาชิกให้ทำกิจกรรมภายในเวลาที่กำหนด รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และเสนอให้สมาชิกบันทึกข้อมูลลงในบทเรียนตามที่กำหนด	12, 18
สมาชิก	สนับสนุนการทำงานของตำแหน่งอื่น ๆ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าทีม	10, 15, 40

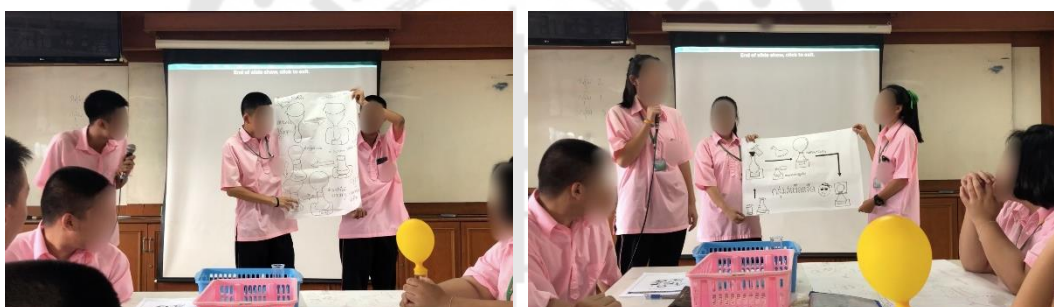
ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างการวางแผนการทำงานโดยกำหนดหน้าที่การทำงานร่วมกับสมาชิกใน

กลุ่ม



ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างการวางแผนการทำงานโดยกำหนดหน้าที่การทำงานร่วมกับสมาชิกใน

กลุ่ม



ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างการนำเสนอผลงานของกลุ่มในห้องเรียน

ผู้วิจัยได้ประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน โดยใช้วิธีการประเมินโดยเพื่อน (peer assessment) ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม หลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดัดแปลงจากวิธีของโคลส์ (Koles method) (Levine, 2012) ซึ่งประกอบด้วย การประเมิน 2 ส่วน คือ การประเมินเชิงปริมาณ และการประเมินเชิงคุณภาพ จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และวิเคราะห์คะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples

จากการประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน ซึ่งประกอบด้วยการประเมินเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินเชิงปริมาณจะถูกนำไปคิดเป็นน้ำหนักคะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนทักษะการร่วมมือทำงาน และคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินเชิงคุณภาพจะนำไปคิดเป็นน้ำหนักคะแนนร้อยละ 40 ของคะแนนทักษะการร่วมมือทำงาน จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนทั้ง 2 ส่วนมาวิเคราะห์เป็นค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และวิเคราะห์คะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็น ร้อยละ	ระดับทักษะ	t	p
กลุ่มทดลอง	10	6.33	0.10	63.32	ค่อนข้างดี	3.88	0.000
กลุ่มควบคุม	10	5.56	0.07	55.63	พอใช้		

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะการร่วมมือทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 6.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.10 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 63.32 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างดี และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 55.63 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ สถิติทดสอบ t-test มีค่าเท่ากับ 3.88 เลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

ผู้วิจัยได้ประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร ของนักเรียนระหว่างการนำเสนอผลงานของกลุ่มทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และสรุปเป็นคะแนนทักษะการสื่อสารหลังการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และวิเคราะห์คะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples

ตาราง 8 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร หลังการจัดการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	คิดเป็น ร้อยละ	ระดับทักษะ	t	p
กลุ่มทดลอง	9	7.45	1.02	82.78	ดีมาก	1.91	0.049
กลุ่มควบคุม	9	6.56	0.50	72.84	ดี		

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะการสื่อสารเฉลี่ยเท่ากับ 7.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.02 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.78 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.84 ซึ่งอยู่ในระดับดี สถิติทดสอบ t-test มีค่าเท่ากับ 1.91 เลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .049 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้นในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญของงานวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เทียบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เทียบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานในการวิจัย

1. บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีม

เป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเทียบกับก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงานและทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหา การวัดและประเมินผล ในการสร้างบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามบทเรียนที่พัฒนาขึ้น

2. พัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมขององค์ประกอบเท่ากับ 4.24 หมายถึงมีความเหมาะสมขององค์ประกอบมาก และมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

3. นำบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 จำนวน 3 คน ครั้งที่ 2 จำนวน 9 คน และครั้งที่ 3 จำนวน 30 คน

4. หาประสิทธิภาพของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามสูตร E_1/E_2 เมื่อ E_1 คิดจาก ร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดภายในบทเรียน และ E_2 คิดจาก ร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 76.67/70.80 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ส่วนที่ 2 การศึกษาประสิทธิผลของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 36 คน เพื่อศึกษาประสิทธิผลของบทเรียนในแต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ดำเนินการดังนี้

1.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก วัดพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน ตามกระบวนการทางปัญญาใหม่ของกลุ่ม คือ ด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์

1.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับลำดับขั้นพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง -0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยจึงปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50

1.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แล้ว จำนวน 103 คน จากนั้นหาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21-0.64 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.45

1.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.88

1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ได้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ได้แก่ นักเรียนกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 36 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และนักเรียนกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนจำนวน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E)

1.6 ศึกษาประสิทธิผลของบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

1.6.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent samples

1.6.2 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples

2. ด้านทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน และด้านทักษะการสื่อสาร ดำเนินการดังนี้

2.1 ทักษะการร่วมมือทำงาน

2.1.1 สร้างแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน สำหรับรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน โดยดัดแปลงมาจากแบบประเมินของโคเลส (Koles method) (Levine, 2012) ซึ่งประกอบด้วยการประเมิน 2 ส่วน คือ การประเมินเชิงปริมาณ (quantitative assessment) เป็นแบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า จำนวน 11 ข้อ และการประเมินเชิงคุณภาพ (qualitative assessment) เป็นการเขียนผลสะท้อนกลับให้กับสมาชิกในกลุ่ม จำนวน 2 ข้อ

2.1.2 นำแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงานเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยจึงปรับปรุงและแก้ไขแบบประเมินตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

2.1.3 นำแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน ที่ได้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา

ขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.1.4 ศึกษาประสิทธิผลของบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ในด้านทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม ด้านทักษะการร่วมมือทำงาน โดยเปรียบเทียบคะแนนจากแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน หลังการจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples

2.2 ทักษะการสื่อสาร

2.2.1 สร้างแบบประเมินทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบมาตรฐาน ประเมินค่า ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น

2.2.2 นำแบบประเมินทักษะการสื่อสารเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยจึงปรับปรุงและแก้ไขแบบประเมินตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

2.2.3 นำแบบประเมินทักษะการสื่อสาร ที่ได้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2.4 ศึกษาประสิทธิผลของบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ในด้านทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม ด้านทักษะการสื่อสาร โดยเปรียบเทียบคะแนนจากแบบประเมินทักษะการสื่อสาร หลังการจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลได้ดังนี้

1. บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 76.67/70.80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 70/70 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะใน

ศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงาน และทักษะการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 76.67/70.80 เป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 70/70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ กิจกรรมการเรียนรู้ออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหา โดยผ่านการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผลการเรียนรู้ และยึดแนวการจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 รวมถึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของวิกิออสกี ที่เน้นการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของผู้เรียน ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ภายในตนเองตามทฤษฎีของวิกิออสกี (Wink, 2002) โดยใช้

รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning) ซึ่งมีหลักการสำคัญ 4 ประการ ตามแนวคิดของ Michaelsen และ Sweet (2008) ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานให้ประสบผลสำเร็จ ได้แก่ กลุ่มและการจัดการกลุ่มอย่างเหมาะสม ความรับผิดชอบ ต่อทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่ม การให้ผลสะท้อนกลับ และการออกแบบภาระงาน สอดคล้องกับ งานวิจัยของ กิตติศักดิ์ ลักษณะ (2554) และ Hagen (2016) พบว่า การออกแบบการจัดการ เรียนรู้โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ การกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับผลการเรียนรู้ การจัดกลุ่มผู้เรียนที่ประกอบด้วยสมาชิก 5-7 คน และมีความหลากหลาย ออกแบบภาระงานให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ และอาศัยการ ประเมินโดยเพื่อน (peer assessment) ในการให้ผลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียน จะทำให้ได้การจัดการ เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้

ประการที่สอง บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสาร สัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้รับการพิจารณาความ เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และครูผู้สอนวิชาเคมีระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ทั้งในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบของและความสอดคล้องของบทเรียนที่ พัฒนาขึ้น และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเล็กจำนวน 3 คน และกลุ่มเล็ก จำนวน 9 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้และหาข้อบกพร่องของบทเรียน จากนั้นนำไป ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มใหญ่จำนวน 30 คน เพื่อศึกษากระบวนการจัดการ เรียนรู้ และหาประสิทธิภาพของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสาร สัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 70/70 ซึ่งเป็นการพัฒนาบทเรียนอย่างเป็นระบบ จึงทำให้บทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของวรัทยา มณีรัตน์ (2560) ที่พัฒนาการจัดการ เรียนรู้โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเล็ก กลุ่มกลาง และกลุ่มใหญ่ เพื่อดู ความเหมาะสมของกิจกรรมและหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่ม ตัวอย่าง พบว่า ทำให้การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี

ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 76.67/70.80 เป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 70/70 ที่กำหนดไว้ และสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไปได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การที่ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก (active learning) ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ผ่านการทำกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือภายในกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิก 5-7 คน และเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของวิกอิตสกี ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ภายในตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับสมาชิกภายในกลุ่ม ได้แก่ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การอภิปราย การต่อร่องระหว่างสมาชิกในการทำงานกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Opara (2014) ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ และงานวิจัยของณัฐพล สีจาด และคณะ (2017) ที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ในการจัดการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น พบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของชลาธร วิเชียรรัตน์ (2559) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สอง การทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนจะทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิก 5-7 คน ที่ผู้วิจัยจัดให้ โดยคณะผลการเรียนของนักเรียน

เพื่อให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีระดับความรู้ ความสามารถที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเขาวงกตปัญญา (zone of proximal development) ตามทฤษฎีของวิกอตสกี ที่อธิบายผลของการช่วยเหลือจากกลุ่ม หรือครูผู้สอนที่มีระดับความสามารถมากกว่า ที่ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการทางเขาวงกตปัญญาได้ตามศักยภาพสูงสุดของแต่ละคน (Powell & Kalina, 2009; Vygotsky, 1978) จากการศึกษาค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Hake, 1998) ของกลุ่มทดลอง แสดงดังภาพประกอบที่ 14(ก.) ในผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงจากก่อนเรียนเฉลี่ยร้อยละ 16.22 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของกลุ่มทดลอง จำแนกออกเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน จะพบว่านักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักเรียนกลุ่มอ่อนที่มีค่าร้อยละของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับกลุ่มเก่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Johnson, T. Johnson, และ Smith (1998) และงานวิจัยของ Shachar และ Fischer (2004) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือในลักษณะกลุ่ม มีส่วนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และส่งผลดีอย่างยิ่งต่อนักเรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มปานกลางได้ดี เนื่องจากนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อนกว่าจะกล้าถามในสิ่งที่ตนเองไม่เข้าใจกับสมาชิกในกลุ่มมากกว่าถามครูผู้สอน และงานวิจัยของ Koles และคณะ (2010) พบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มอ่อนอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากนักเรียนจะเกิดการเติมเต็มเนื้อหาซึ่งกันและกัน กระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอ่อนมีการเตรียมตัวก่อนเข้าชั้นเรียนมากขึ้น เพื่อให้ตนเองมีบทบาทในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มอ่อนเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่นักเรียนกลุ่มเก่งจะเกิดการพัฒนาความรู้ความเข้าใจมากขึ้นผ่านการอธิบายหรือการสอนให้กับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม เนื่องจากการอธิบายหรือการสอนจะช่วยให้ผู้อธิบายเกิดการคิดทบทวน ปรับโครงสร้างทางความคิดใหม่เพื่อสร้างเป็นคำอธิบาย (Webb, 1991) จึงทำให้นักเรียนกลุ่มเก่งยังคงมีพัฒนาการทางการเรียนรู้จากการเรียนรู้ร่วมกับกลุ่มที่สมาชิกมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

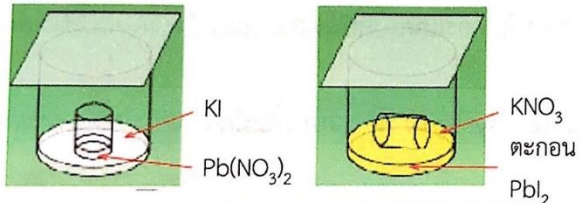
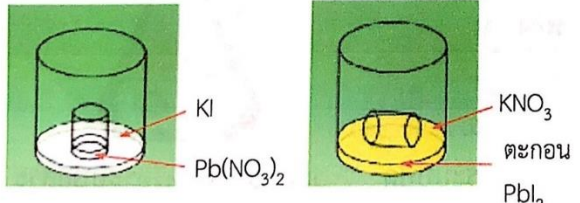
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการจัดการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก เนื่องจากนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนนำมโนทัศน์ของเนื้อหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา (Swanson, McCulley, Osman, Scammacca Lewis, & Solis, 2017) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่นักเรียนต้องเข้าใจมโนทัศน์ของเนื้อหา เช่น ปฏิริยาเคมี กฎทรงมวล และกฎสัดส่วนคงที่ ก่อนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางปริมาณสารสัมพันธ์ต่อไป (Stavy, 1991) ดังนั้น เมื่อนำรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ จะทำให้นักเรียนได้นำความเข้าใจในเชิงมโนทัศน์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางปริมาณสารสัมพันธ์ ตามกิจกรรมการเรียนรู้ภายในบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบเชิงลึก (Michaelsen & Sweet, 2008) โดยนักเรียนต้องศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองก่อน จากนั้นจึงอาศัยกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม และการให้ผลสะท้อนกลับจากครูผู้สอน ในการเติมเต็มเนื้อหา และให้กลุ่มนำเสนอสำคัญของเนื้อหานั้นไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ได้รับ

ตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง กฎทรงมวล ด้วยตนเองร่วมกับกลุ่มก่อนเข้าชั้นเรียน แสดงดังภาพประกอบที่ 15 นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเรื่องการพิจารณาภาวะของระบบในการเกิดปฏิริยาเคมี เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจเรื่องกฎทรงมวล จะเห็นได้ว่า จากการทำแบบฝึกหัดข้อที่ 3 และ 4 นักเรียนเข้าใจความหมายของระบบและสิ่งแวดล้อม สามารถระบุภาวะของระบบได้ถูกต้อง และนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์สำคัญของเนื้อหาว่า ในการพิจารณาภาวะของระบบนั้น จะพิจารณาจากการแลกเปลี่ยนมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญ ไม่เกี่ยวข้องกับภาชนะ ดังนั้น ในขั้นการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่ม ซึ่งให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าปฏิริยาเคมีระหว่างกรดอะซิติก (CH_3COOH) และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) เป็นไปตามกฎทรงมวล นักเรียนจะ

สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ แสดงดังภาพประกอบที่ 16 ที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถ ออกแบบภาวะของระบบให้เป็นระบบปิด โดยการใส่ลูกโป่งเป็นตัวเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไม่ให้หายไปจากระบบ ทำให้เมื่อเปรียบเทียบ น้ำหนักระหว่างก่อนและหลังการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะพบว่ามือน้ำหนักเท่ากัน ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล

<p>3. $2KI(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + PbI_2(s)$</p> 	<p>สอล. KI Pb(NO₃)₂ KNO₃ PbI₂(ตะกอน)</p>	<p>หลอดทดลอง เล็ก ๆ 1 ชิ้น ฟลอปด์</p>	<p>ปิด ✓</p>
<p>4. $2KI(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + PbI_2(s)$</p> 	<p>สอล. KI Pb(NO₃)₂ KNO₃ ตะกอน PbI₂</p>	<p>หลอดทดลอง เล็ก ๆ 1 ชิ้น</p>	<p>เปิด ✓</p>

การพิจารณาว่าระบบใดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิดขึ้นอยู่กับ การปิดหรือเปิดภาชนะหรือไม่ อย่างไร

ใช่ เพราะระบบปิดต้องไม่มีการแลกเปลี่ยนมวลระหว่างกับโลกที่

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนเข้าชั้นเรียน

การทดลองที่ 2: ปฏิกิริยาระหว่าง $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ และ $\text{NaHCO}_3(\text{s})$
แผนภาพวิธีการทดลองที่ 2

ก่อนทำปฏิกิริยา

หลังทำปฏิกิริยา

CH_3COOH
กรดอะซิติก
154.90 g

NaHCO_3
โซเดียมไบคาร์บอเนต
5.40 g

$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH}$
164.30 g

164.30 g

มวลก่อนเกิดปฏิกิริยา 164.30 g

มวลหลังเกิดปฏิกิริยา 164.30 g

ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องกฎทรงมวลแก้ปัญหาทางปริมาณสาร

สัมพันธ์

ดังนั้น จากการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่มภายในบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จึงมีส่วนทำให้นักเรียนกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนโดยวิธีปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐพล สีจาด และคณะ (2017) ที่พบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกประสบการณ์การนำความรู้มาใช้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มจนได้ผลลัพธ์

แต่อย่างไรก็ตาม จะพบว่านักเรียนอาจมีความเข้าใจที่ผิดหรือคลาดเคลื่อนจากการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง ซึ่งเห็นได้จากคำตอบที่ผิดในแบบฝึกหัดตรวจสอบความเข้าใจ แต่ผู้สอนจะสามารถแก้ไขความเข้าใจที่ผิดหรือคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ ในขั้นของการให้ผลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียน และในขั้นการบรรยายสั้น ๆ เพื่อเน้นส่วนที่สำคัญของเนื้อหา และเติมเต็มความรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ที่มากพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นต่อไป ซึ่งการให้ผลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยครูผู้สอน จัดเป็นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมภายในชั้นเรียนรูปแบบ

หนึ่งตามทฤษฎีของวิกิตอกี ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน

ประการที่สอง รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ได้ให้ความสำคัญกับการออกแบบภาระงานหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มอบหมายให้กับนักเรียน โดยยึดตามหลักการ 4S ประกอบด้วย 1) ภาระงานต้องสำคัญต่อการเรียนรู้ (significant) คือ มีปริมาณงานที่เหมาะสมและเลือกเฉพาะส่วนสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ โดยอาศัยการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ 2) สร้างตัวเลือกเพื่อให้กลุ่มเกิดการคิดตัดสินใจ (specific choice) เพื่อให้เกิดการเจรจาต่อรองระหว่างสมาชิกเพื่อหาคำตอบหรือวิธีการที่ดีที่สุด 3) แต่ละกลุ่มได้รับปัญหาเดียวกัน (same problem) และ 4) รายงานผลพร้อมกัน (simultaneously report) เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบความแตกต่างของงาน และมีความรับผิดชอบต่องานที่ต้องนำเสนอให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ (Michaelsen & Sweet, 2008) ซึ่งการออกแบบภาระงานตามหลักดังกล่าว จะทำให้ภาระงานมีความซับซ้อนมากขึ้น และท้าทายให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ภายในบทเรียนตามหลัก 4S คือ เน้นให้นักเรียนเข้าใจโมทัศน์ของเนื้อหาซึ่งประกอบด้วย กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ และกฎเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาวอกาโดร และสร้างโอกาสให้นักเรียนนำมโนทัศน์นั้นมาประยุกต์ใช้ในการทำการทดลอง ผ่านการคิดหาวิธีการเพื่อตอบคำถามการทดลองร่วมกับกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มได้รับคำถามเดียวกันในทุกกิจกรรมการเรียนรู้ และให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานเพื่อให้เกิดการอภิปรายระหว่างกลุ่ม จากนั้นจึงนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ต่อไป จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jarjoura, Abou Tayeh, และ Zgheib (2015) และงานวิจัยของ Chawin Maninun, Kanokkarn Kittichartchaowalit, และ Nattapakal Kittisunthonphisarn (2017) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนรู้โดยวิธีอื่น

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงาน และทักษะการสื่อสาร ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการจัดการเรียนรู้

ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงาน และทักษะการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ได้เน้นการให้โอกาสนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มเป็นหลัก ซึ่งเห็นได้จากเวลาส่วนใหญ่ในชั้นเรียนจะถูกใช้กับกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่ม (ขั้นที่ 6) เป็นหลัก ซึ่งภายในบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วยกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 กฎทรงมวล กิจกรรมที่ 2 กฎสัดส่วนคงที่ และกิจกรรมที่ 3 กฎเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร โดยก่อนเริ่มทำกิจกรรมทุกครั้ง นักเรียนจะต้องวางแผนการทำงาน และกำหนดหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มร่วมกัน จึงมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการร่วมมือทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของชินสุธา สุวรรณประชา, จารุณี มณีกุล, และ นิธิดา อติภัทนันท์ (2014) และงานวิจัยของนราวดี จ้อยรุ่ง, นพมณี เชื้อวัชรินทร์, และ เชษฐสิทธิ์ ศิริสวัสดิ์ (2561) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยจัดกลุ่มนักเรียนให้มีสมาชิกที่ผลผลการเรียนกัน กำหนดให้สมาชิกในกลุ่มมีภาระงานร่วมกัน และมีการนำเสนองานร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่มสูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีโอกาสได้วางแผนการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สมาชิกในกลุ่มมีผลประโยชน์ร่วมกัน จนเกิดการช่วยเหลือและร่วมมือกัน และงานวิจัยของ Park, Kim, Park, และ Park (2015) พบว่า การออกแบบการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ที่ให้นักเรียนมีส่วนรับผิดชอบในความสำเร็จของกลุ่ม ในขั้นตอนการทดสอบผู้เรียนเป็นรายกลุ่ม (tTest) ส่งผลให้การทำงานของกลุ่มมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างทักษะการทำงานร่วมกันในด้านความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก (team-interpersonal skill) รวมถึงการให้โอกาสนักเรียนได้ทบทวนบทบาทการทำงานกลุ่มของตนเองและสมาชิกแต่ละคน ผ่านขั้นตอนการประเมินโดยเพื่อน ยังเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อกลุ่ม และทำให้การทำงานกลุ่มมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อสมาชิกในกลุ่มได้พูดคุยถึงผลสะท้อนกลับในการทำงานของตนเอง (Johnson และคณะ, 1998) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mohammed Alzaid (2017) ที่นำเสนอว่า การประเมินโดยเพื่อนควรถูกนำไปใช้ในห้องเรียนแบบเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อเพิ่มบทบาทของนักเรียนให้มีส่วนร่วมกับการเรียนรู้อีกด้วย โดยในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนการประเมินทักษะการร่วมมือ

ทำงานจากการประเมินในเชิงคุณภาพ โดยการเขียนผลสะท้อนกลับให้แก่สมาชิก ตามวิธีประเมินของโคลล์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากนักเรียนเห็นภาพการทำงานร่วมกันของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มอย่างชัดเจน และเป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้ร่วมกัน จึงส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลอง มีทักษะการร่วมมือทำงานสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มที่ต้องอาศัยการสื่อสารระหว่างสมาชิก (Michaelsen & Sweet, 2008) โดยสื่อสารกันทั้งในรูปแบบอวัจนภาษา (non-verbal communication) เช่น การแสดงท่าที ยอมรับฟังความเห็นของสมาชิกในกลุ่ม การแสดงความใส่ใจต่อสมาชิกในกลุ่ม และสื่อสารในรูปแบบวัจนภาษา (verbal communication) เช่น การพูด การสอนกันเองภายในกลุ่ม การรับฟัง การเขียนงานเพื่อใช้ในการนำเสนอ ความแตกต่างของรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานจากรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่ม หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบอื่น คือ นักเรียนต้องมีบทบาท และความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและการเรียนรู้ของกลุ่มอย่างชัดเจน และห้องเรียนเป็นเปรียบเสมือนสถานที่สำหรับสื่อสารกันในการทำงาน ทั้งระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มเอง ระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน และภายในชั้นเรียน (LeFebvre, 2016) ทำให้การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบกลุ่มที่สมาชิกมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยต้องสื่อสารกันในการทำงาน หรือการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ช่วยส่งเสริมทักษะการสื่อสารให้กับนักเรียน ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและประเมินโดยใช้แบบประเมินทักษะการสื่อสารพบว่า เมื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานติดต่อกันทั้ง 3 กิจกรรมการเรียนรู้ โดยคงสมาชิกในกลุ่มตามเดิมที่ผู้วิจัยจัดให้ นักเรียนจะมีการปรับตัวเข้าหากันและสื่อสารกันมากขึ้นจากตอนเริ่มแรก นักเรียนมีการแนะนำภายในกลุ่มตลอดเวลาทั้งในด้านการทำกิจกรรมตามบทเรียน และด้านพฤติกรรมในห้องเรียน รวมถึงคุ้นเคยกับการแสดงความรู้ ความคิดเห็นภายในกลุ่ม และการนำเสนอผลงานของกลุ่มหน้าชั้นเรียน ซึ่งถือเป็นการแสดงออกของทักษะการสื่อสารที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Akanwa และ Odo (2014) และ งานวิจัยของ Aliyu (2017) พบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ส่งเสริมพฤติกรรมทางสังคมที่ดีให้กับนักเรียน และช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารให้กับนักเรียน ได้ดีกว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบอื่นที่ไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการร่วมมือทำงาน และทักษะการสื่อสาร ของนักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะใน

ศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจจัดการเรียนรู้หรือทำการศึกษาวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกลุ่มนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน จำเป็นต้องจัดให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีระดับผลการเรียนรู้แตกต่างกัน คือ ระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในจำนวนเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน เพื่อให้เกิดความหลากหลายทางความคิดในแต่ละกลุ่ม

1.2 การให้สื่อการเรียนรู้แบบออนไลน์ ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียนในการเข้าใช้งานสื่อ เพื่อไม่ให้เกิดความไม่เท่าเทียมหรืออุปสรรคในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

1.3 การกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนในการทำงานร่วมกัน จะช่วยให้นักเรียนมีบทบาทหน้าที่ภายในกลุ่มที่ชัดเจน และส่งเสริมให้การทำงานร่วมกันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานส่งผลดีต่อผู้เรียน ดังนี้ 1) ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระแบบเชิงลึก จากการเรียนรู้ร่วมกับกลุ่มและการลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นทัศนคติที่ดีและสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้ 3) ช่วยให้ผู้เรียนค้นพบข้อดีและข้อเสียของตนเองในการทำงานร่วมกับผู้อื่น แต่อย่างไรก็ตาม ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้กับเนื้อหาสาระ เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ของเนื้อหาไปประยุกต์ใช้

2.2 อาจมีการศึกษามโนทัศน์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อให้แน่ใจว่าการเรียนรู้ร่วมกับกลุ่ม และการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้องค์ความรู้ร่วมกับกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์ของเนื้อหาที่ถูกต้องจริง

2.3 การใช้วิธีการประเมินโดยเพื่อน ครูผู้สอนควรสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนเกี่ยวกับการให้และรับผลสะท้อนกลับก่อนทำการประเมิน และไม่ควรรู้วิธีการประเมินนี้หากนักเรียนไม่ยินยอม

บรรณานุกรม

- Agung, S., & Schwartz, M. S. (2007). Students' Understanding of Conservation of Matter, Stoichiometry and Balancing Equations in Indonesia. *International Journal of Science Education*, 29(13), 1679-1702. doi:10.1080/09500690601089927
- Akanwa, U. N., & Odo, A. O. (2014). Effects of collaborative learning on effective communication skills for achieving peace culture among science students in Nigerian schools. *International Journal of Innovative Research & Development*, 3(4), 394-397.
- Aliyu, M. M. (2017). Developing oral communication skills through collaborative learning : implications for Nigerian teachers. *International Journal of English Literature and Social Sciences*, 2(5), 127-130.
- Annetta, L. A., Cheng, M. T., & Holmes, S. (2010). Assessing twenty-first century skills through a teacher created video game for high school biology students. *Research in Science & Technological Education*, 28(2), 101-114.
- Berk, L. E., & Winsler, A. (1995). *Scaffolding children's learning: Vygotsky and early childhood education*: National Association for the Education of Young Children.
- Chanyah Dahsah, & Coll, R. K. (2007). Thai Grade 10 and 11 students' conceptual understanding and ability to solve stoichiometry problems. *Research in Science & Technological Education*, 25(2), 227-241. doi:10.1080/02635140701250808
- Chawin Maninun, Kanokkarn Kittichartchaowalit, & Nattapakal Kittisunthonphisarn. (2017). Effects of team-based learning in a flipped classroom with enhancement of listening and speaking ability of matthayomsuksa v students. *International Journal of Management and Applied Science (IJMAS)*, 3(1), 1-5.
- Fach, M., de Boer, T., & Parchmann, I. (2007). Results of an interview study as basis for the development of stepped supporting tools for stoichiometric problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(1), 13-31. doi:10.1039/B6RP90017H
- Foley, K., & O'Donnell, A. (2002). Cooperative Learning and Visual Organisers: Effects on

- Solving Mole Problems in High School Chemistry. *Asia Pacific Journal of Education*, 22(1), 38-50. doi:10.1080/0218879020220105
- Hagen, J. P. (2016). Team-Based Learning in Physical Chemistry *The Flipped Classroom Volume 1: Background and Challenges* (Vol. 1223, pp. 55-72): American Chemical Society.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74. doi:10.1119/1.18809
- Jarjoura, C., Abou Tayeh, P., & Zgheib, N. K. (2015). Using Team-Based Learning to Teach Grade 7 Biology: Student satisfaction and improved performance. *Journal of Biological Education*, 49(4), 401-419. doi:10.1080/00219266.2014.967277
- Johnson, D., T. Johnson, R., & Smith, K. (1998). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom* (Vol. 47).
- Kibirige, I. (2016). *The Effect of Cooperative Learning on Grade 12 Learners' Performance in Projectile Motions, South Africa* (Vol. 12).
- Koles, P. G., Stolfi, A., Borges, N., Nelson, S., & Parmelee, D. (2010). The Impact of Team-Based Learning on Medical Students' Academic Performance. *Academic Medicine*, 85(11), 1739-1745. doi:10.1097/ACM.0b013e3181f52bed
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104_2
- Laddawan Burana, & Chanyah Dahsah. (2016). Problem Solving Ability of High School Chemistry Students. *NPSE 2016: New Perspectives in Science Education*.
- LeFebvre, L. (2016). Team-based learning for the basic communication course: a transformative pedagogical approach. *Review of Communication*, 16(2-3), 192-212.
- Lemke, C. (2002). enGauge 21st Century Skills: Digital Literacies for a Digital Age.
- Levine, R. E. (2012). Peer evaluation in team-based learning. *Team-Based Learning for Health Professions Education: A Guide to Using Small Groups to Improve Learning*, 103-116.

- Lumpe, A. T., & Staver, J. R. (1995). Peer collaboration and concept development: Learning about photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 71-98.
- Michaelsen, L. K. (2002). Getting started with team learning. *Team learning: A transformative use of small groups*. Westport, CT: Greenwood.
- Michaelsen, L. K., & Sweet, M. (2008). The essential elements of team-based learning. *New directions for teaching and learning*, 2008(116), 7-27.
- Michaelsen, L. K., & Sweet, M. (2011). Team-based learning. *New directions for teaching and learning*, 2011(128), 41-51.
- Mohammed Alzaid, J. (2017). *The Effect of Peer Assessment on the Evaluation Process of Students* (Vol. 10).
- Navara Seetee. (2016). *Development of acid-base laboratory learning model based on social constructivism and connection between the three levels of chemical representation for upper secondary students*. Dissertation,, (Ed. D. (Science Education)) -- Srinakharinwirot University.
- Ninna Jansoon, Ekasith Somsook, & Coll, R. K. (2008). Thai undergraduate chemistry practical learning experiences using the Jigsaw II method. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 31(2), 178-200.
- Nishigawa, K., Omoto, K., Hayama, R., Okura, K., Tajima, T., Suzuki, Y., . . . Matsuka, Y. (2016). *Comparison between flipped classroom and team-based learning in fixed prosthodontic education* (Vol. 61).
- Opara, M. F. (2014). Improving Students' Performance in Stoichiometry through the Implementation of Collaborative Learning. *Journal of Education and Vocational Research*(3), 85-93%V 85.
- Özmen, H., & Ayas, A. (2003). STUDENTS DIFFICULTIES IN UNDERSTANDING OF THE CONSERVATION OF MATTER IN OPEN AND CLOSED-SYSTEM CHEMICAL REACTIONS. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 4(3), 279-290. doi:10.1039/B3RP90017G
- PAIXÃO, M. F., & Cachapuz, A. (2000). Mass conservation in chemical reactions: The development of an innovative teaching strategy based on the history and

- philosophy of science. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(2), 201-215.
- Park, H.-R., Kim, C.-J., Park, J.-W., & Park, E. (2015). Effects of team-based learning on perceived teamwork and academic performance in a health assessment subject. *Collegian*, 22(3), 299-305.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). Framework for 21st century learning: Author Washington, DC.
- Powell, K. C., & Kalina, C. J. (2009). COGNITIVE AND SOCIAL CONSTRUCTIVISM: DEVELOPING TOOLS FOR AN EFFECTIVE CLASSROOM. *Education*, 130(2).
- Shachar, H., & Fischer, S. (2004). Cooperative learning and the achievement of motivation and perceptions of students in 11th grade chemistry classes. *Learning and Instruction*, 14(1), 69-87.
- Slavin, R. E. (1994). *Educational psychology : theory and practice* (4th ed.. ed.). Boston: Boston : Allyn and Bacon.
- Stavy, R. (1991). Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. *Journal of research in science teaching*, 28(4), 305-313.
- Swanson, E., McCulley, L. V., Osman, D. J., Scammacca Lewis, N., & Solis, M. (2017). The effect of team-based learning on content knowledge: A meta-analysis. *Active Learning in Higher Education*, 1469787417731201.
- Tingle, J. B., & Good, R. (1990). Effects of cooperative grouping on stoichiometric problem solving in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(7), 671-683.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society : the development of higher psychological processes*. Cambridge: Cambridge : Harvard University Press.
- Webb, N. M. (1991). Task-related verbal interaction and mathematics learning in small groups. *Journal for research in mathematics education*, 366-389.
- Wink, J. (2002). *A vision of Vygotsky*. Boston: Boston : Allyn and Bacon.
- เบลล์นกา เจมส์, แบรนต์ รอน, วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, & อธิป จิตตฤกษ์. (2554). ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21 = 21st century skills : rethinking how students

learn: กรุงเทพฯ : โอเพ่นเวิลด์ส์ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2556). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ = *Measurement and achievement test construction*: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โชติกา ภาชีผล. (2559). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ = *Learning measurement and evaluation*: กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2551). อาจารย์มืออาชีพ : แนวคิด เครื่องมือ และการพัฒนา: กรุงเทพฯ : เครือข่ายการพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรระดับอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย.

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2557). เติบโตเต็มตามศักยภาพผู้ศตวรรษที่ 21 ของการศึกษาไทย: กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิตติศักดิ์ ลักษณะนา. (2554). การพัฒนาหลักสูตรสันติศึกษาตามแนวคิดการเรียนรู้โดยเน้นทีมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณินพนธ์ (กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชนิษฐา สุวรรณประชา, จารุณี มณีกุล, & นิธิดา อติภัทนันท์. (2014). การใช้กลุ่มสืบค้นที่เน้นเนื้อหาท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมความรู้ความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษและทักษะการทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Ganesha Journal*, 10(1), 123-135.

จินตนา ศิริธัญญารัตน์, & วิสาข์ จิตวิวัฒน์. (2015). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อส่งเสริม ทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. *Silpakorn Educational Research Journal*, 7(1), 148-162.

ชนะชัย ทะยอสม, สิริรักษา กิจเกื้อกุล, & จินตนา กล้าเทศ. (2017). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ *Academic*

Services Journal, Prince of Songkla University, 28(2), 34-45.

- ชลธิชา หอมฟุ้ง. (2017). การพัฒนาแนวการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาไทย โดยใช้วรรณกรรมท้องถิ่น เป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบเชิงรุก เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในศตวรรษที่ 21 ของ ผู้เรียน. *Veridian e-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 10(3), 332-346.
- ชลลธร วิเชียรรัตน์. (2559). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ปีที่ 18, ฉบับที่ 2 (เม.ย.-มิ.ย. 2559), หน้า 142-151.*
- ชวลิต ชูก่าแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้: มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล: กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปากร ศึกษาสาส์ตรวิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่ 5, ฉบับที่ 1 (ม.ค. - มิ.ย. 2556), หน้า 7-20.*
- ชินะพัฒน์ ชื่นแด่ชุ่ม. (2542). ผลของการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนา ความสามารถในการเรียนรู้ของไวคอตสกีที่มีต่อทักษะทางภาษาไทยและการกำกับตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *ปริญญานิพนธ์ (ค.ด. (หลักสูตรและการสอน)) -- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ณัฐพล สีจาด, ปริณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์, & พร้อมพงศ์ เพียรพิณิชธรรม. (2017). ผลของวิธีสืบ สอบร่วมกับการเรียนรู้เป็นทีมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางเคมี และเจตคติต่อ การทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 EFFECTS OF USING THE INQUIRY METHOD WITH TEAM-BASED LEARNING ON THE CHEMISTRY PROBLEM SOLVING ABILITY AND ATTITUDES TO. *Online Journal of Education.*
- ณัทกวี ศิริรัตน์, & ศศิธร ชิดนายี่. (2009). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบทีมในรายวิชาการ พยาบาลบุคคลที่มี ปัญหาสุขภาพ 1 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดอย่างมี วิจาร์ณญาณของ นักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต. *วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สุขภาพ*, 3(2), 32-40.
- ทิตนา แหมมณี. (2545). กลุ่มสัมพันธ์ : เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน: กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แหมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

- (พิมพ์ครั้งที่ 20, [ฉบับพิมพ์ซ้ำ]. ed.). กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นราวดี จ้อยรุ่ง, นพมณี เชื้อวัชรินทร์, & เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและทักษะกระบวนการกลุ่มของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์พิเศษ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 20, ฉบับที่ 2 (เม.ย.-มิ.ย. 2561), หน้า 75-88.
- นุชลี อุปภัย. (2555). จิตวิทยาการศึกษา: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรณี ลีกิจวัฒน์. (2558). วิธีการวิจัยทางการศึกษา = *Research methods in education*: กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2558). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21: กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่งนภา กลิ่นกลาง, อาจันต์ ไพรัตน์, & ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือร่วมกับทักษะปฏิบัติและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9(3), 101-112.
- ล้วน สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้: กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรัทยา มณีรัตน์. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. ปริญญาานิพนธ์ (กศ.ม. (เคมี)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วราภรณ์ ศรีวิโรจน์, สิริรญา กิจเกื้อกูล, วารรัตน์ แก้วอุไร, & วิไลวรรณ วิภาจักษณ์กุล. (2014). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 16, ฉบับที่ 3 (ก.ค.-ก.ย. 2557), หน้า 1-13.
- วิโรจน์ สารรัตน์. (2556). กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษา : กรณีที่ศนะต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21: กรุงเทพฯ : ทิพยวิสุทธิ.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

- วิสุดา บุญแฝง, & สุณีเย์ เหมะประสิทธิ์. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่เน้นการแก้ปัญหา
 อย่างมีวิจารณญาณที่ส่งผลต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 12(1),
 201-214.
- ศศิธร บัวทอง. (2017). การวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *Veridian e-Journal*
 ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ และฉบับ *International*
Humanities, Social Sciences and arts.
- ศิริสิน ฟุ้งสกุล, & วรณี เจตจานงนุช. (2014). การพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมพัฒนาการทางอารมณ์ที่
 มีการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. *Online Journal of*
Education, 9(2), 46-59.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม = *Classical test theory*: กรุงเทพฯ :
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม ๒:
 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมพิศ ไยสุน, ปรียารัตน์ รัตนวิบูลย์, & ชลดา จันทร์ขาว. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็น
 ฐานต่อความรู้และการรับรู้ผลการเรียนรู้เรื่องการพยาบาลมารดาและครอบครัวในระยะ
 ตั้งครรภ์ของนักศึกษาพยาบาล. วารสารพยาบาลสหราชอาณาจักรไทย, 9(2), 73-87.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2542). โครงการอบรมครูผู้สอนกลุ่ม
 คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (วิทยาศาสตร์) และครูประจำห้องปฏิบัติการทาง
 วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 พุทธศักราช 2551: กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สินีภรณ์ วัฒนจินดา, จิตรกร ผดุง, & มนต์ชัย น้อยคำสิน. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบทีม
 เป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี
 สาขาวิชาเทคโนโลยีการถ่ายภาพและภาพยนตร์. วารสารการอาชีวและเทคนิคศึกษา,
 7(13), 27-32.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). การออกแบบการสอน : หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ = *Instructional*
design : principles and theories to practices: ขอนแก่น : สาขาเทคโนโลยีการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2556). จิตวิทยาการศึกษา: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัชรา เอิบสุขสิริ. (2559). จิตวิทยาสำหรับครู: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.





ภาคผนวก





หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวสุวิสา บุญน้อม

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์

รหัสโครงการวิจัย : 141/61X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 23 พฤษภาคม 2561

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการ
รับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the
Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical
Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 25 พฤษภาคม 2561

ลงชื่อ).....
(นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

ลงชื่อ).....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรศรี เตชะปัญญา)

รองประธานคณะกรรมการ รักษาการแทน
ประธานคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/X-141/2561



ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

ด้านเนื้อหา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ด้านการสอนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ครูสุรีย์ ยิ่งเจริญ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย





ผลการเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	36	25	6.14	2.00	-0.15	0.442
กลุ่มควบคุม	35	25	6.20	1.51		

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หมายเหตุ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความเท่าเทียมกันของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 6.14 และ 2.00 ตามลำดับ และผลคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.20 และ 1.51 ตามลำดับ สถิติทดสอบ t-test มีค่าเท่ากับ -0.15 เลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .442 ซึ่งมีความมากกว่า .05 แสดงว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีระดับความรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3				
1. บทเรียนมีการพัฒนาตาม แบบการเรียนรู้เชิงรุก	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
2. หลักการของบทเรียนมีความ เป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ จริง	3	4	4	11	3.67	0.58	มาก
3. บทเรียนเหมาะสมต่อการ พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
4. จุดประสงค์ของบทเรียนมี ประโยชน์ต่อผู้เรียน	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
5. จุดประสงค์ของบทเรียนมี ความชัดเจนและเป็นไปได้	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
6. เนื้อหาของบทเรียนครอบคลุม ความรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับ	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
7. เนื้อหาของบทเรียนมีการจัด เรียงลำดับที่เหมาะสม	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
8. รูปแบบของบทเรียนมีความ เหมาะสมต่อการจัดการ เรียนรู้	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก

(ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3				
9. กิจกรรมภายในบทเรียน เหมาะสมที่จะนำไปสู่การ บรรลุจุดประสงค์	3	4	4	11	3.67	0.58	มาก
10. กิจกรรมภายในบทเรียนมี การจัดลำดับขั้นตอนอย่าง เหมาะสม	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
11. ระยะเวลาในการใช้ชุด กิจกรรมมีความเหมาะสม	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
12. ความถูกต้องของภาษา	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
13. การใช้สีสัน ขนาดตัวอักษร และภาพเหมาะสม	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
14. การประเมินผลของกิจกรรม ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการ ประเมิน	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
15. การประเมินผลของกิจกรรม มีความเป็นไปได้ในการนำไป ปฏิบัติจริง	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
ค่าความเหมาะสมของ องค์ประกอบเฉลี่ย					4.24	0.42	มาก

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.5 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2. ด้านเนื้อหา						
2.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
2.2 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.3 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

(ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
2.5 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
3. ด้านการใช้ภาษา						
3.1 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3.3 การใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้ เกิดการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3.5 ภาษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ ภาษาที่ถูกต้อง	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับ จุดประสงค์	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
4.2 กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4.3 กิจกรรมสอดคล้องกับการ ประเมินผล	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4.4 กิจกรรมสอดคล้องกับทักษะใน ศตวรรษที่ 21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

(ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
4.5 การจัดลำดับของกิจกรรมมี ความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการประเมินผล						
5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5.2 การประเมินผลมีความ สอดคล้องและเหมาะสมกับ เนื้อหา	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
5.5 คำถามเข้าใจง่ายไม่กำกวม	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ioc	การพิจารณา
	1	2	3			
1	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	-1	0	-1	-2	-0.67	ตัดทิ้ง
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	0	-1	0	0.00	ปรับปรุง
6	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
7	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
8	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
13	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
14	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
15	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
16	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
18	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
19	1	1	-1	1	0.33	ปรับปรุง
20	0	-1	1	0	0.00	ปรับปรุง

(ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ioc	การพิจารณา
	1	2	3			
21	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
32	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
33	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
34	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
35	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง
36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
37	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง
38	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
39	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
40	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
1	0.66	0.30	ใช้ได้	
2	0.64	0.36	ใช้ได้	✓
3	0.57	0.36	ใช้ได้	✓
4	0.52	0.34	ใช้ได้	✓
5	0.61	0.39	ใช้ได้	✓
6	0.32	0.18	ปรับปรุง	
7	0.55	0.45	ใช้ได้	✓
8	0.64	0.36	ใช้ได้	✓
9	0.57	0.36	ใช้ได้	
10	0.52	0.38	ใช้ได้	✓
11	0.38	0.29	ใช้ได้	✓
12	0.52	0.34	ใช้ได้	✓
13	0.38	0.27	ใช้ได้	✓
14	0.46	0.29	ใช้ได้	✓
15	0.36	0.07	ปรับปรุง	
16	0.45	0.27	ใช้ได้	✓
17	0.23	-0.05	ปรับปรุง	
18	0.30	0.05	ปรับปรุง	
19	0.46	0.29	ใช้ได้	
20	0.57	0.21	ใช้ได้	✓
21	0.48	0.38	ใช้ได้	✓

(ต่อ)

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
22	0.21	-0.04	ปรับปรุง	✓
23	0.36	0.11	ปรับปรุง	✓
24	0.07	-0.07	ปรับปรุง	
25	0.11	-0.11	ปรับปรุง	
26	0.63	0.30	ใช้ได้	✓
27	0.52	0.38	ใช้ได้	✓
28	0.64	0.25	ใช้ได้	✓
29	0.36	0.32	ใช้ได้	✓
30	0.46	0.39	ใช้ได้	✓
31	0.41	0.38	ใช้ได้	✓
32	0.29	0.29	ใช้ได้	✓
33	0.55	0.30	ใช้ได้	✓
34	0.50	0.32	ใช้ได้	✓

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21-0.64 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.45 ซึ่งการคัดเลือกข้อสอบนั้น นอกจากจะพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่เป็นไปตามเกณฑ์ ผู้วิจัยยังคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีจำนวนทั้งหมด 25 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน เท่ากับ 0.88

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการร่วมมือ
ทำงาน

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การ พิจารณา
	1	2	3		
1. เข้าร่วมกิจกรรมในห้องเรียนตรงเวลา อยู่กับทีมตลอดการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. เป็นทั้งผู้ฟังและผู้ลงมือทำที่ดี	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. ถามคำถามที่เป็นประโยชน์ หรือ นำไปสู่การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็น ประโยชน์	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
4. ร่วมให้ข้อมูล อธิบายสิ่งที่ตนเองเข้าใจ ให้กับทีม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. แนะนำแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเป็น ประโยชน์ต่อการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6. ให้คำแนะนำที่ดีแก่สมาชิกในทีม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7. รับฟังคำแนะนำจากสมาชิกในทีม	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
8. แสดงความใส่ใจต่อสมาชิกในทีม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1. ทักษะด้านการฟัง	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
1) มีมารยาทของผู้ฟังที่ดี					
2) จับประเด็นสำคัญของสิ่งที่ฟังได้					
3) มีการจดบันทึกขณะฟัง					
2. ทักษะด้านการเขียน	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
1) ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน					
2) เรียบเรียงสิ่งที่เขียนได้กระชับ มีลำดับของเนื้อหา					
3) เนื้อหาครบถ้วน สมบูรณ์					
3. ทักษะด้านการพูด	0	0	+1	0.33	ปรับปรุง
1) มีน้ำเสียงชัดเจน เรียบเรียงสิ่งที่พูดได้กระชับ มีลำดับของเนื้อหา					
2) เนื้อหาครบถ้วน สมบูรณ์					
3) ใช้สื่อประกอบการพูดอย่างเหมาะสม					

ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

นักเรียนคนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ในบทเรียน (30 คะแนน)	คะแนนจากแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (25 คะแนน)
1	23.5	13
2	21.5	14
3	25.5	14
4	21.5	17
5	23.5	19
6	25.5	15
7	21.5	16
8	21.5	20
9	23.5	18
10	25.5	19
11	23.0	20
12	23.0	19
13	23.0	19
14	23.5	20
15	23.0	20
16	21.5	21
17	23.0	21
18	21.5	22
19	21.5	21

(ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	คะแนนจากแบบทดสอบวัด
	ในบทเรียน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	(30 คะแนน)	(25 คะแนน)
20	23.0	21
21	23.0	21
22	23.0	20
23	25.5	21
24	23.0	11
25	25.5	12
26	21.5	13
27	23.0	10
28	21.5	14
29	23.5	20
30	21.5	20
รวม	690	531
\bar{X}	23.00	17.70
S.D.	1.48	3.52
ร้อยละ	76.67	70.80
	$E_1 = 76.67$	$E_2 = 70.80$
	$E_1/E_2 = 76.67/70.80$	



ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

บทเรียนเชิงรุกวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
(Active Learning Lesson on Stoichiometry)

เรื่อง
มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี
ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี



ทีม

คำชี้แจง

การเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มีข้อควรทราบและข้อปฏิบัติดังนี้

1. บทเรียนเชิงรุกวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. การจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง หรือการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน (Team-based Learning; TBL)
3. นักเรียนควรทำความเข้าใจการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน จุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหา ขั้นตอนการทำกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียน เวลาที่ใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและทำกิจกรรม
4. หากนักเรียนมีข้อสงสัยระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการใช้บทเรียนเชิงรุกวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สามารถสอบถามครูผู้สอนได้

การเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน หรือ Team-based Learning (TBL) คืออะไร ?

การเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน (Team-based Learning) คือ รูปแบบการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย ซึ่งประกอบด้วยสมาชิก 5-7 คนต่อกลุ่ม มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก พร้อม ๆ กับเสริมสร้างให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการทำงานเป็นทีม

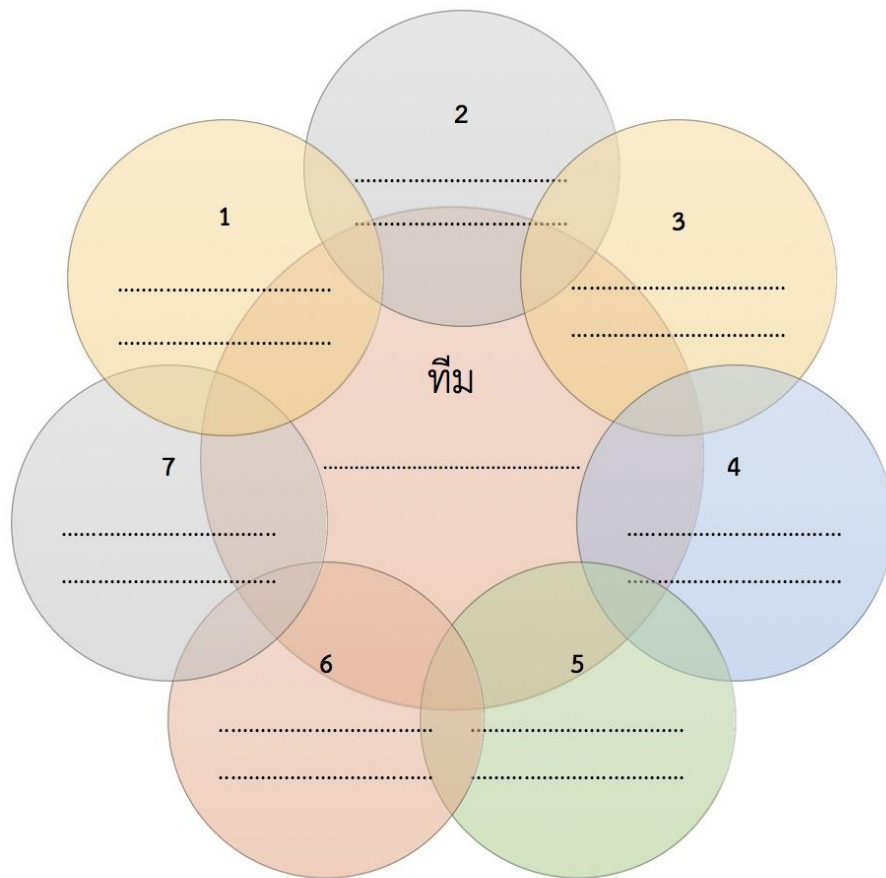
How TBL Works

- 1 เตรียมตัวก่อนเข้าชั้นเรียนโดยอ่านเอกสารประกอบการเรียน หรือค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม กิจกรรม นอกห้องเรียน
- 2 ทดสอบเดี่ยวเพื่อประเมินความพร้อม (iTest) (ใช้เวลา 10 นาที)
- 3 ทดสอบทีมเพื่อประเมินความพร้อม (tTest) (ใช้เวลา 15 นาที)
- 4 การอุทธรณ์เพื่อเพิ่มคะแนนของทีม (ใช้เวลา 5 นาที)
- 5 ครูบรรยายสั้น ๆ อธิบายหรือชี้แนะนักเรียน (ใช้เวลา 20 นาที) กิจกรรม ในห้องเรียน
- 6 ทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม (ใช้เวลา 45 นาที)
- 7 ทำแบบประเมินเพื่อนในทีม (ใช้เวลา 5 นาที)



สมาชิกในทีม

ในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทีมเป็นฐาน นักเรียนจะต้องทำกิจกรรมร่วมกับทีมของตนเองตลอดจนครบทุกกิจกรรมในบทเรียน โดยสมาชิกมีดังต่อไปนี้



จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. อธิบายความหมายของระบบกับสิ่งแวดล้อมและภาวะของระบบได้
2. อธิบายความหมายของระบบปิดและระบบเปิด พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้
3. สรุปสาระสำคัญของกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ กฎการรวมปริมาตรของเกย์-ลูสแซ็ก และกฎของอาโวกาโดรได้
4. คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีตามหลักการของกฎทรงมวลได้
5. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้
6. คำนวณหাপริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีได้
7. คำนวณหาสูตรโมเลกุลของแก๊ส เมื่อทราบปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. ทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. นำเสนอผลงานของทีมโดยสื่อสารได้ตรงประเด็น

ด้านคุณลักษณะของสาระการเรียนรู้ (Attitude)

1. สนใจใฝ่รู้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้
2. รับผิดชอบต่อกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับทีม
3. เห็นความสำคัญของการทำงานเป็นทีม
4. เห็นความสำคัญของการมีทักษะการสื่อสารที่ดี

เตรียมตัวก่อน
เข้าชั้นเรียน

ให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาเรื่องกฎทรงมวลในบทเรียน หรือสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ที่นักเรียนสนใจเพิ่มเติมก่อนเข้าชั้นเรียน

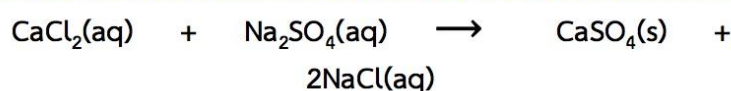
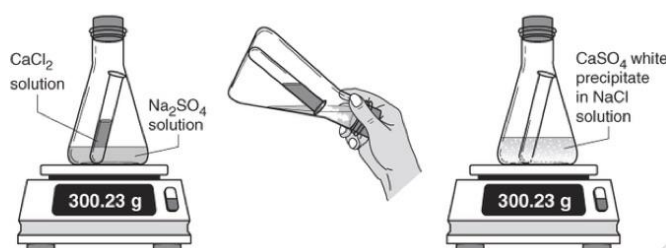
กฎทรงมวล (Law of Conservation of Mass)

ในปี ค.ศ. 1744 อองตวน โลรอง ลาวัชเชอ (Antoine-Laurent Lavoisier) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ทดลองเผาสารเมอร์คิวรี (II) ออกไซด์ (HgO) ในหลอดปิด ผลการทดลองพบว่ามวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา และเมื่อทำการทดลองซ้ำหลายครั้งก็ได้ผลเช่นเดิม สรุปตั้งเป็นกฎเรียกว่า **กฎทรงมวล**



กฎทรงมวล กล่าวว่า “ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา”

ตัวอย่าง: ปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) กับโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)



300.23 กรัม

มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยา

300.23 กรัม

มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา

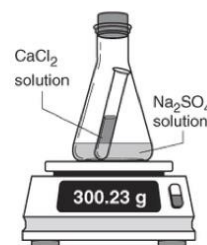
เมื่อปฏิกิริยาเป็นไปตามกฎทรงมวล มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยา ย่อมเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา



คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมต่อไปนี้ล่วงหน้าก่อนเข้าชั้นเรียน
เรื่อง: วิชาเคมี - มวลสารสัมพันธ์ กฎทรงมวล และกฎสัดส่วนคงที่

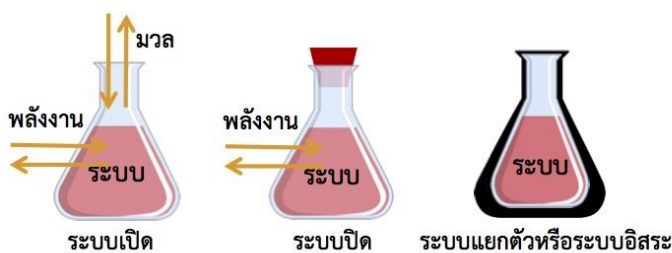
ระบบกับการเปลี่ยนแปลง

- ระบบ (System) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายในขอบเขตที่ต้องการศึกษา
 - สิ่งแวดล้อม (Surrounding) หมายถึง สิ่งที่อยู่นอกขอบเขตที่ต้องการศึกษา
- ดังนั้น จากการศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CaCl_2 และ Na_2SO_4
 ระบบ ได้แก่ สารละลาย CaCl_2 สารละลาย Na_2SO_4
 สิ่งแวดล้อม ได้แก่ หลอดทดลอง ขวดรูปชมพู่ จุกยาง เครื่องชั่ง ฯลฯ



ชนิดของระบบ

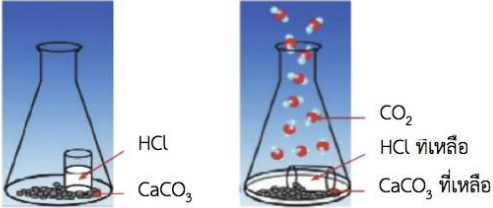
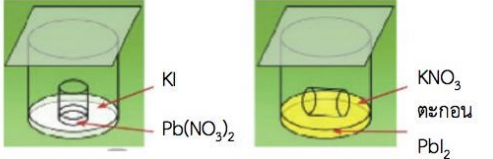
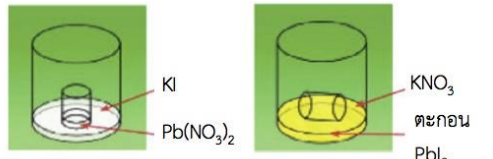
1. ระบบเปิด (Open system) คือ ระบบที่มีการแลกเปลี่ยนพลังงานและมวลกับสิ่งแวดล้อมได้
2. ระบบปิด (Closed system) คือ ระบบที่มีการแลกเปลี่ยนพลังงานกับสิ่งแวดล้อมได้เพียงอย่างเดียว ส่วนมวลคงที่
3. ระบบแยกตัวหรือระบบอิสระ (Isolated system) คือ ระบบที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนทั้งมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม



Q & A

จากการทดลองที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้นักเรียนระบุระบบและสิ่งแวดล้อมของแต่ละการทดลอง และพิจารณาว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงในระบบชนิดใด

การทดลอง	ระบบ	สิ่งแวดล้อม	ชนิดของระบบ
1. $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 			

การทดลอง	ระบบ	สิ่งแวดล้อม	ชนิดของระบบ
$2. \text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 			
$3. 2\text{KI}(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{PbI}_2(\text{s})$ 			
$4. 2\text{KI}(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{PbI}_2(\text{s})$ 			

Q & A

จากพิจารณาชนิดของระบบของแต่ละการทดลอง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- หากทำการชั่งน้ำหนักสารทั้งหมดก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยา นักเรียนคิดว่าการทดลองใดบ้างจะให้ผล การทดลองที่เป็นไปตามกฎทรงมวล เพราะเหตุใด
.....
การทดลองใดที่จะให้ผลไม่เป็นไปตามกฎทรงมวล เพราะเหตุใด
.....
- การพิจารณาว่าระบบใดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิดขึ้นอยู่กับ การปิดหรือเปิดภาชนะหรือไม่ อย่างไร
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาเคมี (เพิ่มเติม)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์

เรื่อง กฎทรงมวล

จำนวน 3 คาบเรียน

ชื่อหน่วยการเรียนรู้

ปริมาณสารสัมพันธ์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

ระบบและการเปลี่ยนแปลงของสาร

ระบบ (system) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายในขอบเขตที่ต้องการศึกษา ซึ่งรวมทั้งก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลง

สิ่งแวดล้อม (Surrounding) หมายถึง ส่วนที่อยู่นอกขอบเขตที่ศึกษา เช่น ภาชนะ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือวัดต่าง ๆ

ภาวะของระบบ หมายถึง สมบัติต่าง ๆ ของสาร และปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของระบบ เช่น ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ ปริมาณของสาร

ชนิดของระบบ ระบบแบ่งออกได้ 3 ประเภท

1. ระบบปิด (closed system) หมายถึง ระบบที่มีการแลกเปลี่ยนพลังงานกับสิ่งแวดล้อมได้อย่างเดียว ส่วนมวลคงที่ (มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังการเกิดปฏิกิริยา)

2. ระบบเปิด (open system) หมายถึง ระบบที่มีการแลกเปลี่ยนพลังงานและมวลกับสิ่งแวดล้อมได้ (มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาไม่เท่ากับมวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา)

3. ระบบแยกตัวหรือระบบอิสระ (isolated system) หมายถึง ระบบที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนทั้งมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม

กฎทรงมวล (Law of Conservation of Mass) กล่าวว่า ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

- 1) อธิบายความหมายของระบบกับสิ่งแวดล้อมและภาวะของระบบได้
- 2) อธิบายความหมายของระบบปิดและระบบเปิด พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้
- 3) สรุปสาระสำคัญของกฎทรงมวลได้
- 4) คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีตามหลักการของกฎทรงมวลได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

- 1) ทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) นำเสนอผลงานของทีมโดยสื่อสารได้ตรงประเด็น

ด้านคุณลักษณะของสาระการเรียนรู้ (Attitude)

- 1) สนใจใฝ่รู้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) รับผิดชอบต่อกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับทีม
- 3) เห็นความสำคัญของการทำงานเป็นทีม
- 4) เห็นความสำคัญของการมีทักษะการสื่อสารที่ดี

กิจกรรมการเรียนรู้

1. การมอบหมายงานอ่าน

ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาเรื่องกฎทรงมวล ตามบทเรียนก่อนเข้าชั้นเรียน หรือศึกษาจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติมตามความสนใจของผู้เรียน สรุปลงและบันทึกข้อมูลและแหล่งที่มาลงในบทเรียน

2. การทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล (10 นาที)

ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นรายบุคคล (iTest) ในเรื่อง “กฎทรงมวล”

3. การทดสอบผู้เรียนเป็นรายกลุ่ม (15 นาที)

- ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับเดิมอีกครั้งร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม (tTest) ที่ตนเองสังกัด ในเรื่อง “กฎทรงมวล” โดยแต่ละกลุ่มจะต้องอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นเอกฉันท์

- เมื่อสิ้นสุดการทดสอบทุกกลุ่มจะได้รับผลสะท้อนกลับจากครูผู้สอนทันที โดยให้แต่ละกลุ่มตรวจและให้คะแนนข้อสอบของกลุ่มตนเอง และประกาศเป็นคะแนนของกลุ่ม

- ให้ผลสะท้อนกลับทันที โดยเฉลยแบบทดสอบให้แต่ละกลุ่มตรวจ และคิดคะแนนของกลุ่มตนเอง

4. การอุทธรณ์เพื่อเพิ่มคะแนนของกลุ่ม (5 นาที)

นักเรียนสามารถอุทธรณ์แบบทดสอบในข้อที่กลุ่มตนเองไม่ได้คะแนน หากคิดว่าตอบถูกต้อง หรือมีคำตอบอื่นที่สามารถเป็นไปได้ โดยหาข้อมูลหรือแสดงหลักฐานสนับสนุนคำตอบของกลุ่มตนเองผ่านการอภิปรายร่วมกับสมาชิก เพื่อเพิ่มคะแนนกลุ่ม

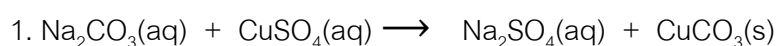
5. การบรรยายสั้น ๆ โดยครูผู้สอน (20 นาที)

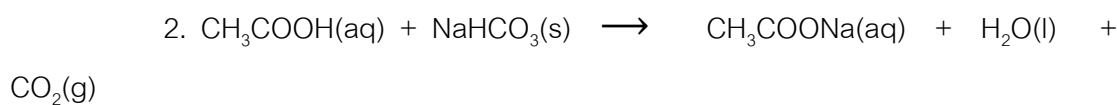
- ครูอธิบายแบบทดสอบเพิ่มเติมในข้อที่ยังไม่ชัดเจนหรือนักเรียนมีข้อสงสัยเพิ่มเติม หรือแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่พบระหว่างกระบวนการ RAP

- บรรยายเนื้อหาสั้น ๆ ตามบทเรียน เน้นส่วนสำคัญของเนื้อหาที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่มต่อไป

6. การทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับทีม (90 นาที)

- ครูยกประเด็นปัญหาที่ต้องการให้แต่ละกลุ่มนำความรู้เรื่องกฎทรงมวลมาประยุกต์ใช้ คือ “เราจะพิสูจน์กฎทรงมวลของปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ได้อย่างไร” โดยกำหนดปฏิกิริยาเคมีที่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาได้ชัดเจน ดังนี้





- ครูให้แต่ละกลุ่มพิจารณาประเด็นปัญหา ปฏิบัติที่กำหนดให้ อภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม และเขียนเป็นสมมติฐานการทดลองลงในกิจกรรมที่ 1 กฎทรงมวล ภายในบทเรียน
- ครูสุ่มถามสมมติฐาน 1-2 ทีม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานของทีมอื่น ๆ
- ครูให้นักเรียนศึกษาคำชี้แจง วางแผนการทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิกภายในทีม โดยกำหนดหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกในทีม และบันทึกลงในบทเรียน
- นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามที่วางแผนร่วมกับทีม บันทึกผลลงในบทเรียน โดยมีเวลาทำการทดลอง และเตรียมการนำเสนอการทดลอง
- ครูให้นักเรียนแต่ละทีมนำเสนอการทดลองทีละ 3-5 นาที เพื่อเปรียบเทียบผล และอภิปรายร่วมกันระหว่างกลุ่มทั้งชั้นเรียน ให้ได้ข้อสรุปตามกฎทรงมวลของอองตวน โฌรอง ลาวัซีเย ซึ่งกล่าวว่า ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา

7. การประเมินกลุ่ม (10 นาที)

นักเรียนแต่ละคนจะได้รับแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน เพื่อประเมินการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. หนังสือประกอบการเรียน เคมี เล่ม 2 สสวท.
3. วิดีทัศน์เรื่อง มวลสารสัมพันธ์ กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ (ที่มา: https://youtu.be/l8H_tS8stgl)

การวัดและการประเมินผล

วัดและประเมินผลจากผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาการทำกิจกรรมตามบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. เครื่องมือวัดผล

- แบบฝึกหัดกายบทยเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง กฎทรงมวล
- แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการสื่อสาร
- แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการร่วมมือทำงาน

2. เกณฑ์การประเมิน

- นักเรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียน ได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
- ระดับของทักษะในศตวรรษที่ 21 วัดจากแบบประเมิน

ร้อยละ 90-100 = ดีเยี่ยม

ร้อยละ 80-89 = ดีมาก

ร้อยละ 70-79 = ดี

ร้อยละ 60-69 = ค่อนข้างดี

ร้อยละ 50-59 = พอใช้

ต่ำกว่า 50 = ควรปรับปรุง

สิ่งที่วัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (Knowledge) 1) อธิบายความหมายของระบบกับสิ่งแวดล้อมและภาวะของระบบได้ 2) อธิบายความหมายของระบบปิดและระบบเปิด พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้ 3) สรุปสาระสำคัญของกฎทรงมวลได้ 4) คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีตามหลักการของกฎทรงมวลได้	- ตรวจจากแบบฝึกหัดภายในบทเรียน	แบบฝึกหัดภายในบทเรียน

(ต่อ)

สิ่งที่วัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล
ด้านทักษะกระบวนการ (Process) 1) ทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) นำเสนอผลงานของทีมโดยสื่อสารได้ตรงประเด็น	- ประเมินจากแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน - ประเมินจากแบบประเมินทักษะการสื่อสาร	- แบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน - แบบประเมินทักษะการสื่อสาร
ด้านคุณลักษณะของสาระการเรียนรู้ (Attitude) 1) สนใจใฝ่รู้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ 2) รับผิดชอบต่อกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับทีม 3) เห็นความสำคัญของการทำงานเป็นทีม 4) เห็นความสำคัญของการมีทักษะการสื่อสารที่ดี	- ประเมินจากแบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน - ประเมินจากแบบประเมินทักษะการสื่อสาร	- แบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน - แบบประเมินทักษะการสื่อสาร

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการใช้แผนการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

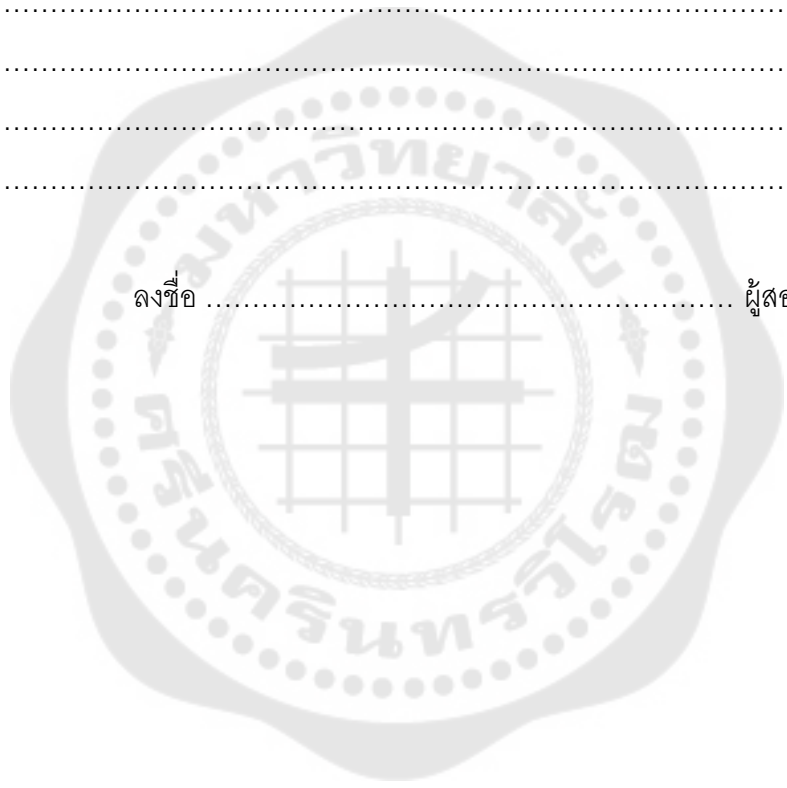
ข้อเสนอแนะ/แก้ไข

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ

ผู้สอน

แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร

กลุ่ม ชั้น

สมาชิกในกลุ่ม

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่

ทักษะการสื่อสาร	ระดับคุณภาพ		
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)
1. ฟังอย่างเข้าใจ 1) มีมารยาทของผู้ฟังที่ดี 2) จับประเด็นสำคัญของสิ่งที่ฟังได้ 3) มีการจดบันทึกขณะฟัง			
2. เขียนอย่างมีคุณภาพ 1) ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน 2) เรียบเรียงสิ่งที่เขียนได้กระชับ มีลำดับของเนื้อหา 3) เนื้อหาครบถ้วน สมบูรณ์			
3. พูดอย่างสื่อสารได้ตรงและง่ายต่อความเข้าใจ 1) มีน้ำเสียงชัดเจน เรียบเรียงสิ่งที่พูดได้กระชับ มีลำดับของเนื้อหา 2) เนื้อหาครบถ้วน สมบูรณ์ 3) ใช้สื่อประกอบการพูดอย่างเหมาะสม			

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการสื่อสาร

ทักษะการสื่อสาร	ระดับคุณภาพ		
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)
1. ฟังอย่างเข้าใจ 1) มีมารยาทของผู้ฟังที่ดี 2) จับประเด็นสำคัญของสิ่งที่ฟังได้ 3) มีการจดบันทึกขณะฟัง	แสดงพฤติกรรม การฟังอย่างเข้าใจ ขณะร่วมกิจกรรม ในชั้นเรียนทั้ง 3 พฤติกรรม	แสดงพฤติกรรม การฟังอย่างเข้าใจ ขณะร่วมกิจกรรม ในชั้นเรียนอย่าง น้อย 2 พฤติกรรม	แสดงพฤติกรรม การฟังอย่างเข้าใจ ขณะร่วมกิจกรรม ในชั้นเรียนอย่าง น้อย 1 พฤติกรรม
2. เขียนอย่างมีคุณภาพ 1) ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน 2) เรียบเรียงสิ่งที่เขียนได้ กระชับ มีลำดับของ เนื้อหา 3) เนื้อหาครบถ้วน สมบูรณ์	แสดงพฤติกรรม การเขียนอย่างมี คุณภาพในการ ทำงานทั้ง 3 พฤติกรรม	แสดงพฤติกรรม การเขียนอย่างมี คุณภาพในการ ทำงานอย่างน้อย 2 พฤติกรรม	แสดงพฤติกรรม การเขียนอย่างมี คุณภาพในการ ทำงานอย่างน้อย 1 พฤติกรรม
3. พูดอย่างสื่อสารได้ตรงและ ง่ายต่อความเข้าใจ 1) มีน้ำเสียงชัดเจนเรียบ เรียงสิ่งที่พูดได้กระชับ มี ลำดับของเนื้อหา 2) เนื้อหาครบถ้วน สมบูรณ์ 3) ใช้สื่อประกอบการพูด อย่างเหมาะสม	แสดงพฤติกรรม การพูดอย่าง สื่อสารได้ตรงและ ง่ายต่อความเข้าใจ ขณะนำเสนองาน ทั้ง 3 พฤติกรรม	แสดงพฤติกรรม การพูดอย่าง สื่อสารได้ตรงและ ง่ายต่อความเข้าใจ ขณะนำเสนองาน อย่างน้อย 2 พฤติกรรม	แสดงพฤติกรรม การพูดอย่าง สื่อสารได้ตรงและ ง่ายต่อความเข้าใจ ขณะนำเสนองาน อย่างน้อย 1 พฤติกรรม

แบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนให้คะแนนการทำงานร่วมกับเพื่อนในทีมของสมาชิกแต่ละคนในทีม รวมถึงตัวนักเรียนเอง และให้เหตุผลประกอบในการให้คะแนนสั้น ๆ เช่น

การเตรียมตัว – สมาชิกมีการเตรียมตัวก่อนเข้าชั้นเรียนดีหรือไม่

การให้ความช่วยเหลือทีม – สมาชิกให้ความช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานของทีมหรือไม่

เคารพความเห็นของเพื่อนในทีม – สมาชิกส่งเสริมให้ผู้อื่นแสดงความคิดเห็นหรือไม่

ทีม: ผู้ประเมิน:.....

	คะแนน (10 คะแนน)
1. ชื่อ: เหตุผลในการให้คะแนน:	
2. ชื่อ: เหตุผลในการให้คะแนน:	
3. ชื่อ: เหตุผลในการให้คะแนน:	
4. ชื่อ: เหตุผลในการให้คะแนน:	
5. ชื่อ: เหตุผลในการให้คะแนน:	
6. ประเมินตนเอง เหตุผลในการให้คะแนน:	

*ผลคะแนนจะถูกเก็บเป็นความลับ โดยนักเรียนจะทราบเฉพาะสรุปผลคะแนนของตนเองเท่านั้น

แบบประเมินทักษะการร่วมมือทำงาน

ทีม:

ผู้ประเมิน: ผู้ถูกประเมิน:

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่นักเรียนมีความเห็นว่าผู้ถูกประเมินแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด

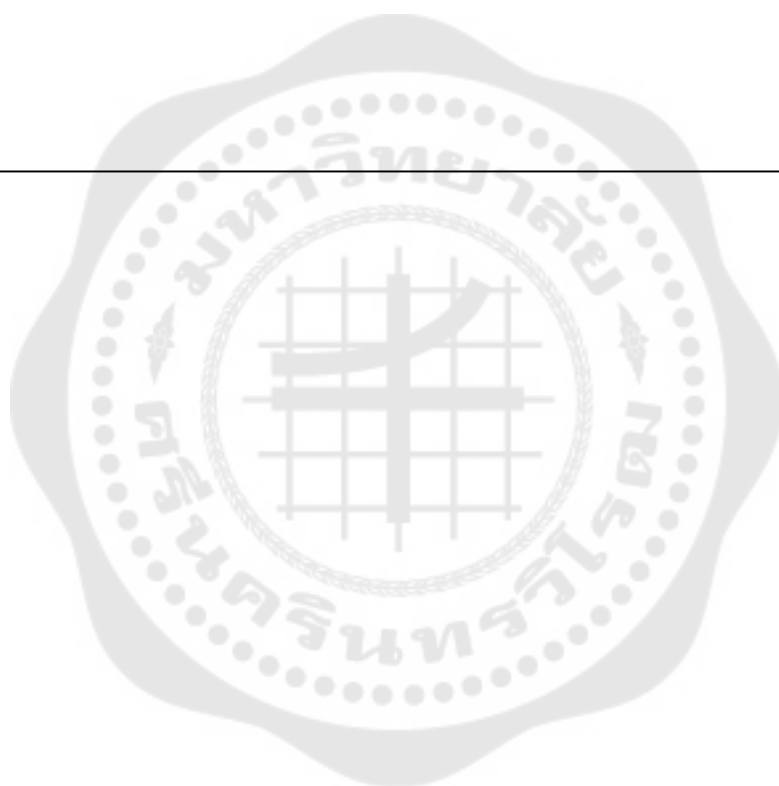
พฤติกรรม	ไม่เคย	บางครั้ง	เป็นประจำ	สม่ำเสมอ
1. เข้าร่วมกิจกรรมในห้องเรียนตรงเวลา อยู่กับทีมตลอดการทำกิจกรรม				
2. เป็นทั้งผู้ฟังและผู้ลงมือทำที่ดี				
3. ถามคำถามที่เป็นประโยชน์ หรือนำไปสู่การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์				
4. แบ่งปันข้อมูลและอธิบายสิ่งที่ตนเองเข้าใจให้กับทีม				
5. แนะนำแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรม				
6. เตรียมตัวมาเป็นอย่างดีก่อนทำกิจกรรม				
7. แสดงความรู้เชิงลึกออกมาอย่างเหมาะสม				
8. แสดงความมั่นใจในสิ่งที่ตนเองเข้าใจ				
9. ให้คำแนะนำที่ดีแก่สมาชิกในทีม				
10. รับฟังคำแนะนำจากสมาชิกในทีม				
11. แสดงความใส่ใจต่อสมาชิกในทีม				

(ต่อ)

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้สั้น ๆ เกี่ยวกับผู้ถูกประเมิน

1. อะไรคือข้อดีของสมาชิกท่านนี้ต่อทีม:

2. อะไรคือสิ่งสมาชิกท่านนี้สามารถทำได้ เพื่อช่วยเหลือทีมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น:



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุวิสา บุญน้อม
วัน เดือน ปี เกิด	24 ตุลาคม 2535
สถานที่เกิด	อำเภอ ตาคลี จังหวัด นครสวรรค์
วุฒิการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตาคลีประชาสรรค์ จังหวัด นครสวรรค์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนตาคลีประชาสรรค์ จังหวัด นครสวรรค์ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา เคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	144/1 ถนน รจนา อำเภอ ตาคลี ตำบล ตาคลี จังหวัด นครสวรรค์ 60140