



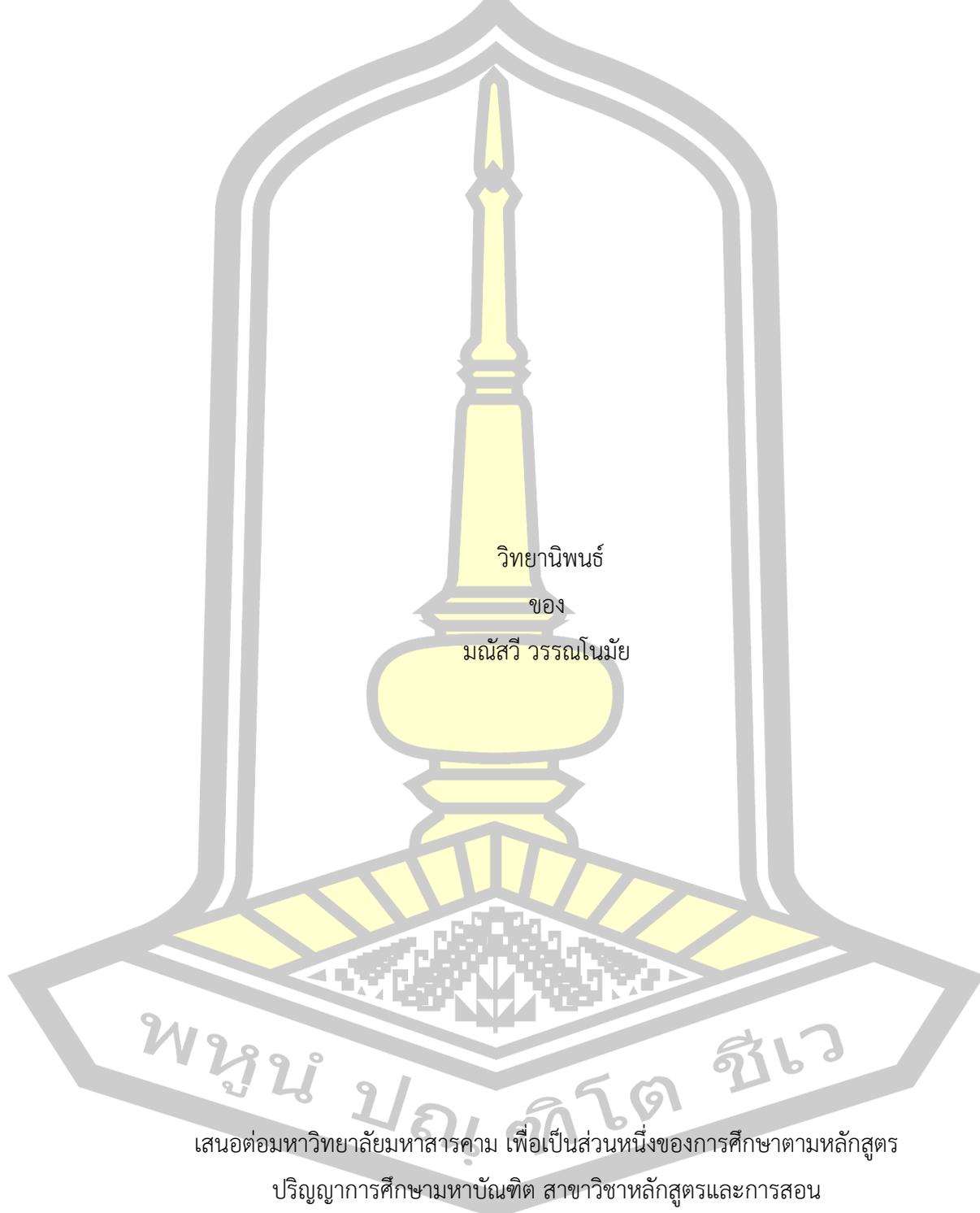
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์  
ของ  
มณีสวี วรณโณมัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
มิถุนายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์  
ของ  
มณีสวี วรณโณมัย

พหุบัณฑิต ชีวะ

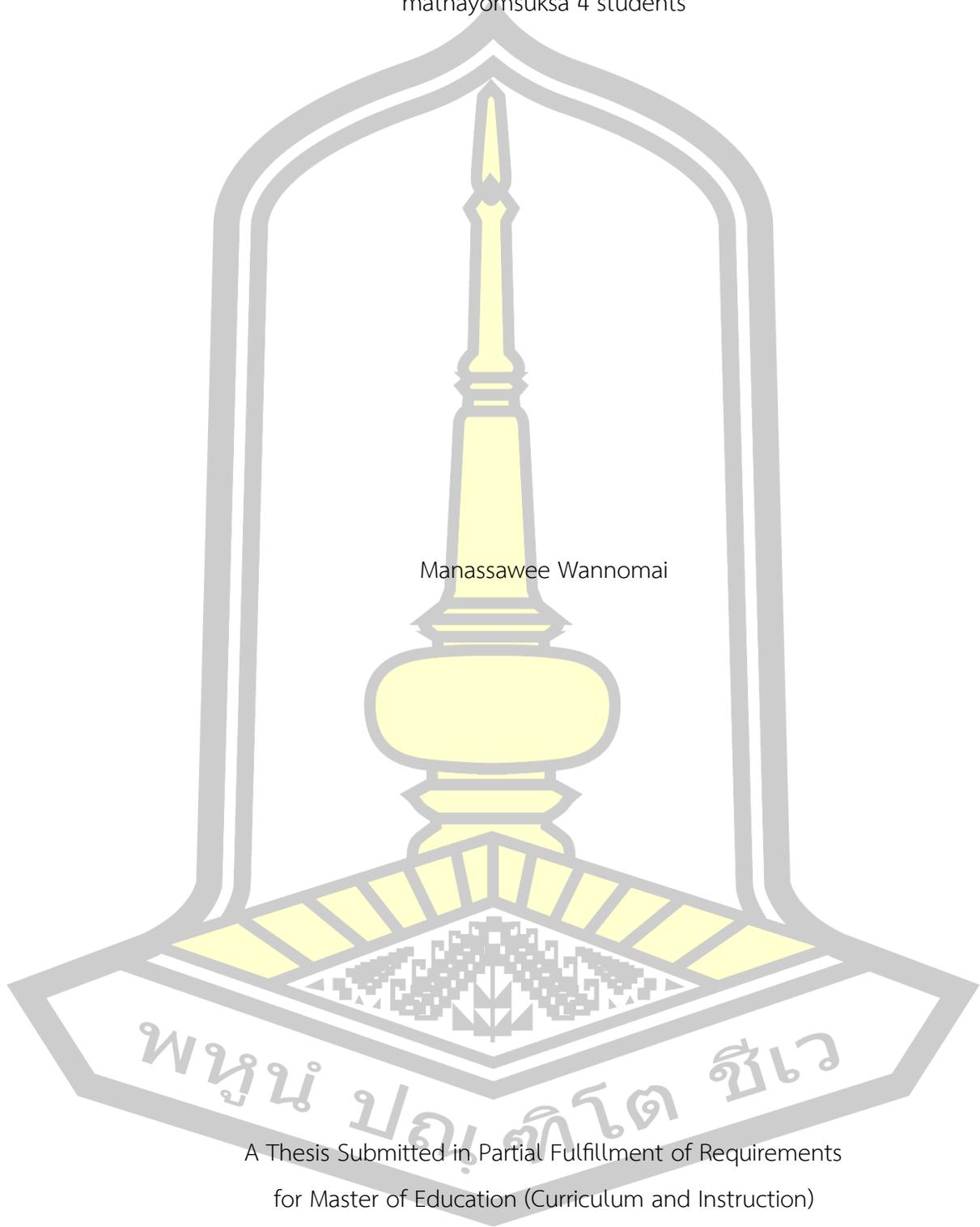
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

มิถุนายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The development of active science learning activities on stoichiometric of  
mathayomsuksa 4 students

Manassawee Wannomai



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

June 2023

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายมนัสวี วรรณโนมัย  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. วิทยา วรพันธ์ )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม )

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ )

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง )

มหาวิทยาลัยอุนุมติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....  
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแหง )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	มณีสวี วรรณโนมัย		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2566

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มี ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก พบว่ามีความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกมีความเหมาะสมมากที่สุด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับเห็นด้วย โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.68

คำสำคัญ : การเรียนรู้เชิงรุก, วิทยาศาสตร์เชิงรุก, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความคิดเห็น

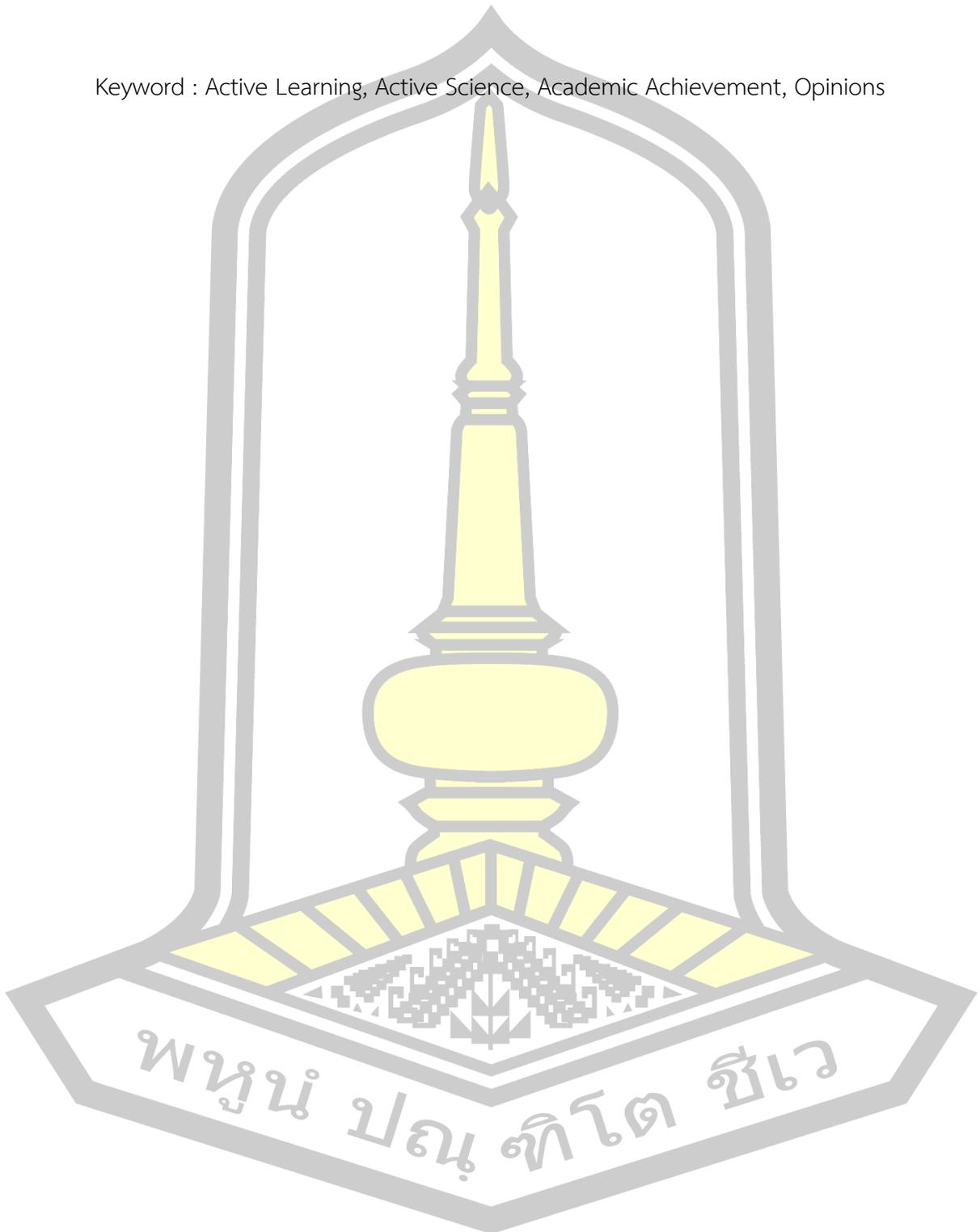
<b>TITLE</b>	The development of active science learning activities on stoichiometric of mathayomsuksa 4 students		
<b>AUTHOR</b>	Manassawee Wannomai		
<b>ADVISORS</b>	Associate Professor Prasart Nuangchalerm , Ed.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Curriculum and Instruction
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2023

### ABSTRACT

The objectives of the research were 1) to develop an active science learning activities on stoichiometric of mathayomsuksa 4 students, 2) to compare academic achievement after receiving an active science learning activities on stoichiometric of mathayomsuksa 4 students with the criteria of 70 percent and 3) to study the opinions of an active science learning activity on stoichiometry of mathayomsuksa 4 students. The sample group used in the research was 41 mathayomsuksa 4 students in the 2<sup>nd</sup> semester of the academic year 2022, 41 students, which were obtained by cluster random sampling. The instruments used in this research were active science learning activities. Active science learning activities plan on stoichiometry. Achievement test and a questionnaire on students' opinions on active science learning activities. The statistics used in the research were mean, standard deviation and one sample t-test. The research results were as follow: 1) the development of active science learning activities It was found that the appropriateness of the active science learning activities was the most appropriate. 2) the academic achievement after receiving the active science learning activities on stoichiometry of mathayomsuksa 4 students had an average score higher than the criteria of 70 percent with a statistical significance at the .05 level, and 3) opinions on the implementation of active science learning activities on stoichiometry of Mathayomsuksa 4 students in the agree level with a mean score of 4.43 and a

standard deviation of 0.68

Keyword : Active Learning, Active Science, Academic Achievement, Opinions



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญยารัตน์ สอนสุภาพ กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้กรุณาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษาและคณะครูโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ดทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ตลอดจนนักเรียนทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ และเพื่อนนิสิตสาขาหลักสูตรและการสอนทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและส่งเสริมกำลังใจตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ สมาชิกในครอบครัวทุกคนที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมาจนการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงอย่างสมบูรณ์ คุณค่าและประโยชน์จากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ให้การศึกษอบรมสั่งสอนส่งผลให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จ ในการศึกษาและก้าวหน้าต่อไป

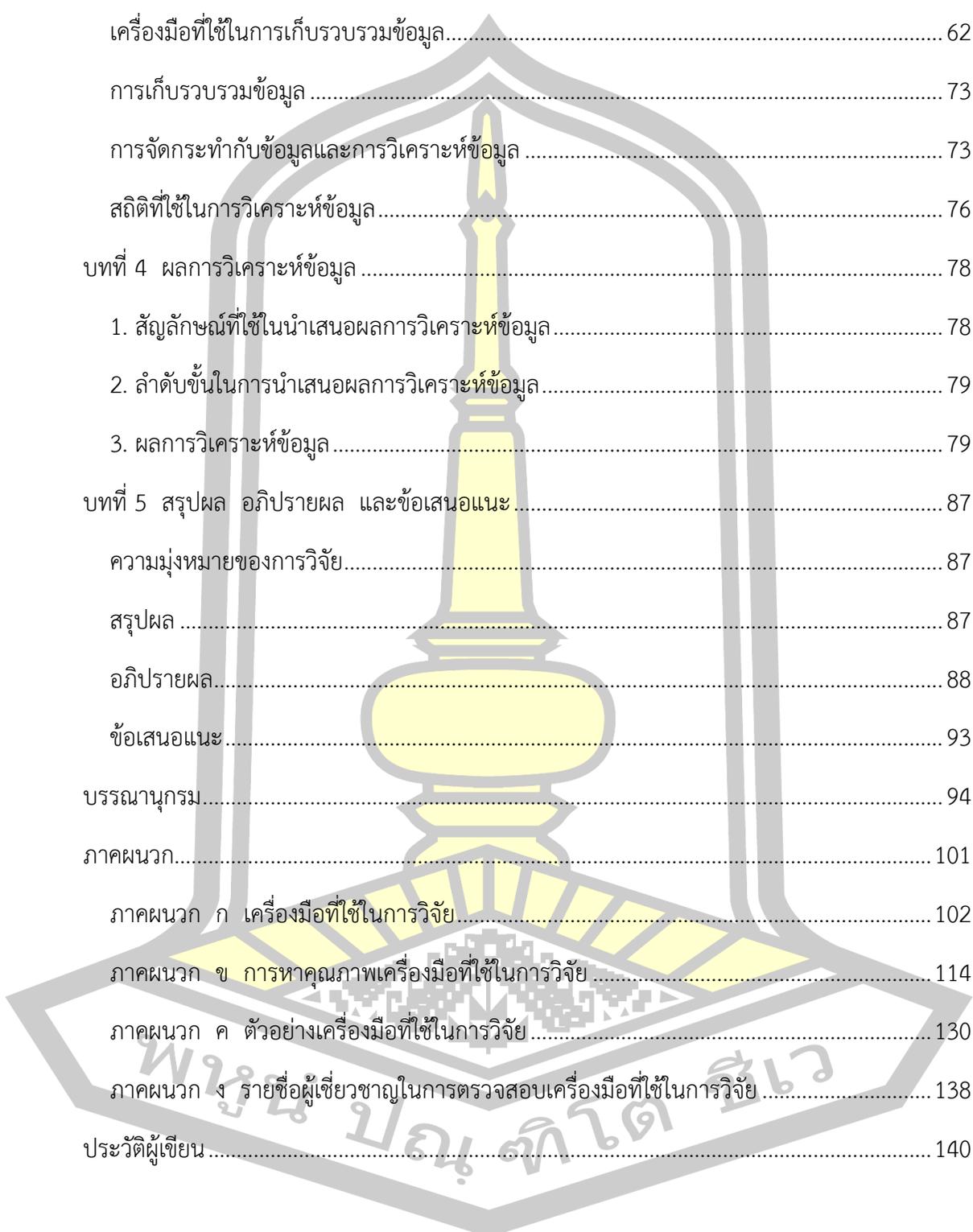
มณีสวี วรรณโนมัย

พหุบัณฑิตศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพประกอบ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).....	10
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก.....	17
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	44
4. ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก.....	48
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52
6. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	60
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	61

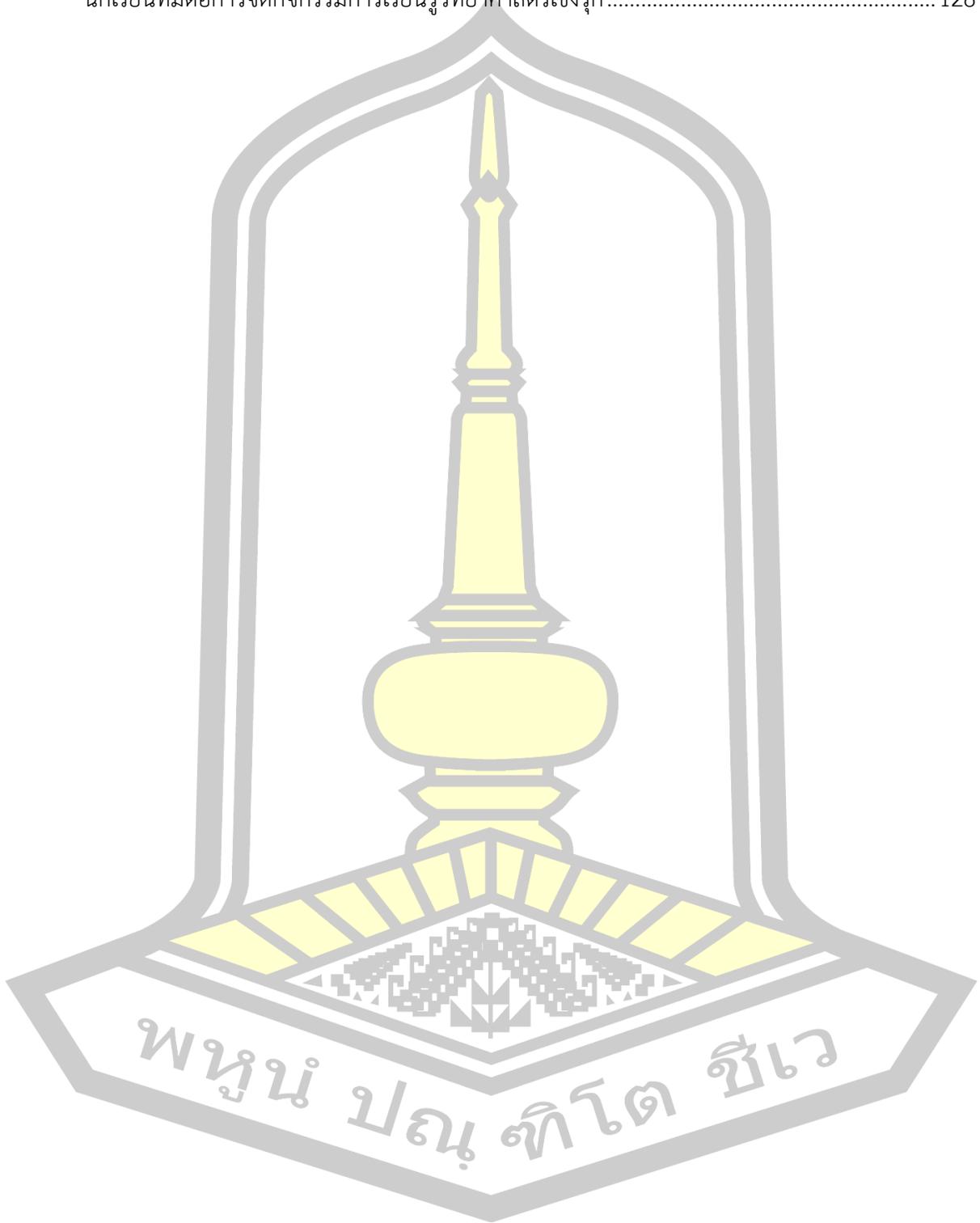
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	61
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	73
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล .....	73
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	78
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	87
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	87
สรุปผล .....	87
อภิปรายผล.....	88
ข้อเสนอแนะ.....	93
บรรณานุกรม.....	94
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	102
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	114
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	130
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	138
ประวัติผู้เขียน.....	140



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก.....	41
ตาราง 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก .....	42
ตาราง 3 จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	65
ตาราง 4 จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบที่ออกและข้อสอบที่ต้องการจริง .....	68
ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก .....	80
ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิง รุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 .....	82
ตาราง 7 ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณ สารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติการทดสอบที (One Sample t-test).....	84
ตาราง 8 ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .....	85
ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก .....	115
ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก .....	118
ตาราง 11 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	120
ตาราง 12 ค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนอน (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ .....	122
ตาราง 13 การหาคุณภาพทั้งฉบับตามความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ .....	125

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของ  
นักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ..... 128



## สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แสดงแผนภูมิการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Edgar Dale, 1969).....	21
ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของการอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร.....	35
ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของการอธิบายระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ของการเผาไหม้ แก๊สมีเทน.....	36
ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	60



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุขในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 (ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม, 2558) เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศเพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ภูมิภาค และของโลก ควบคู่กับการดำรงรักษาอัตลักษณ์ของประเทศ ในส่วนของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ ภายใต้แรงกดดันภายนอก จากกระแสโลกาภิวัตน์และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแรงกดดันจากภายใน จากสภาวะการณ์และการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างประชากร สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษา ซึ่งเป็นกลไกหลักในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อันเป็นรากฐานของการพัฒนาประเทศ ระบบการศึกษาจึงต้องปรับเปลี่ยนให้สนองและรองรับความท้าทายดังกล่าว แม้ว่าตลอดระยะเวลาของการพัฒนาการศึกษา จะมีภาพความสำเร็จของการจัดการศึกษาปรากฏให้เห็น แต่ส่วนใหญ่เป็นผลสำเร็จในเชิงปริมาณมากกว่าเชิงคุณภาพ อาทิการเพิ่มอัตราการเข้าเรียนของผู้เรียนในระดับต่าง ๆ โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาที่ใกล้เคียงหรือสูงกว่าระดับสากล จำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่เพิ่มมากขึ้น การกระจายโอกาสและความเสมอภาคทางการศึกษาผ่านนโยบายเรียนฟรี 15 ปีของรัฐ การผลิตและพัฒนาากำลังคนระดับกลางที่เชื่อมโยงกับตลาดงานผ่านระบบการศึกษาแบบทวิภาคีโดยภาพรวมระบบการศึกษา ยังมีปัญหาด้านคุณภาพ และมาตรฐานในการจัดการศึกษา โดยเฉพาะการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์และการผลิตกำลังคนตามความต้องการของประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

ศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ควร “ก้าวข้ามสาระวิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21” สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในการดำรงชีวิตใน

ศตวรรษที่ 21 ดังนั้น ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพควรมีความรู้เกี่ยวกับความรู้เนื้อหาพหุสาขาวีธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge) เพื่อให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ อย่างจำเพาะเจาะจงกับเนื้อหาที่ตอบสนองต่อกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียนโดยเลือกใช้ เทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ความรู้เนื้อหาพหุสาขาวีธีสอนและเทคโนโลยีเป็นการผสมผสานความรู้ 3 ด้านได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการสอน และความรู้ด้าน เทคโนโลยีโดยความรู้ด้านเนื้อหาเป็นความรู้ในเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก ทฤษฎีหลักการ ข้อปฏิบัติธรรมชาติขององค์ความรู้และธรรมชาติของการสืบเสาะเพื่อได้มาซึ่งองค์ความรู้ในเนื้อหา จำเพาะ (นินนาท์ จันทรสุรีย์ และนวศิษฐ์ รัชชบารุง, 2561)

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ โครงสร้าง สมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสาร วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางเคมีประกอบด้วย การจัดจำแนก ปฏิบัติการทางเคมี และการคิดทางเคมี นักเคมีจัดจำแนกสาร สิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ตัวอย่างเช่น การจัดจำแนกสารเป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม และการจัดธาตุโดยอาศัยสมบัติทาง กายภาพและทางเคมีเป็นคาบและหมู่ในตารางธาตุเป็นต้น นอกจากนี้นักเคมีทำการทดลองเพื่อให้ เข้าใจสมบัติและปฏิกิริยาของสาร เช่นการทดลองการหาจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของน้ำ และใช้ ภาพหรือแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแทนการอธิบายและการทำนายพฤติกรรมของสารในระดับอนุภาค เรียกว่า การคิดทางเคมี ดังนั้น จึงสามารถกล่าวได้ว่าความรู้ด้านเนื้อหา “เคมี” มีความจำเพาะ เป็น ความรู้เกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารที่ได้จากการจัดจำแนก การทดลอง และการคิด ทางเคมีนอกจากผู้เรียนจะศึกษาวิชาเคมีจากการทำการทดลองแล้วต้องเข้าใจและอธิบายการ เปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ในระดับอะตอม โมเลกุล หรือไอออน และสื่อสารโดยใช้สูตรเคมีสมการเคมี หรือกลไกในการเกิดปฏิกิริยาเป็นต้น (นินนาท์ จันทรสุรีย์ และนวศิษฐ์ รัชชบารุง, 2561)

จากที่ผู้วิจัยได้สังเกตการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ผ่านมาของรายวิชาเคมี กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความไม่ เข้าใจในเนื้อหาวิชา มีพื้นฐานในทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นค่อนข้างน้อย ทำให้ การเรียนรู้เกิดขึ้นไม่เต็มประสิทธิภาพ เรื่องที่เป็นพื้นฐานในทางเคมีกับเป็นเนื้อหาที่ยากสำหรับผู้เรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมีค่อนข้างต่ำ ซึ่งสังเกตได้จากผลคะแนนจากการทำ แบบทดสอบรายจุดประสงค์ แบบทดสอบกลางภาคเรียน หรือแบบทดสอบปลายภาคเรียนมีผล คะแนนอยู่ในระดับไม่น่าพึงพอใจ สาเหตุหนึ่งอาจเกิดได้จากผู้เรียนยังไม่มีสมาธิหรือความสนใจของ วิชาเคมี จึงทำให้เกิดความสับสนขึ้นได้ การจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ที่ผู้เรียนได้รับเป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ให้ผู้เรียนได้มาซึ่งคำตอบในรูปแบบของการจดจำ แต่ไม่ได้เกิดซึ่งกระบวนการการหาคำตอบอย่าง แท้จริง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดปัญหาต่างๆ ที่ต้องเผชิญในรูปแบบต่างๆ อาทิ ขาดความสามารถในการคิด

วิเคราะห์ ขาดความสามารถในการแก้ปัญหา ขาดทักษะกระบวนการต่างๆ ปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากผู้เรียนไม่เกิดกระบวนการในการเรียนรู้ที่ได้มาซึ่งคำตอบ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันเน้นการสอน การบรรยาย เน้นให้ผู้เรียนเกิดการท่องจำจากหนังสือ หรือแหล่งความรู้อื่นๆ มากกว่าที่จะให้ผู้เรียนเกิดการปฏิบัติ เกิดความกระตือรือร้น ความสนใจในการจัดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สังเกตได้จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนและการสอบวัดความรู้ต่างๆ ที่ผลคะแนนค่อนข้างต่ำ ซึ่งสังเกตได้จากจากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET ; Ordinary National Educational Test) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 พบว่าโรงเรียนควรเร่งพัฒนาในสาระวิทยาศาสตร์ เนื่องจากในสาระวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 65.87 ส่วนในสาระวิทยาศาสตร์ ของระดับประเทศมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 28.65 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (งานวิชาการ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย, 2564) อีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ที่ได้ส่งผลกระทบต่อในวงกว้าง โดยเฉพาะกับกลุ่มผู้เรียน ที่ต้องได้รับการพัฒนาการด้านต่างๆ ทั้งวิชาการ อารมณ์ และสังคมต้องหยุดชะงัก ส่งผลให้ผู้เรียนพบปัญหาการเข้าถึงอุปกรณ์การเรียนต่างๆ ในช่วงแรกๆ ที่เกิดโควิด-19 ผู้เรียนหลายคนที่ไม่มีความพร้อมหลุดออกจากการศึกษาทางไกลไม่สามารถตอบโจทย์การเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคลได้ จากข้อจำกัดทางสถานะทางเศรษฐกิจครัวเรือนส่งผลให้การเข้าถึงการศึกษาของนักเรียนลดลง นำไปสู่ภาวะ “Learning Loss” หรือ “การเรียนรู้ถดถอย” อีกมิติหนึ่งของปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงโควิด-19 คือในผู้เรียนที่สามารถเข้าถึงอุปกรณ์การเรียนออนไลน์ได้ต้องอยู่หน้าจอมากเกินไปหรือไม่ได้เจอเพื่อน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเลย ทำให้เกิดสถานการณ์ที่เรียกว่า “ภาวะสมองเต็ม” หรืออาจมีผลกระทบต่อจิตใจ มีความเครียด ความวิตกกังวล ไปจนถึงสภาวะซึมเศร้าได้ (กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา, 2565) เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ ทางผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูล รายละเอียดต่างๆ มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการอย่างแท้จริง

จากปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาความไม่เข้าใจในบทเรียน การเรียนรู้ที่ถดถอย และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน จากเอกสารตำรา บทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ และยังส่งผลไปยังด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้ โดยจากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ผลให้ผู้เรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาได้จากการการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมมีความร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ และมีการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้โดยการอ่าน การเขียน การโต้ตอบ และการแก้ปัญหา อีกทั้ง

ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ช่วยให้ผู้เรียนได้นำเสนอและนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งนำองค์ความรู้ไปใช้ในอนาคตได้ ประกอบไปด้วย 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้นความรู้เดิม) เป็นชั้นที่ทบทวนความรู้เดิมจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้สังเกตเห็น หรือที่ได้รับข้อมูลความรู้ที่ผ่านมา ทั้งในด้านความรู้ และปัญหาข้อสงสัยต่างๆ ชั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล) เป็นชั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือสืบค้น หาข้อมูลจากปัญหา วิธีการแก้ปัญหามา เพื่อให้เห็นคำตอบ และอธิบายสิ่งที่สืบค้นได้ออกมาในรูปแบบของนามธรรม และชั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และประยุกต์ใช้) เป็นชั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ข้อมูลที่สืบค้นหาคำตอบได้มานำเสนอในรูปแบบของรูปธรรม และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ และเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ๆ ต่อไป

โดยมีแนวคิดภายใต้ธรรมชาติของวิชาเคมี คือ ปრაกฏการณ์ใน 3 ระดับ และการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยมีการอธิบายความรู้ทางเคมี ที่มีความเฉพาะเจาะจงในเนื้อหาที่มีความแตกต่างกับสาขาวิชาอื่น ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีต่างๆ เป็นตัวแทนใน 3 ระดับที่ต่างกัน ได้แก่ ระดับมหภาค (Macroscopic level) เป็นการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่สังเกตเห็นได้ ระดับจุลภาค (sub-microscopic level) เป็นการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่ไม่สังเกตเห็นได้ และระดับสัญลักษณ์ (symbolic level) เป็นการอธิบายใช้สัญลักษณ์ทางเคมีเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการอธิบายระดับมหภาคและระดับจุลภาค (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) ทั้งนี้ความเข้าใจในระดับต่างๆ สามารถเชื่อมโยงซึ่งกันเรียกว่า การอธิบายปรากฏการณ์ 3 ระดับ (three levels of representation) ส่วนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ทางปัญญา (Constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้นำกระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น โดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาพร พงศพิศกุล, 2558) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน ผู้เรียนเรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พูด ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดระบบการ

เรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นทักษะการคิดขั้นสูง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูลข่าวสาร หรือ สารสนเทศ และหลักการความคิดรวบยอด ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบทวนของผู้เรียน (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2553)

ดังนั้น เพื่อที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ ร่วมกับการส่งเสริมทักษะในการเรียนรู้ให้เกิดกับผู้เรียนควบคู่ไปกับการศึกษา ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้รูปแบบการเรียนรู้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อที่จะพัฒนาการเรียนรู้อัตโนมัติวิทยาศาสตร์เชิงรุก เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับหลังการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติวิทยาศาสตร์เชิงรุก และความคิดเห็นที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้อัตโนมัติวิทยาศาสตร์เชิงรุก ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติโดยเน้นผู้เรียนให้เกิดกระบวนการทางความคิดด้วยตนเอง การลงมือปฏิบัติ โดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยที่ครูเป็นผู้สนับสนุนหรือคอยแนะนำ สร้างแรงบันดาลใจ ความน่าสนใจในรายวิชา เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้มากยิ่งขึ้น ที่ทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง และสามารถนำไปต่อยอดในอนาคต ทั้งในการเรียนและการทำงานได้ต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติวิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติวิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติวิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติวิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์เกณฑ์ร้อยละ 70

## ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลของการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในเนื้อหาอื่นๆ ต่อไป
2. เป็นข้อมูลสารสนเทศ และเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ สำหรับครูและผู้ที่สนใจ ในผลการวิจัยนี้ นำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในบริบทที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้น

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด จำนวน 5 ห้อง จำนวนนักเรียน 199 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งเป็นห้องเรียนแบบคละความสามารถ

### 2. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ด้านตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

#### 2.1 ตัวแปรต้น

- การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

#### 2.2 ตัวแปรตาม

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
- ความคิดเห็นต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

### 3. เนื้อหา

กรอบเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหารายวิชาเคมี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา  
ขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ประกอบด้วย  
เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สมการเคมี การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี สารกำหนดปริมาณ และผลได้  
ร้อยละ

### 4. ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้เวลาในการทดลอง สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 5  
สัปดาห์ รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่  
สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมมีความร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีการอภิปราย  
ร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ และมีการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งประกอบด้วย  
ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้นความรู้เดิม) เป็นขั้นที่ทบทวน  
ความรู้เดิมจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้สังเกตเห็น หรือที่ได้รับข้อมูลความรู้ที่ผ่านมา ทั้งในด้าน  
ความรู้ และปัญหาข้อสงสัยต่างๆ โดยคุณครูจะเป็นผู้กระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียน จาก  
ประสบการณ์ ความรู้ที่ผ่านมา เพื่อเพิ่มความสนใจในการจัดการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนจะต้องดึงความรู้  
ข้อมูลที่มี เพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการกระตุ้นความรู้เดิม เพื่อใช้ในการตอบคำถามและ  
ร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่คุณครูเป็นผู้ช่วยกระตุ้น

1.2 ขั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล) เป็น  
ขั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือสืบค้น หาข้อมูลจากปัญหา วิธีการแก้ปัญหามา เพื่อให้เห็นคำตอบ และอธิบายสิ่ง  
ที่สืบค้นได้ออกมาในรูปแบบของนามธรรม โดยคุณครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการค้นหาข้อมูล และ  
สรุปข้อมูล การได้มาซึ่งข้อมูลในด้านต่างๆ โดยไม่บอกคำตอบโดยตรง ส่วนนักเรียนจะต้องลงมือทำให้  
ได้มาซึ่งคำตอบจากการชี้แนะของคุณครู และต้องสรุปผลออกมาให้ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

1.3 ขั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และ  
ประยุกต์ใช้) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ข้อมูลที่สืบค้นหาคำตอบได้มานำเสนอในรูปแบบของรูปธรรม  
และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ และเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ๆ ต่อไป โดยคุณครูจะทำหน้าที่สร้าง

คำถามและสรุปผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยให้แสดงออกมาในรูปแบบของรูปธรรม ส่วนนักเรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำเอาวิธีการสอนแบบวิทยาศาสตร์เชิงรุกเข้ามาใช้ในการจัดการการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้ โดยในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 10 แผน รวม 15 ชั่วโมง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ที่วัดการใช้ทักษะ และการใช้ความรู้ของผู้เรียน ทั้งด้านความเข้าใจ ด้านประยุกต์ใช้ และด้านวิเคราะห์ ในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับใช้ทดสอบหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4. ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก คือ ความเชื่อ ความคิด การตัดสินใจหรือการแสดงออกทางด้านความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อม ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก โดยการใช้แบบสอบถามความคิดเห็นทั้งในด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบทบาทครูผู้สอน และด้านบทบาทนักเรียน จำนวน 15 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

พหุ ประถมศึกษา

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
  - 1.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
  - 1.2 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
  - 1.3 คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้
2. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
  - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.3 ลักษณะของการจัดกระบวนการเรียนรู้
  - 2.4 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.6 ขั้นตอนการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี 3 ระดับ
  - 2.7 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความคิดเห็นต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
  - 4.1 ความหมายของความคิดเห็น
  - 4.2 วิธีวัดความคิดเห็น
  - 4.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดเห็น

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยในประเทศ

### 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 6. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

### 1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

#### 1.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์และสาระโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่อง เชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

#### 1.2 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมีฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์

เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ ที่ครอบคลุม ด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง สรุป ได้ดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาสาระชีววิทยา เคมีฟิสิกส์และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น

2.1. เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา และเคมี ได้พิจารณาแล้ว จัดให้เรียนในสาระชีววิทยา

2.2. เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมีและโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

2.3. เรื่องกฎของบอยล์ของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้ เรียนในสาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ทับ ซ้อนกันในสาระเคมีและฟิสิกส์

2.4. เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งใน สาระเคมีและฟิสิกส์ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี

3. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย เช่น

3.1. เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน

3.2. เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุ และมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับ มัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน

4. ลดทอนเนื้อหาที่ยากเพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย

5. มีการเพิ่มเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมใน สารชีววิทยา เรื่องทักษะ และความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี นวัตกรรม และการแก้ปัญหาที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อม การสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับสังคมและเศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ถึงแม้ว่าสถานศึกษาสามารถจัดให้ผู้เรียนได้เรียนตามความเหมาะสมและตามจุดเน้นของสถานศึกษา แต่ในแนวทางปฏิบัติสถานศึกษาควรจัดให้ผู้เรียนได้เรียนทุกสาระเพื่อให้มีความรู้เพียงพอในการนำไปใช้เพื่อการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาของสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่สถานศึกษามักมองข้ามความสำคัญของการเรียนสาระนี้ ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมีและชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาช่วยในการอธิบายและเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติทั้งการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลก และการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดดังกล่าวล้วนส่งผลซึ่งกันและกัน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วย และที่สำคัญคือ ความรู้ ในสาระนี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลาย ๆ ด้าน เช่น อาชีพที่เกี่ยวกับวัสดุศาสตร์การเดินเรือ การบิน การเกษตร การศึกษาประวัติศาสตร์วิศวกรรม อุตสาหกรรมน้ำมัน เหมือง นักรถยนต์วิทยา นักอุตุนิยมวิทยา นักดาราศาสตร์นักบินอวกาศ ดังนั้นพื้นฐานความรู้สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ จะช่วยเปิดโอกาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับผู้เรียน เพราะในอนาคตข้างหน้า นอกจากมนุษย์จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่ตัวเองอาศัยอยู่แล้ว ยังต้องพัฒนาตนเองเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลกเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

1. ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

3. ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน

4. โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์ กับมนุษย์

#### สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการณ์การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

### 1.3 คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้

รายวิชา เคมี 2

รหัสวิชา ว30222 เคมี 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน

ภาคเรียนที่ 2

ศึกษาความหมายและคำนวณมวลอะตอม มวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ โมล มวลต่อโมล มวลโมเลกุลและมวลสูตร ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ศึกษาสูตรสัดส่วนคงที่ คำนวณอัตราส่วนโดยมวล อัตราส่วนโดยโมล ร้อยละโดยมวล สูตรโมเลกุลและสูตรเอมพิริคัล

ศึกษาหน่วยความเข้มข้นและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล ศึกษาการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์และจากการเจือจางสารละลายเข้มข้น เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

ศึกษาการเขียนและดุลสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยาเคมีแปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีตามกฎทรงมวล ศึกษากฎของเกย์-ลูสแซก และสมมติฐานของอาโวกาโดร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ความเข้มข้น และปริมาตรแก๊ส คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ปริมาณสารเมื่อมีสารกำหนดปริมาณ และผลได้ร้อยละ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

## ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย
8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

รวมทั้งหมด 14 ผลการเรียนรู้

พหุ ประถมศึกษา

ผลการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 2 ว 30222

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน 1.5 หน่วยกิต

อัตราส่วนคะแนน ระหว่างภาค : ปลายภาค = 70 : 30

ข้อ ที่	ผลการเรียนรู้	จำนวน คาบ	คะแนนวัดผล			
			1	2	3	รวม
1	บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร	3	2	2	-	4
2	อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP	5	5	4	-	9
3	คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่	3	3	2	-	5
4	คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร	3	3	3	-	6
5	คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ	5	6	4	-	10
6	อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด	6	3	2	-	5
7	เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	6	3	3	-	6
8	แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด	3	3	-	3	6
9	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร	5	4	-	5	9
10	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	6	4	-	5	9
11	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	6	4	-	5	9
12	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	2	3	-	3	6
13	ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	5	4	-	5	9
14	คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	2	3	-	4	7
รวม		60	50	20	30	100

คะแนนวัดผล	เกณฑ์การตัดสิน	คุณลักษณะด้าน
1. คะแนนจปส. ก่อน-หลังวัดผลกลางภาค 50 คะแนน	1. ส่งงานไม่ถึง 80 %	คุณธรรม จริยธรรม
2. คะแนนสอบกลางภาคเรียน 20 คะแนน	2. ส่งบทปฏิบัติการไม่ถึง 80 %	และค่านิยมที่ประเมิน
3. คะแนนสอบปลายภาคเรียน 30 คะแนน		
คะแนนรวม 100 คะแนน		

## 2. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

### 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

Active Learning เป็นการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2560) กล่าวว่า Active Learning คือ กระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจลึกซึ้งด้วยการเชื่อมโยงผู้เรียนกับเนื้อหาในองค์ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง แนวคิดและทักษะ ผ่านการจัดการกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2555) กล่าวว่า การเรียนเชิงรุก หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ลดกระบวนการถ่ายทอดเนื้อหาให้กับผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการพัฒนาความคิดระดับสูง เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติมากกว่าฟังบรรยาย และเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนเป็นหลัก

จรรยา ตาสา (2552) กล่าวว่า การเรียนเชิงรุก คือการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่จากการได้คิด ได้ปฏิบัติระหว่างการเรียนการสอน

สัญญา ภัทรากร (2552) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาไว้ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน มีความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียน ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆอันจะนำไปสู่การสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน ด้วยการพูดและการฟัง การเขียน การอ่าน

ปราวีณญา สุวรรณณัฐโชติ (2551) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ดำเนินกิจกรรมต่างๆในการเรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเป็น

วิธีการเรียนรู้ในระดับลึก โดยผู้เรียนจะสร้างความเข้าใจและค้นหาความหมายของเนื้อหาสาระโดย เชื่อมกับประสบการณ์เดิมที่มี แยกแยะความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้เก่าที่มี สามารถประเมินคุณค่า เดิมและสร้างแนวคิดของตนเองซึ่งเรียกว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเรียนรู้ระดับผิว เฝิน โดยเน้นการรับรู้ข้อมูลและจดจำข้อมูลเท่านั้น ผู้โดยลักษณะนี้จะเป็นผู้เรียนที่เรียนรู้วิธีการเรียน (Learning How to learn) เป็นผู้เรียนที่กระตือรือร้นและมีทักษะที่สามารถเลือกรับรู้ข้อมูลวิเคราะห์ และสังเกตข้อมูลได้อย่างมีระบบ

ศักดา ไชยกิจภิญโญ (2548) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning คือ คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนหาความหมายและทำความเข้าใจด้วยตนเองหรือร่วมกันกับเพื่อน เช่น ร่วมกันสืบ ค้นหาคำตอบ ร่วมอภิปราย ร่วมนำเสนอ และสรุปความคิดรวบยอดร่วมกัน หรืออีกนัยหนึ่งคือ การ เปลี่ยนผู้เรียนจากการเป็นผู้นั่งฟังอย่างเดียว (passive) มาเป็นผู้เรียนที่ร่วมกิจกรรมการแสวงหา ความรู้ที่ผู้สอนกำหนด

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547) กล่าวว่า Active Learning หรือการเรียนรู้แบบ กระตือรือร้นเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีบทบาทในการรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่าง กระปรี้กระเปร่า โดยการลงมือทำสิ่งที่ตนเองกำลังจะกระทำ จากข้อมูลหรือกิจกรรมการเรียน การ สอนที่ได้รับผ่านทาง การอ่าน ฟุด ฟัง คิดเขียน อภิปราย แก้ปัญหาและมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

Felder and Brent (2009) กล่าวว่า Active Learning หมายถึง กิจกรรมใดๆ ก็ตามที เกี่ยวข้องกับรายวิชาที่ผู้เรียนทุกคนได้ถูกเรียกให้ทำ สิ่งต่างๆ นอกเหนือจากการนั่งดู ฟัง และจด บันทึกอย่างเดียว

Cooperstein and Kocevar-Weidinger (2004) ซึ่งเชื่อว่าความรู้เดิมมีความสำคัญต่อ การสร้างความรู้ใหม่ของผู้เรียน นักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า Active Learning เอาไว้ โดยนักการศึกษาของประเทศไทยใช้คำภาษาไทย คำว่าการเรียนเชิงรุก แทน Active Learning ซึ่งมีการนิยามความหมายดังต่อไปนี้

Petty (2004) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้โอกาสผู้เรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ผู้สอนจะเป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าการที่ผู้เรียนได้รับ ความรู้จากการบรรยายเพียงอย่างเดียว

Prince (2004) กล่าวว่า การเรียนเชิงรุก หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม พฤติกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็น ได้ใช้ทักษะการ ฟุด ฟัง อ่านเขียน และไตร่ตรองความคิด

Bonwell (2003) กล่าวว่า Active & Learning หมายถึง การเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติและสร้างความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงในระหว่างการเรียนการสอน ส่งผลให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

Shenker, Goss and Bernstein (1996) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทบาทการเรียนรู้ของตนเองมากกว่าการสร้างความรู้หรือทักษะใหม่ๆมาใช้โดยเป็นผู้รับฝ่ายเดียว การที่ผู้ใดกระทำการต่างๆด้วยตนเองและนำไปสู่การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ตนกำลังทำอยู่

Meyers and Jones (1993) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโอกาสในการพูด ฟัง เขียน อ่าน และไตร่ตรองอย่างมีความหมายเกี่ยวกับเนื้อหา แนวคิด ประเด็น และการนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปใช้ให้กับผู้เรียน

Bonwell and Eison (1991) กล่าวเกี่ยวกับ Active Learning ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงมากกว่าการฟัง ผู้เรียนจะต้องอ่าน เขียน อธิบายและมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งสัมพันธ์กัน 3 ส่วน ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และทัศนคติ

Marks (1970) กล่าวว่า Active Learning เป็นการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติการ เช่น การวัด การนับ กระจาย การชั่งน้ำหนัก กิจกรรมที่ทำด้วยมือแบบต่างๆ การสังเกตและการทดลองแบบวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนสรุปข้อเท็จจริง และกฎเกณฑ์ต่างๆ

จากแนวคิดดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การเรียนเชิงรุกหรือการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructivism ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการมีปฏิบัติสัมพันธ์และเชื่อมโยงจากความรู้เดิมด้วยตนเองจากการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ หรือการลงมือทำ “ความรู้” ที่เกิดขึ้นก็เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ กระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องได้มีโอกาสลงมือกระทำมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้การเรียนรู้โดยการอ่าน การเขียน การโต้ตอบ และการแก้ปัญหา อีกทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

## 2.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2562) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ว่า

1. Active Learning ส่งเสริมการมีอิสระทางด้านความคิด และการกระทำของผู้เรียน การมีวิจารณ์ญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะมีโอกาส มีส่วนร่วมในการปฏิบัติจริง และมีการใช้วิจารณ์ญาณ ในการคิด และตัดสินใจในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น มุ่งสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้กำกับทิศทางการเรียนรู้ ค้นหาค้นหาสไตล์การเรียนรู้ของตนเอง สู่การเป็นผู้รู้คิด รู้ตัดสินใจด้วยตนเอง (Metacognition) เพราะฉะนั้น Active Learning จึงเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking) ในการมีวิจารณ์ญาณ การวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา การประเมิน ตัดสินใจ และการสร้างสรรค์

2. Active Learning สนับสนุนส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือกันอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความร่วมมือในการปฏิบัติงานกลุ่มจะนำไปสู่ความสำเร็จในภาพรวม

3. Active Learning ทำให้ผู้เรียนทุ่มเทในการเรียน จูงใจในการเรียน และทำให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความสามารถ เมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างกระตือรือร้นในสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย ผ่านการใช้กิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้อย่างหลากหลาย ผู้เรียนเลือกเรียนรู้กิจกรรมต่างๆ ตามความสนใจและความถนัดของตนเอง เกิดความรับผิดชอบ และทุ่มเทเพื่อมุ่งสู่ความสำเร็จ

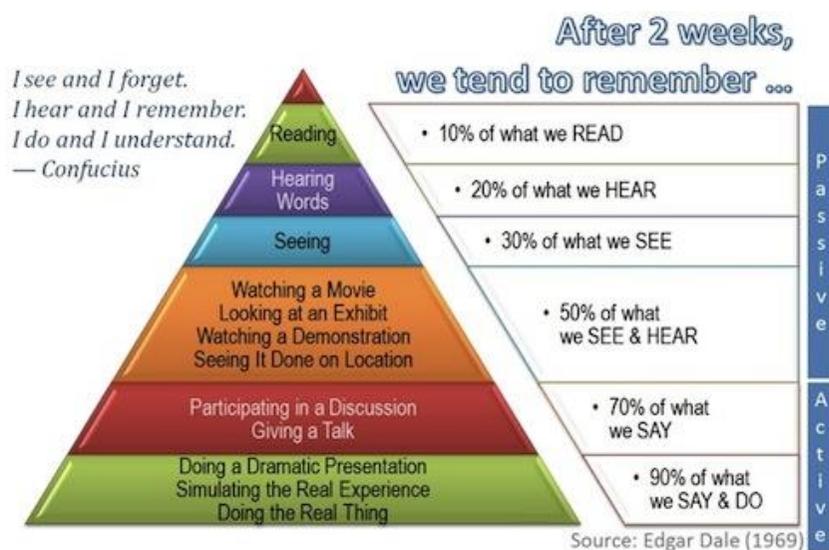
4. Active Learning ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาเชิงบวกทั้งตัวผู้เรียน และตัวครู เป็นการปรับการเรียนเปลี่ยนการสอน ผู้เรียนจะมีโอกาสได้เลือกใช้ความถนัด ความสนใจ ความสามารถ ที่เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Different) สอดรับกับแนวคิดพหุปัญญา (Multiple Intelligence) เพื่อแสดงออกถึงตัวตนและศักยภาพของตนเอง ส่วนครูผู้สอนต้องมีความตระหนักแนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ที่จะปรับเปลี่ยนบทบาท แสวงหาวิธีการ กิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อช่วยเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน สิ่งเหล่านี้จะทำให้ครูเกิดทักษะในการสอน และมีความเชี่ยวชาญในบทบาท หน้าที่ ที่รับผิดชอบ เป็นการพัฒนาดน พัฒนางาน และพัฒนาผู้เรียนไปพร้อมกัน

5. กระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) สามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทน และนานกว่ากระบวนการเรียนรู้ Passive Learning เพราะกระบวนการเรียนรู้ Active

Learning สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยสามารถเก็บและจำสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์ กับเพื่อน ผู้สอน สิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ได้ผ่านการปฏิบัติจริง จะสามารถเก็บจำในระบบความจำระยะยาว (Long Term Memory) ทำให้ผลการเรียนรู้ ยังคงอยู่ในปริมาณที่มากกว่า ระยะยาวกว่า ซึ่งอธิบายไว้ ดังภาพประกอบ 1

## The Cone of Learning

sparkinsight.com



ภาพประกอบ 1 แสดงแผนภูมิการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Edgar Dale, 1969)

จากรูปจะเห็นได้ว่า กรวยแห่งการเรียนรู้นี้ได้แบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ

### 1. กระบวนการเรียนรู้ Passive Learning

- กระบวนการเรียนรู้โดยการอ่านท่องจำผู้เรียนจะจำได้ในสิ่งที่เรียนได้เพียงร้อยละ 10  
- การเรียนรู้โดยการฟังบรรยายเพียงอย่างเดียวโดยที่ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมอื่นในขณะที่อาจารย์สอนเมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะจำได้เพียงร้อยละ 20 หากในการเรียนการสอนผู้เรียนมีโอกาสได้เห็นภาพประกอบด้วยก็จะทำให้ผลการเรียนรู้คงอยู่ได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30

- กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนเพิ่มขึ้น เช่น การให้ดูภาพยนตร์ การสาธิต จัดนิทรรศการให้ผู้เรียนได้ดู รวมทั้งการนำผู้เรียนไปทัศนศึกษา หรือดูงาน ก็ทำให้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 50

## 2. กระบวนการเรียนรู้ Active Learning

- การให้ผู้เรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้และเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์จนเกิดความรู้ ความเข้าใจนำไปประยุกต์ใช้สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าหรือ สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาตนเองเต็มความสามารถ รวมถึงการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้เขาได้มีโอกาสร่วมอภิปรายให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสารทำให้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 70

- การนำเสนองานทางวิชาการ เรียนรู้ในสถานการณ์จำลอง ทั้งมีการฝึกปฏิบัติ ในสภาพจริง มีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผลการเรียนรู้เกิดขึ้นถึงร้อยละ 90

แพทยศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2559) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องค้นหาเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ โดยการลงมือปฏิบัติอย่างมีความหมาย เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
2. ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน มีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
3. ผู้เรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่ได้อ่าน ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก และเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนมีโอกาสประยุกต์ และบูรณาการข้อมูลข่าวสาร หรือสารสนเทศ และหลักการความคิดรวบยอด
5. อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง
6. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบทวนของผู้เรียน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงสุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดขั้นสูง
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติ ทำงาน คิดและแก้ปัญหา ร่วมกัน

4. ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ออกแบบกิจกรรมและจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การฟัง อ่าน เขียน แสดงความคิดเห็นและการคิดขั้นสูง

5. ผู้เรียนมีอิสระและมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างมากและมีผู้เรียนส่วนร่วมในการจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตัวเอง

นั้ค้ำง ศรีวัฒนาโรทัย (2555) ได้ให้ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ดังนี้

1. เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ เช่น การแสดงความคิดเห็น การสะท้อนการเรียนรู้ การเขียนเพื่อทบทวนสิ่งที่ได้เรียนไป เป็นต้น

2. การเรียนรู้เชิงรุก มักเป็นกิจกรรมที่เป็นกลุ่มย่อยดังนั้น ผู้เรียนจึงมีโอกาสได้เรียนรู้การแบ่งหน้าที่ในการทำงาน ฝึกความรับผิดชอบในงานของตนและงานของส่วนรวม มีวินัยในการทำงาน

3. เป็นการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการเรียนรู้พร้อมกันหลายๆ ด้าน เช่นการอ่าน การเขียน การรับฟังผู้อื่น การแสดงความคิดเห็น การให้เหตุผล เพื่อแก้ปัญหาหรือทำงานที่ได้รับมอบหมาย

4. ผู้เรียนค้นคว้า และบูรณาการข้อมูลข่าว สารสนเทศ ทฤษฎี หรือหลักการต่างๆ ที่มีเพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหา จนกระทั่งสร้างเป็นความคิดรวบยอดของตนเองต่อเรื่องราวต่างๆ ตามที่ครูได้วางแผนเอาไว้

Bonwell and Eison (1991) ได้ให้ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งลดกระบวนการสื่อสาร และการถ่ายทอดเนื้อหาให้กับนักเรียนเพียงอย่างเดียว เน้นการพัฒนาการคิดระดับสูง

2. เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติมากกว่าฟังบรรยาย

3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อ่าน เขียน และอภิปราย

4. เน้นการสำรวจเจตคติและคุณค่าที่มีอยู่ในตัวนักเรียน

5. เน้นการวัดและประเมินด้านการคิดระดับสูง

6. ทั้งครูและนักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับจากการสะท้อนความคิดอย่างรวดเร็ว

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning หมายถึง การเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและก่อให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ทั้งระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และผู้เรียนกับผู้สอน โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ใช้ทักษะการฟัง พูด อ่าน คิด และเขียนในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ได้พัฒนาทักษะการสื่อสาร และทักษะการคิดไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ตลอดจนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและเกิดแรงจูงใจในการเรียน

### 2.3 ลักษณะของการจัดกระบวนการเรียนรู้

นักการศึกษาได้อธิบายถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ไว้ดังนี้

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2553) กล่าวถึงลักษณะของการจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้ที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
2. จัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
3. จัดให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. จัดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน สร้างร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน
5. จัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในภารกิจต่าง ๆ
6. จัดกระบวนการเรียนที่สร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พูด ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
7. จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง
8. จัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูล ข่าวสาร หรือสารสนเทศ และหลักการความคิดรวบยอด
9. ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง
10. จัดกระบวนการสร้างความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้และการสรุปบทวนของผู้เรียน

Shenker, Goss and Bearstein (1996) กล่าวถึง ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งลดการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนให้น้อยลง และพัฒนาทักษะให้เกิดกับผู้เรียน
2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนโดยลงมือกระทำมากกว่านั่งฟังเพียงอย่างเดียว
3. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อ่าน อภิปราย และเขียน
4. เน้นการตรวจเจตคติและคุณค่าที่มีอยู่ในผู้เรียน
5. ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดระดับสูงในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผลการนำไปใช้
6. ทั้งผู้เรียนและผู้สอนรับข้อมูลย้อนกลับจากการสะท้อนความคิดได้อย่างรวดเร็ว

Silberman (1996) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. มีปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนมีการพูดคุยกับเพื่อนร่วมชั้นและยังเป็นการสร้างการร่วมมือกันและการมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
2. มีการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน
3. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบ Active Learning ถ้ามุ่งหวังให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่ Active การสอนของครูผู้สอนก็ต้อง Active ตามไปด้วย Active Learning ถึงจะเกิดไม่ว่าจะเป็นการจัดการเรียนการสอนในระดับปฐมวัยระดับประถมศึกษาระดับมัธยมศึกษา หรือระดับอุดมศึกษา ครูผู้สอนต้องมี Active Teaching ด้วยเช่นกัน ดังนั้น ทั้งผู้เรียนและผู้สอนก็จะต้องมีการเตรียมตัวทั้งสองฝ่ายจึงจะเกิดสภาพที่ Active ขึ้นมาได้

## 2.4 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ผู้สอนต้องศึกษาทำความเข้าใจเพื่อที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ว่า

ดุซมิ โยเหลา (2557) ได้กล่าวถึง บทบาทสำคัญของครูในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ว่า ครูจะต้องแสดงบทบาทต่างๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning ขึ้นโดยครูจะต้องเป็นผู้สังเกตการทำงานของนักเรียน ครูต้องสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ โดยใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นการเรียนรู้แทนการบอกกล่าว ครูต้องศึกษาและรู้จักข้อมูลนักเรียนเป็น

รายบุคคลเพื่อแสดงบทบาทให้เหมาะสมในการทำให้เกิด Active Learning กับนักเรียนเป็นรายคน ดังนี้

1. ใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ คำถามที่ใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้นั้น ต้องเป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้อธิบาย โดยเริ่มต้นว่า “ทำไม” หรือ ลงท้ายว่า “อย่างไรบ้าง” “อะไรบ้าง” “เพราะอะไร”

2. ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกต ครูจะต้องคอยสังเกตว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมอย่างไร ขณะปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาทางชี้แนะกระตุ้น หรือยับยั้งพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม

3. สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้การตั้งคำถาม เมื่อผู้เรียนสามารถตั้งคำถามได้ จะทำให้ผู้เรียนรู้จักถามเพื่อค้นคว้าข้อมูล รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเองในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้

4. ให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัยครูจะต้องเป็นผู้คอยแนะนำ ชี้แจง ให้ข้อมูลต่างๆ หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ใกล้ตัวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียนเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ด้านอื่นๆ ในขณะที่ทำกิจกรรมเมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัย หรือคำถาม โดยไม่บอกคำตอบ

5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองสังเกตและคอยกระตุ้นด้วยคำถามให้ผู้เรียน ได้คิดกิจกรรมที่อยากเรียนรู้และหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยด้วยตนเอง

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ผลงานอย่างอิสระตามความคิดและความสามารถของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการและความสามารถของตนเองในการคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่มีชั้นนั้ น แก้วชัยเจริญกิจ (2550) กล่าวว่า การจัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน การสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน คือ

1. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน

2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมรวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

3. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน

4. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย

5. วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของเนื้อหา และกิจกรรม

6. ครูผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิดของ ผู้เรียน

ดังนั้น บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ครูต้องมีวิเคราะห์เป้าหมายของการ เรียนรู้และเลือกเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนว Active Learning กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง มีความเข้าใจและสร้างโน้ตค้นที่ได้จากการเรียนรู้และสร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเองได้เช่น สร้างสรรค์กิจกรรมอย่างหลากหลายมีความยืดหยุ่น เพื่อขยาย ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการลงมือปฏิบัติ ให้ความสำคัญและกระตุ้นให้เกิดการสร้าง ปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนโดยใช้ทักษะการสื่อสาร แลกเปลี่ยนเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด ขั้นสูง และมีการสรุปแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันก่อนเริ่มเนื้อหาใหม่

นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ Active Learning ที่จะประสบความสำเร็จ นั้น ผู้สอนควร Active Teaching ก่อน โดยเตรียมความพร้อมในการสอนล่วงหน้า ซึ่งหมายถึง ต้องวิเคราะห์ผู้เรียน ว่ามีลักษณะอย่างไร กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงวิธีการวัดและประเมินผล ไว้ อย่างชัดเจน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน สอดคล้องเป้าหมาย ที่กำหนดไว้ โดย เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากที่สุด

## 2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

สคูดาร์ตัน เกียรติจรัสพันธ์ และคณะ (2560) มีทั้งสิ้น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เพื่อสร้าง บรรยากาศที่ดีในการเรียนและให้นักเรียนตื่นตัวพร้อมที่จะรับความรู้ โดยจะจัดกิจกรรมหรือสร้าง สถานการณ์กระตุ้น ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย หรือเกิดปัญหา ทำให้นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้า ทดลองหรือแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือซักถามเพื่อทวนความรู้เดิม โดยขั้นนี้จะใช้เกม หรือการโหวตเพื่อ แข่งข้อมือตอบคำถาม เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวและทวนความรู้เดิมเพื่อพร้อมรับความรู้ ใหม่

2. ขั้นลงมือกระทำ ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เป็นขั้นที่จะให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม และ ได้ เรียนรู้ร่วมกันผ่านสื่อมัลติมีเดียโดย ใช้คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์ในการเชื่อมต่อกับเว็บไซต์และแอฟ ลิคเคชัน เช่น Google Classroom, Kahoot และวิดีโอ ซึ่งจะให้นักเรียนได้เรียนรู้จากวิดีโอ, รูปภาพ

รวมทั้งคำถามที่เป็นปัญหา โดยให้นักเรียนวางแผนการค้นคว้าตามประเด็นที่ให้ไปศึกษาสืบค้นหา คำตอบด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะต้องเรียนรู้ รวบรวมข้อมูล สรุปความคิด หลังจากนั้นให้สมาชิก ภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ช่วยกันทำการทดลอง

3. ขั้นสะท้อนความรู้ สรุปและอภิปราย ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เป็นขั้นที่เมื่อนักเรียน ค้นคว้าหาคำตอบ หรือทำการทดลองร่วมกันแล้ว สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันสรุปความคิดรวบยอด และคำตอบของประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้สะท้อนความคิดของตนเองว่าที่ได้เรียนรู้มา ถูกต้องหรือไม่และเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่มซึ่งนักเรียนจะได้แสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ เรียนรู้มา ให้เสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อนจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ ผลงาน โดยครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายเนื้อหาที่เรียน ครูอธิบายโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย ประกอบ เช่น Kahoot แผนภาพ และวิดีโอเพื่อยกสถานการณ์ตัวอย่างเชื่อมโยง แลกเปลี่ยนและ ร่วมกันวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ต่อไปได้

4. ขั้นประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้ ปรับปรุงตน รวมทั้งให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ของตนเองและครูในการจัดกิจกรรม โดยครูจะคอย แนะนำและให้ความรู้ความเข้าใจ ซึ่งอาจจะถามเป็นคำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้คิด และพิจารณาความรู้ของตนเอง โดยนักเรียนจะตอบคำถามโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบาย ที่ยอมรับมาแล้วแสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ประเมินความก้าวหน้าด้วย ตนเองการประเมินผลอาจอยู่ในรูปแบบการเขียนรายงาน การตอบคำถาม การทำแบบทดสอบ การ สาธิตขั้นตอนการทดลอง เป็นต้น

สุกลักษณ์ เขียรเชาว์ (2555) ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเชิงรุก ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสำรวจความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจ ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมความพร้อม นักเรียน โดยสร้างความสนใจในการเรียนด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจ ทำทหายความรู้ความสามารถ และ กระตุ้นความคิด เพื่อให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียน และเป็นการทบทวนความรู้เดิม เช่น สถานการณ์ชวนสงสัย การใช้สื่อการเรียนการสอน รูปภาพกิจกรรมการตอบสนองต่อการ สาธิต เกม กิจกรรมจับคู่เขียน กิจกรรมตอบสั้น 1 นาที กิจกรรมเวียนกันอภิปราย เป็นต้น

2. ขั้นเรียนรู้ ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งเน้น ให้นักเรียนคิดวางแผน และลงมือกระทำอย่างอิสระ เพื่อค้นหาคำตอบโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เช่น

การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนแบบสืบสอบ การจำลองสถานการณ์ การระดมพลังสมอง และการแก้ปัญหาโดยใช้ร่วมกับกิจกรรมกลุ่ม เช่น เกม เวียนกันอภิปราย โต้เถียง สุ่มหัวข้อ เทคนิคการถามคำถามโดยให้เวลา เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา กิจกรรมเลือกเข้ามุ่ม การอ่านเชิงรุก เป็นต้น

3. ขั้นสรุป นักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ โดยนำเสนอผลจากการลงมือกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผังโนทัศน์ แบบฝึกหัด การวาดภาพ โดยใช้ร่วมกิจกรรมเชิงรุก กิจกรรมกลุ่ม เช่น จับคู่คิดแลกเปลี่ยน จับคู่เขียน จับคู่ถามตอบ การเขียนอนุทิน เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา การนำเสนอแล้วสลับบทบาท การนำเสนอในลักษณะ โต้เถียง กิจกรรมเดินไปคุยไป นักเรียนและครูลงข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับหลักการและความรู้ที่ได้เรียน

4. ขั้นประยุกต์/ขยายความรู้ ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นนำความรู้และประสบการณ์ ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตประจำวัน โดยใช้กิจกรรมเชิงรุกเช่น กิจกรรมเดี่ยว เช่น การจดประเด็น การอ่าน การทดสอบสั้น 1 นาที การตอบสนองต่อการสาธิตหรือกิจกรรม การเขียนอนุทิน กิจกรรมคู่ เช่น การเขียน จับคู่แลกเปลี่ยน จับคู่คิด แลกเปลี่ยนสมุดบันทึก จับคู่ถามตอบ กิจกรรมกลุ่ม เช่น เกม เวียนกันอภิปราย โต้เถียง สุ่มหัวข้อ ออกข้อสอบเทคนิคการถามคำถามโดยให้เวลา เทคนิคการถามคำถามแบบอ่างปลา เป็นต้น

ญาณัญญา ศิริภักร์ธาดา (2553) ได้แบ่งขั้นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ได้ดังนี้

1. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนดึงประสบการณ์เดิมของตนเอง ออกมาเชื่อมโยงหรืออธิบายปัญหาใหม่ที่พบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือข้อสรุป การกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์นี้

2. การสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน โดยการตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามให้ผู้เรียนได้ คิด วิเคราะห์ และสร้างสรรค์มวลประสบการณ์ร่วมกัน อาจใช้คำถามหรือสถานการณ์จำลองที่ท้าทายอารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียน

3. การนำเสนอความรู้ หมายถึง การหลอมรวมแนวคิดที่ได้จากการอภิปรายกลุ่มเข้ากับหลักการทฤษฎีที่ครูจัดเตรียมให้หรือค้นคว้ามาจากแหล่งเรียนรู้มาสังเคราะห์ ภายในกลุ่มผู้เรียนจนเกิดความเชื่อมั่น ยอมรับว่าเป็นข้อเท็จจริง

4. การประยุกต์ใช้ นำเสนอหรือลงมือปฏิบัติ หมายถึง การนำเสนอความรู้ที่กลุ่มในห้องเรียน การนำเสนอต่อสาธารณะในลักษณะ ป้ายนิเทศ ป้ายโฆษณา หรือการเผยแพร่ทางสื่อมวลชน และหากผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

วทัญญู วุฒิวรรณ (2553) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเตรียมความพร้อมโดยการสร้างแรงจูงใจ ด้วยกิจกรรมต่างๆ ที่น่าสนใจกระตุ้นความรู้ ความคิด เพื่อให้นักเรียนสนใจที่จะมีส่วนร่วมในการเรียน เช่น สถานการณ์ชวนสงสัย การใช้สื่อการเรียนการสอน แผนภาพ การใช้เกม วิดีโอ เป็นต้น

2. ขั้นลงมือกระทำ ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดวางแผน และลงมือกระทำอย่างอิสระในการค้นหาคำตอบ โดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การระดมสมอง การจำลองสถานการณ์

3. ขั้นสรุปและสะท้อนความรู้ นักเรียนร่วมกันสรุปและสะท้อนความรู้ โดยนำเสนอผลที่ได้จากการลงมือกระทำออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น ผังมโนทัศน์ การวาดภาพ คู่ตรวจสอบ การเล่าเรื่องรอบโต๊ะซึ่งนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด ชักถามข้อสงสัยร่วมกัน โดยครูอธิบายความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

4. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายความรู้ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

สัญญา ภัทรากร (2552) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมพร้อมเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้เดิม แนะนำหัวข้อที่จะเรียน แฉ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ นำเสนอสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ ยกตัวอย่างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเห็นตัวอย่าง และตั้งกติการ่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมและเกิดความสนใจ

ขั้นที่ 2 นำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์มาเร้าความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา และร่วมกันคิดวิเคราะห์ปัญหา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในสิ่งที่สงสัย

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม และทุกคนในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนเป็นผู้คอยแนะนำ

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปราย เป็นขั้นที่ ผู้เรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน โดยทุกกลุ่มมีหน้าที่ตรวจสอบและมีสิทธิที่จะถามผู้เรียนที่ออกไปนำเสนอแนวคิด

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ หรือแนวคิดที่ได้ เพื่อสะท้อนความคิดที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ และเพื่อให้มั่นใจว่าผู้เรียนมีการเรียนรู้จริง

บัญญัติ ขำนาถกิจ (2549) วิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนดึงประสบการณ์เดิมของตนมาเชื่อมโยงหรืออธิบายประสบการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ แล้วนำไปสู่การขบคิด เพื่อเกิดข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ และแบ่งปันประสบการณ์ของตนกับผู้อื่นที่อาจมีประสบการณ์เหมือนหรือต่างจากตนเอง เป็นการรวบรวมมวลประสบการณ์ที่หลากหลายจากแต่ละคน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกว่าตนมีความสำคัญเพราะได้มีส่วนร่วมในฐานะสมาชิก มีผู้ฟังเรื่องราวของตนเอง และได้รับรู้เรื่องราวของคนอื่น นอกจากนี้จะได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์แล้ว ยังทำให้สัมพันธ์ภาพในกลุ่มผู้เรียนเป็นไปด้วยดี ส่วนผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการอธิบายหรือยกตัวอย่าง เพียงแต่ใช้เวลาเล็กน้อยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กันและยังช่วยให้ผู้สอนได้ทราบถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. ขั้นสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ขั้นนี้ทำให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์มวลประสบการณ์ ข้อมูลความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ชัดเจน หรือเกิดข้อสรุป/องค์ความรู้ใหม่ หรือตรวจสอบ/ปรับ/เปลี่ยน ความคิดความเชื่อของตนเอง กิจกรรมในขั้นนี้เป็นกิจกรรมกลุ่มที่เน้นการตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้คิด สะท้อนความคิด หรือบอกความคิดเห็นของตนเองให้คนอื่นได้รับรู้และได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันอย่างลึกซึ้ง จนเกิดความเข้าใจชัดเจนได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ หรือเกิด/ปรับ/เปลี่ยน ความคิดความเชื่อตามจุดประสงค์ที่กำหนด

3. ขั้นนำเสนอความรู้ เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลความรู้ แนวคิด ทฤษฎี หลักการขั้นตอน หรือข้อสรุปต่างๆ โดยครูเป็นผู้จัดให้ เพื่อใช้เป็นต้นทุนในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้อาจทำได้โดยการให้แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ข้อมูลความรู้ ขั้นตอนทักษะ ซึ่งทำได้โดยการบรรยาย ดูวีดิทัศน์ ฟังเสียง อ่านเอกสาร/ใบความรู้/ตำรา หรือการรวบรวมประสบการณ์ ของผู้เรียนที่เป็นผลให้เกิดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระเพิ่มขึ้น หรือการรวบรวมข้อสรุปของการสะท้อนความคิดและอภิปรายประเด็นที่มอบหมายให้

4. ขั้นประยุกต์ใช้หรือลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอดหรือข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้หรือทดลองใช้ หรือเป็นการแสดงผลสำเร็จของการ

เรียนรู้ในองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งผู้สอนใช้กิจกรรมในองค์ประกอบนี้ในการประเมินผลการเรียนรู้ได้และยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำไปใช้ในชีวิตจริง

Matveev and Milner (2010) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมพร้อม เป็นขั้นที่นำเข้าสู่บทเรียนโดยอาจใช้สื่อวัสดุจริงเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมโดยเน้นกระบวนการกลุ่มซึ่งนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และมีโอกาสได้นำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยครูผู้สอนสามารถประเมินผลได้จากการสังเกต การซักถามหลังการนำเสนอ และการทำแบบฝึกหัดหรือใบกิจกรรมต่างๆ

Hazzan, Laidot and Ragonis (2004, อ้างถึงใน วิชา เล่าเรียนดี และคณะ, 2560) นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งมีชื่อว่า รูปแบบการสอนที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุกเป็นฐาน (Active Learning-Based Teaching Model) มีขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ เป็นการเสนอบทเรียน เริ่มด้วยการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลายและสร้างความท้าทายการเรียนรู้ของนักเรียน อาจใช้คำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้คิดเกิดความสงสัย เกิดคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่ครูเสนอและเกิดการตั้งคำถามเพื่อค้นคว้าหาคำตอบต่อไป

2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ต่อเนื่องจากขั้นแรกครูสามารถเลือกใช้เทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งนี้กิจกรรมต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหาจุดประสงค์และเรื่องที่ได้กระตุ้นความสนใจไว้แต่แรก

3. ขั้นอภิปราย หลังจากเรียนรู้แล้วช่วงท้ายครูจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอความคิดเห็น และความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ครูทำหน้าที่เป็นผู้ฟังและจดบันทึกข้อผิดพลาดของนักเรียนโดยไม่คิดชมหรือวิจารณ์เนื่องจากในขั้นนี้นักเรียนทั้งชั้นกำลังเป็นผู้โต้แย้ง

4. ขั้นสรุป ขั้นนี้จะแตกต่างจากสามขั้นแรกที่นักเรียนเป็นผู้กระทำและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเองแต่ขั้นนี้ครูจะเป็นผู้มีบทบาทหลักสรุปการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งหมดตั้งแต่นั้นที่หนึ่งถึงขั้นที่สาม โดยในความคิดรวบยอดหลักและเติมเต็มให้การเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

Baldwin and Wlliams (1998) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน โดยสรุปดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาการเรียนรู้ โดยครูสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นที่อยากจะเรียนรู้ต่อไป
2. ขั้นการปฏิบัติงานกลุ่ม เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อทำงานร่วมกันและสรุปความคิดเห็นของกลุ่ม อีกทั้งต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่มอื่น ๆ โดยที่ครูต้องเสริมข้อมูลให้สมบูรณ์
3. ขั้นการประยุกต์ใช้ เป็นขั้นของการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด หรือทำแบบทดสอบหลังเรียน
4. ขั้นติดตามผล เป็นขั้นของการให้นักเรียนได้ค้นคว้าอิสระเพิ่มเติมโดยจัดทำเป็นรายงาน หรือให้นักเรียนเขียนบันทึกประจำวัน รวมถึงให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับในคาบเรียนนั้นๆ

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของนักการศึกษา สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2560), สุกลักษณ์ เขียรเชาว์ (2555), สัญญา ภัทรากร (2552), ญาณัญญา ศิริภัทร์ธาดา (2553), วทัญญู วุฒิวรรณ (2553), บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549), Matveev & Milter (2010), Hazzan, Laidot and Ragonis (2004) และ Baldwin & Wlliams (1998) ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจและนำเสนอสถานการณ์ หมายถึง เป็นการกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน โดยการสร้างแรงจูงใจด้วยกิจกรรมและสถานการณ์ต่างๆ ที่น่าสนใจ เพื่อสร้างความท้าทายการเรียนรู้ของผู้เรียน กระตุ้นความรู้ ความคิด เพื่อให้ผู้เรียนสนใจที่จะมีส่วนร่วมในการเรียน
2. ขั้นลงมือทำ หมายถึง ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดวางแผน คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์มวลประสบการณ์ ข้อมูลความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ และลงมือกระทำอย่างอิสระเพื่อค้นหาคำตอบโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย
3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป หมายถึง เมื่อนักเรียนค้นหาคำตอบ หรือทำการทดลองร่วมกันแล้ว ผู้เรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนและเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม โดยทุกกลุ่มมีหน้าที่ตรวจสอบและมีสิทธิ์ที่จะถามผู้เรียนที่ออกไปนำเสนอแนวคิดแล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ร่วมกัน
4. ขั้นสร้างองค์ความรู้ หมายถึง เมื่อผู้เรียนออกมานำเสนอแล้วสมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันสรุปความคิดรวบยอดและคำตอบของประเด็นปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนจะได้สะท้อนความคิด

ของตนเองว่าที่ได้เรียนรู้มาถูกต้องหรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะได้แสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มาให้เสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

5. **ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้** หมายถึง เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอด ข้อสรุป และองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ โดยนำเสนอต่อสาธารณชน

สรุป การจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาท และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยการนำเอาวิธีการสอน เทคนิคการสอนที่หลากหลายมาใช้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรม กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ทักษะ และเชื่อมโยงองค์ความรู้นำไปปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหา หรือประกอบอาชีพในอนาคต และถือเป็นการจัดการเรียนรู้ประเภทหนึ่ง ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน

## 2.6 ขั้นตอนการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี 3 ระดับ

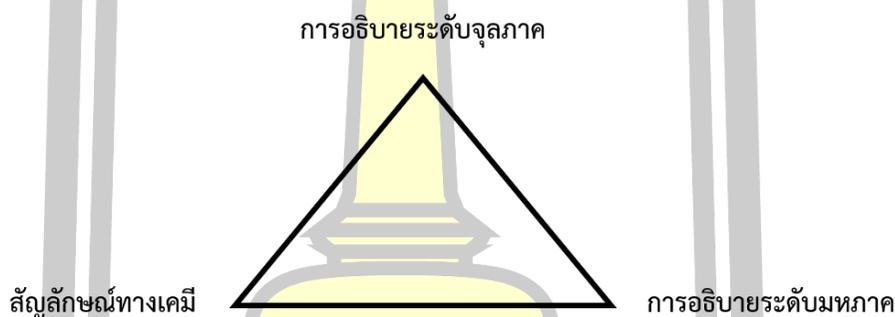
ชาตรี ฝ่ายคำตา (2563) พูดถึงธรรมชาติของเคมีและได้ทำการสรุปธรรมชาติของเคมีในหนังสือกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมีไว้ว่า เคมีถือเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ลักษณะธรรมชาติของเคมีจึงมีลักษณะเหมือนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้ทางเคมีสามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ เคมีต้องการหลักฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี นักเคมีพยายามหลีกเลี่ยงอคติของตนในการทำงานและมีส่วนร่วมในสังคม แต่อย่างไรก็ตาม เคมีก็มีลักษณะเฉพาะเจาะจงเนื่องจากมีแนวคิด วิธีการและทฤษฎีของตนเอง

Mc Comas (2000) ได้เสนอไว้สามารถสรุปได้ว่าธรรมชาติของเคมี คือ การศึกษาสังคมของเคมี ในด้านประวัติการได้มาซึ่งความรู้ทางเคมี สังคมวิทยา และปรัชญาทางเคมี เพื่ออธิบายว่าเคมีคืออะไร นักเคมีมีกระบวนการทำงานอย่างไร และสังคมมีปฏิกริยา อย่างไรต่อเคมี ทั้งนี้ธรรมชาติของเคมีเป็นการอธิบายเกี่ยวกับความรู้ทางเคมี วิธีการที่นักเคมีได้มาซึ่งความรู้ การทำงานหรือสังคมของนักเคมีและคุณค่าของเคมีต่อสังคม

ดังนั้น ธรรมชาติของเคมีเป็นการศึกษาสังคมของเคมีในด้านประวัติการได้มาซึ่งความรู้ทางเคมี สังคมวิทยาและปรัชญาทางเคมีเพื่ออธิบายว่าเคมีคืออะไร นักเคมีมีกระบวนการทำงานอย่างไรและสังคมมีปฏิกริยาอย่างไรต่อเคมี

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2563) ความรู้ทางเคมี ลักษณะความรู้ทางเคมีมีความเฉพาะเจาะจง เพราะความรู้ดังกล่าวมุ่งเน้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารและสมบัติของสาร กฎทางเคมีมีทั้งที่เหมือนและแตกต่างจากกฎในสาขาอื่น ยกตัวอย่างเช่น กฎตารางธาตุ (periodic law)

ของเมเตลลิวต์แตกต่างจากกฎของฟิสิกส์ เพราะเป็นการพิจารณาว่าธาตุใดที่มีสมบัติเหมือนกันจะจัดให้อยู่ในกลุ่มด้วยกัน ในขณะที่กฎในทางฟิสิกส์จะมุ่งเน้นอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร และมักใช้หลักทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการแสดงความสัมพันธ์ ดังนั้น ความรู้ทางเคมีส่วนใหญ่จะเกิดจากการศึกษาแบบแผนของสิ่งที่เกิดขึ้น เช่น หมูและคาบในตารางธาตุ ต้องอาศัยความรู้ที่สะสมมาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ เนื่องจากเคมีมีความเฉพาะเจาะจงในเนื้อหาที่เน้นศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร ดังนั้น ในการอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารจึงมีลักษณะที่แตกต่างกับสาขาวิชาอื่น โดยใช้การอธิบายปรากฏการณ์ใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค (macroscopic level) ระดับจุลภาค (sub-microscopic level) และระดับสัญลักษณ์ (symbolic level) ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของการอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร

การอธิบายระดับมหภาค คือ การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่สังเกตได้ เช่น การอธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นเมื่อเติมเกลือลงในน้ำ นักเคมีมักเริ่มต้นจากการอธิบายสสารโดยใช้สมบัติที่สังเกตได้ก่อน เช่น สถานะ อุณหภูมิ ความดัน ค่า pH สมบัติเหล่านี้เป็นสมบัติที่สามารถเห็นและวัดได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการหรือแม้แต่ในชีวิตประจำวัน

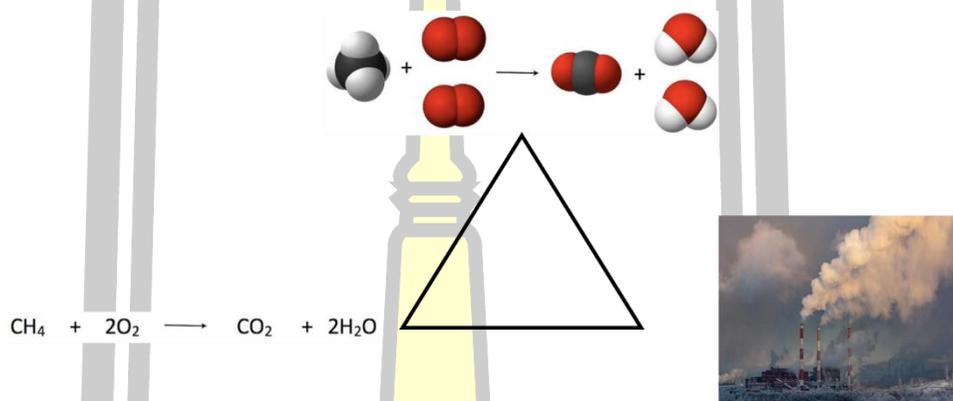
การอธิบายระดับจุลภาค คือ การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่ไม่สามารถสังเกตได้ เช่น การอธิบายว่าไฮเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนเกิดอันตรกิริยากับโมเลกุลของน้ำอย่างไร นักเคมีจึงพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายเชิงเหตุและผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยการอธิบายดังกล่าวเป็นการอธิบายสมบัติและกระบวนการของสสารในระดับอนุภาค

การอธิบายระดับสัญลักษณ์ การอธิบายใช้สัญลักษณ์ทางเคมีเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการอธิบายระดับมหภาคและระดับจุลภาค สัญลักษณ์ทางเคมีอาจจะเป็นสัญลักษณ์ของธาตุ

สมการเคมี สูตรโมเลกุล แบบจำลองอะตอมหรือสัญลักษณ์อื่นๆ ที่แทนสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร เช่น การใช้สมการเคมีเพื่ออธิบายการละลายของเกลือที่เกิดขึ้นซึ่ง แสดงได้ดังนี้



เพื่อให้เห็นตัวอย่างที่ชัดเจนจึงขอยกตัวอย่างความสัมพันธ์การอธิบายระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ของการเผาไหม้แก๊สมีเทนแสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของการอธิบายระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ของการเผาไหม้แก๊สมีเทน

Johnstone (1993) นักเคมีศึกษาได้เสนอแนวทางการสร้างมโนภาพทางเคมีโดยใช้ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Representations) แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. ตัวแทนความคิดระดับมหภาค (Macroscopic representations) คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ทางเคมีของปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น การทดลองประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน

2. ตัวแทนความคิดระดับจุลภาค (Microscopic representations) คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ทางเคมีของสารจากปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น อะตอม โมเลกุลไอออน

3. ตัวแทนความคิดระดับสัญลักษณ์ (Symbolic representations) คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ทางเคมีจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนความคิดระดับ มหภาคและตัวแทนความคิดระดับจุลภาคโดยใช้สัญลักษณ์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา เช่น สูตรทางเคมีสมการเคมี

นักเคมีอธิบายความรู้ทางเคมีโดยใช้แบบจำลองแนวคิด (conceptual model) ที่แสดงความคิดเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในโลกซึ่งแสดงออกมาได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นไดอะแกรม

แผนผัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมการทางคณิตศาสตร์ ภาษาหรืออาจใช้สัญลักษณ์เฉพาะ เช่น สูตรเคมีของสารประกอบ นอกจากนี้ นักเคมียังเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอแบบจำลองแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งเพื่อเน้นสมบัติเฉพาะ

การสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดเป็นลักษณะเฉพาะของเคมีและเป็นศาสตร์ของจินตภาพหรือจินตทัศน์ (visual science) จากตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เห็นว่า จินตทัศน์มีบทบาทสำคัญมากต่อการทำงานของนักเคมีในปัจจุบัน โดยเมื่อนักเคมีศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับอะตอม โมเลกุลหรืออนุภาคต่างๆ นักเคมีมักจะพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแทนอนุภาคเหล่านั้น เช่น แบบจำลองอนุภาค โครงสร้างสารเคมี สูตรเคมี สมการ สัญลักษณ์ และการเปลี่ยนแปลงของสสารในระดับอนุภาค

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2563) วิธีการทางเคมีประกอบด้วย 3 วิธี ได้แก่ การจัดจำแนกปฏิบัติการ และการคิด

1. การจัดจำแนก เป็นวิธีที่ใช้มาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยนักเคมีจัดจำแนกสารสิ่งของหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา เช่น การจัดจำแนกสาร เป็นสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม การจัดธาตุตามตารางธาตุ การจำแนกปฏิกิริยาออกเป็นปฏิกิริยาที่เกิดสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ โดยจะเห็นว่านักเคมีในอดีตมักสนใจศึกษาและจัดจำแนกสารบริสุทธิ์ หรือสารละลายมากกว่าสารผสมที่พบในธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะการศึกษาสิ่งเหล่านั้นเป็นตัวแทนที่เกิดจากการทำให้สิ่งที่ซับซ้อนในธรรมชาติกลายเป็นสิ่งที่ง่ายขึ้น

2. ปฏิบัติการทางเคมี คือ การทำการทดลองหรือการใช้เครื่องมือเพื่อศึกษาสารและปฏิกิริยาของสาร รวมทั้งการสังเคราะห์ เช่น การสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ การใช้เครื่องมือสเปกโตรสโกปีเพื่อหาปริมาณของสาร

3. การคิดทางเคมี หมายถึง การใช้ภาพและแบบจำลองในลักษณะต่างๆ เพื่อใช้เป็นตัวแทนอธิบายและทำนายพฤติกรรมของสาร เช่น นักเคมีจะใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบจำลองสารประกอบอินทรีย์เพื่อทำนายกลไกของปฏิกิริยา และทำนายว่าหากนำสารบางชนิดมาทำปฏิกิริยากันจะเกิดกลไกอย่างไรและได้สารผลิตภัณฑ์ใด

การได้มาซึ่งความรู้ทางเคมี ต้องทำความเข้าใจในธรรมชาติ และใช้กระบวนการต่างๆ ให้สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการหาความรู้ การตั้งคำถามและการหาคำตอบเป็นจุดเริ่มต้นการศึกษา นำไปสู่ “กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)” ซึ่งหมายถึงการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบ และเป็นขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติตามได้

นักเคมีเป็นส่วนหนึ่งของสังคมวิทยาศาสตร์และสังคมอื่นๆ ดังนั้น ความรู้ที่เกิดจากนักเคมีจึงนำไปใช้ทั้งในสังคมของนักเคมีเองและการตัดสินใจทางสังคมทั่วไป นักเคมีทำงานตามลำพังหรือเป็นกลุ่ม สังคมของนักเคมีมีลักษณะเหมือนกับสังคมนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการทำงานร่วมกันและสื่อสารกัน โดยสิ่งที่เป็นลักษณะเด่นของเคมีก็คือในการใช้สูตรโครงสร้างเพื่ออธิบายโครงสร้างของสาร สิ่งเหล่านี้เป็นพื้นฐานให้กับนักเคมีในการสื่อสารกันและทำให้นักเคมีเข้าใจกัน นอกจากนี้ สัญลักษณ์เหล่านี้ยังเป็นเครื่องมือเชิงทฤษฎีที่ช่วยในการทำนายและสร้างสารใหม่ ขึ้นด้วย นักเคมีมักจะใช้ภาษาของตนเองเพื่อแสดงสูตรโครงสร้างและกลไกการเกิดปฏิกิริยา ดังนั้น จึงมีความพยายามที่จะศึกษาเกี่ยวกับสัญลักษณ์ขึ้น ทั้งนี้ นักเคมีไม่เพียงแต่ใช้สัญลักษณ์ กราฟหรือรูปภาพที่มีทั่วไปในชีวิตประจำวัน แต่นักเคมีใช้สัญลักษณ์และระบบที่เฉพาะเจาะจง เช่น การใช้สัญลักษณ์นิวเคลียร์ การใช้สัญลักษณ์แสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ นักเคมีมีบทบาทสำคัญทั้งในกลุ่มของนักเคมีเองและบทบาทที่เป็นพลเมือง เมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้นในสังคม นักเคมีสามารถนำเอาความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการมาเป็นข้อมูลเพื่อการตัดสินใจหรือช่วยเหลือสังคมให้เข้าใจเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ การทำงานของนักเคมีก็เหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องทำงานโดยยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม ความซื่อสัตย์ความใจกว้าง การมีใจยอมรับการตรวจสอบจากเคมีด้วยกัน การทำงานของนักเคมีมีผลกระทบต่อสังคม ในทำนองเดียวกันสังคมก็มีอิทธิพลต่อนักเคมีเช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น การค้นพบสารใหม่ของนักเคมีถูกนำมาใช้ทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การค้นคว้าของนักเคมีก็ต้องอยู่บนพื้นฐานของสังคม นักเคมีต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมมากกว่าการได้มาซึ่งความรู้ทางเคมี เช่น การสังเคราะห์สารเคมีบางชนิดซึ่งอาจมีอันตรายและทำให้เกิดการเจ็บป่วยของมนุษยชาติได้ นักเคมีต้องคำนึงถึงส่วนนี้มากกว่า นอกจากนี้ ทิศทางการทำงานวิจัยของนักเคมีมักได้รับอิทธิพลจากความต้องการและความจำเป็นของสังคมเช่นเดียวกัน ดังนั้น จะเห็นได้ว่าเคมีอยู่ในสังคมไม่สามารถแยกออกจากกันได้

เคมีเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ทั้งเคมีและวิทยาศาสตร์จึงมีลักษณะและธรรมชาติร่วมกันทั้งในด้านการอธิบายเกี่ยวกับความรู้ วิธีการได้มาซึ่งความรู้และการทำงาน หรือสังคมของนักวิทยาศาสตร์และนักเคมี ลักษณะเฉพาะของเคมีคือการมุ่งเน้นศึกษาสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางเคมีทั้งในระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ โดยการศึกษาดังกล่าวอาศัยกระบวนการทางเคมีในด้านการปฏิบัติ หรือการทดลอง การจำแนก และการคิด

## 2.7 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารตำรา บทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำวิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกผนวกกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี 3 ระดับ มาจัดทำเป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องของปริมาณสารสัมพันธ์

จากการสรุปการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจและนำเสนอสถานการณ์ หมายถึง เป็นการกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน โดยการสร้างแรงจูงใจด้วยกิจกรรมและสถานการณ์ต่างๆ ที่น่าสนใจ เพื่อสร้างความท้าทายการเรียนรู้ของผู้เรียน กระตุ้นความรู้ ความคิด เพื่อให้ผู้เรียนสนใจที่จะมีส่วนร่วมในการเรียน

2. ขั้นลงมือทำ หมายถึง ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดวางแผน คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์มวลประสบการณ์ ข้อมูลความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ และลงมือกระทำอย่างอิสระเพื่อค้นหาคำตอบโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป หมายถึง เมื่อนักเรียนค้นคว้าหาคำตอบ หรือทำการทดลองร่วมกันแล้ว ผู้เรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนและเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม โดยทุกกลุ่มมีหน้าที่ตรวจสอบและมีสิทธิที่จะถามผู้เรียนที่ออกไปนำเสนอแนวคิดแล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ร่วมกัน

4. ขั้นสร้างองค์ความรู้ หมายถึง เมื่อผู้เรียนออกมานำเสนอแล้วสมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันสรุปความคิดรวบยอดและคำตอบของประเด็นปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนจะได้สะท้อนความคิดของตนเองว่าที่ได้เรียนรู้มาถูกต้องหรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะได้แสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มา ให้เสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

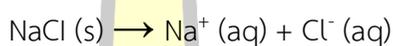
5. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ หมายถึง เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอด ข้อสรุป และองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ โดยนำเสนอต่อสาธารณชน

และการอธิบายปรากฏการณ์ 3 ระดับ ที่เป็นธรรมชาติในการเรียนวิชาเคมี เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการเรียนให้มากขึ้น ได้แก่

1. ระดับมหภาค (macro-scopic level) คือ การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสารที่สังเกตได้ เช่น การอธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นเมื่อเติมเกลือลงในน้ำ นักเคมีมักเริ่มต้นจากการอธิบายสารโดยใช้สมบัติที่สังเกตได้ก่อน เช่น สถานะ อุณหภูมิ ความดัน ค่า pH สมบัติเหล่านี้เป็นสมบัติที่สามารถเห็นและวัดได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการหรือแม้แต่ในชีวิตประจำวัน

2. ระดับจุลภาค (sub-microscopic level) คือ การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่ไม่สามารถสังเกตได้ เช่น การอธิบายว่าโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนเกิดอันตรกิริยากับโมเลกุลของน้ำอย่างไร นักเคมีจึงพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายเชิงเหตุและผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยการอธิบายดังกล่าวเป็นการอธิบายสมบัติและกระบวนการของสสารในระดับอนุภาค

3. ระดับสัญลักษณ์ (symbolic level) คือ การอธิบายใช้สัญลักษณ์ทางเคมีเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการอธิบายระดับมหภาคและระดับจุลภาค สัญลักษณ์ทางเคมีอาจจะเป็นสัญลักษณ์ของธาตุ สมการเคมี สูตรโมเลกุล แบบจำลองอะตอมหรือสัญลักษณ์อื่นๆ ที่แทนสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร เช่น การใช้สมการเคมีเพื่ออธิบายการละลายของเกลือที่เกิดขึ้นซึ่ง แสดงได้ดังนี้



การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมมีความร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ และมีการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ การเขียน การโต้ตอบ และการแก้ปัญหา อีกทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ช่วยให้ผู้เรียนได้นำเสนอและนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งนำองค์ความรู้ไปใช้ในอนาคตได้

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

การอธิบาย ปรากฏการณ์ 3 ระดับ	การจัดการเรียนรู้ เชิงรุก	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก
1. ระดับมหภาค (macro-scopic level)	1. ชั้นกระตุ้นความ สนใจ	ขั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้น ความรู้เดิม)
2. ระดับจุลภาค (sub-microscopic level)	2. ชั้นลงมือทำ	ขั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล)
	3. ชั้นอภิปรายและ ลงข้อสรุป	
3. ระดับสัญลักษณ์ (symbolic level)	4. ชั้นสร้างองค์ ความรู้	ขั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และประยุกต์ใช้)
	5. ชั้นการ ประยุกต์ใช้ความรู้	

จากตาราง 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการอธิบายปรากฏการณ์ 3 ระดับ ซึ่งได้รับการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ และสามารถสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้นความรู้เดิม) เป็นขั้นที่ทบทวนความรู้เดิมจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้สังเกตเห็น หรือที่ได้รับข้อมูลความรู้ที่ผ่านมา ทั้งในด้านความรู้ และปัญหาข้อสงสัยต่างๆ โดยคุณครูจะเป็นผู้กระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียน จากประสบการณ์ ความรู้ที่ผ่านมา เพื่อเพิ่มความสนใจในการจัดการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนจะต้องดึงความรู้ ข้อมูลที่มี เพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการกระตุ้นความรู้เดิม เพื่อใช้ในการตอบคำถามและร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่คุณครูเป็นผู้ช่วยกระตุ้น

2. ขั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือสืบค้น หาข้อมูลจากปัญหา วิธีการแก้ปัญหามา เพื่อให้เห็นคำตอบ และอธิบายสิ่งที่สืบค้นได้ออกมาในรูปแบบของนามธรรม โดยคุณครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการค้นหาข้อมูล และสรุปข้อมูล การได้มาซึ่งข้อมูลในด้านต่างๆ โดยไม่บอกคำตอบโดยตรง ส่วนนักเรียนจะต้องลงมือทำให้ได้มาซึ่งคำตอบจากการชี้แนะของคุณครู และต้องสรุปผลออกมาให้ได้ถูกต้องและชัดเจน

3. ขั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และประยุกต์ใช้) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ข้อมูลที่สืบค้นหาคำตอบได้มานำเสนอในรูปแบบของรูปธรรม และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ และเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ๆ ต่อไป โดยคุณครูจะทำหน้าที่สร้างคำถามและสรุปผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยให้แสดงออกมาในรูปแบบของรูปธรรม ส่วนนักเรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ตาราง 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้นความรู้เดิม)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียน จากประสบการณ์ ความรู้ที่ผ่านมา โดยการตั้งคำถาม หรือสร้างสถานการณ์ขึ้นมา</li> <li>- เพิ่มความสนใจในการจัดการเรียนรู้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ความรู้ ประสบการณ์ที่ผ่านมาตอบคำถาม</li> <li>- ถามคำถามจากสิ่งที่คุณครูได้กระตุ้น</li> <li>- แสดงความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</li> </ul>
ขั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ชี้แนะแนวทางในการค้นหาข้อมูล และสรุปข้อมูล</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน</li> <li>- ฝึกให้นักเรียนได้อธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง แสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายได้</li> <li>- สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลงมือค้นหาคำตอบ จากการชี้แนะของคุณครู</li> <li>- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม</li> <li>- คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหา</li> <li>- ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้</li> <li>- บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น ลงข้อสรุป</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ) บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>ขั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และประยุกต์ใช้)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คาดหวังให้นักเรียนได้นำผลการอภิปรายมาสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง กำหนดเป็นความคิดใหม่ หรืออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้อีกแล้ว</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่</li> <li>- ถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร แล้วสามารถนำไปใช้ได้อย่างไร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นำข้อมูลที่ได้จากคำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</li> <li>- ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการคิดแก้ปัญหา ตัดสินใจ และออกแบบการทดลอง</li> <li>- ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ</li> <li>- บันทึกการสังเกตและอธิบาย</li> <li>- แลกเปลี่ยนความเข้าใจกับเพื่อนๆ จากความรู้และประสบการณ์ที่ได้</li> </ul>



### 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้น ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ไพโรจน์ คะเซนทร์ (2556) ให้คำจำกัดความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือคุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือ มวลประสบการณ์ที่ปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่างๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

ปราณี กองจินดา (2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) สรุปรว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ

จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ที่วัดการใช้ทักษะ และการใช้ความรู้ของผู้เรียน ทั้งด้านความเข้าใจ ด้านประยุกต์ใช้ และด้านวิเคราะห์ ในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### 3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน หรือการตัดสินผล การเรียน เพราะเป็นการวัดระดับความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคลหลังจากที่ได้รับการฝึกฝน โดยอาศัยเครื่องมือประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นิยมมากที่สุด

เยาวตี วิบูลย์ศรี (2540) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงถึงในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. เนื้อหา หรือทักษะภายในขอบเขตที่ครอบคลุมในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้น จะต้องสามารถจำกัดอยู่ในรูปของพฤติกรรม ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงในลักษณะที่จะสื่อสารไปยังบุคคลอื่นได้ ถ้าเป้าหมายทางการศึกษาไม่สามารถจำกัดอยู่ในรูปของพฤติกรรมแล้ว ย่อมไม่สามารถที่จะวัดได้ในลักษณะของผลสัมฤทธิ์ได้อย่างชัดเจน

2. ผลผลิตที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดนั้น จะต้องเป็นผลผลิตเฉพาะที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการเท่านั้น จะวัดผลผลิตผลอย่างอื่นไม่ได้

3. ผลสัมฤทธิ์หรือความรู้ต่าง ๆ ที่แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วัดได้นั้น ถ้าจะนำไปเปรียบเทียบกับกันแล้ว ผู้เข้าสอบทุกคนจะต้องมีโอกาสได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ เท่าเทียมกัน

Bloom (1982) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม ถือว่าสิ่งใดก็ตาม ที่มีปริมาณอยู่จริงสิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบและประเมินระดับความรู้ ทักษะและเจตคติของนักเรียน และระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของ Bloom มี 6 ระดับ ดังนี้

1. ความจำ คือ สามารถจำเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น คำจำกัดความสูตรต่าง ๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกรายชื่ออาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกรายชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนได้ครบถ้วน

2. ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความ ขยายความ และสรุปใจความสำคัญได้

3. การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ ซึ่งเป็นหลักการ ทฤษฎี ฯลฯ ไปใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างออกไปได้

4. การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยเช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ

5) การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบ หรือส่วนต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย

6. การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของ หลักการ โดยใช้มาตรการที่ผู้อื่นกำหนดไว้หรือตัวเองกำหนดขึ้น

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องเป็นการประเมินที่วัดได้ครอบคลุมทุกด้าน เพื่อที่จะแสดงผลสัมฤทธิ์ออกมาได้ชัดเจน ทั้งด้านความเข้าใจ ด้านประยุกต์ใช้ และด้านวิเคราะห์

### 3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของ นักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ตั้งไว้เพียงใด

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงชุด คำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมองด้านต่างๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมบูรณ์ ดันยะ (2545) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถใน เรื่องที่ เรียนรู้มาแล้ว หรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

ดังนั้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ และทักษะความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

### 3.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพโรจน์ คะเซนทร์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) และแบบทดสอบ มาตรฐาน (Standardized tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับ จากการเรียนการสอนซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การ นำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True-false) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

1.2 แบบอัตนัย (Essay tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response items) และแบบไม่จำกัดคำตอบ หรือ ตอบอย่างเสรี (Extended response items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford Achievement Test และ the Metropolitan Achievement tests เป็นต้น

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) ได้จัดประเภทแบบทดสอบไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบปากเปล่า เป็นการทดสอบที่อาศัยการซักถามเป็นรายบุคคล ใช้ได้ผลดีถ้ามีผู้เข้าสอบจำนวนน้อย เพราะต้องใช้เวลามาก ถามได้ละเอียด เพราะสามารถโต้ตอบกันได้

2. แบบเขียนตอบ เป็นการทดสอบที่เปลี่ยนแปลงมาจากการสอบแบบปากเปล่า เนื่องจากจำนวนผู้เข้าสอบมากและมีจำนวนจำกัด แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

2.1) แบบความเรียง หรืออัตนัย เป็นการสอบที่ให้ผู้ตอบได้รวบรวมเรียบเรียงคำพูดของตนเองในการแสดงทัศนคติ ความรู้สึก และความคิดได้อย่างอิสระภายใต้หัวข้อที่กำหนดให้เป็นข้อสอบที่สามารถ วัดพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ได้อย่างดี แต่มีข้อเสียที่การให้คะแนน ซึ่งอาจไม่เที่ยงตรง ทำให้มีความเป็นปรนัยได้ยาก

2.2) แบบจำกัดคำตอบ เป็นข้อสอบ ที่มีคำตอบถูกได้เงื่อนไขที่กำหนดให้อย่างจำกัด ข้อสอบแบบนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบถูกผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

3) แบบปฏิบัติ เป็นการทดสอบที่ผู้สอบได้แสดงพฤติกรรมออกมาโดยการกระทำหรือลงมือปฏิบัติจริงๆ เช่น การทดสอบทางดนตรี ช่างกล พลศึกษา เป็นต้น

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งสร้างจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านวัดผลการศึกษา มีการหาคุณภาพเป็นอย่างดี

ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการทดสอบในชั้นเรียน ในการออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์เพื่อการสื่อสาร ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

#### 4. ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

##### 4.1 ความหมายของความคิดเห็น

สมศักดิ์ เจริญผล (2542) ได้ให้ความหมายของความคิดเห็นว่า เป็นข้อพิจารณาว่าเป็นจริงจากการใช้ปัญญาความคิดประกอบถึงแม้จะไม่ได้อาศัยหลักฐานพิสูจน์ยืนยันได้เสมอ

กมลรัตน์ หล้าสูงงษ์ (2527) กล่าวว่า ความคิดเห็นเป็นการแสดงออกที่เกิดจากความรู้สึกร่างกายในต่าง ๆ ซึ่งความรู้สึกร่างกายนี้อาจเป็นเพียงเจตนา หรือความเชื่อ และค่านิยมเป็นพฤติกรรมภายในที่ไม่มีผู้ใดสังเกตหรือทราบได้นอกจากตัวของผู้นั้น แต่ความคิดเห็นเป็นพฤติกรรมภายนอกที่ผู้อื่นสังเกตหรือทราบได้อย่างชัดเจน ดังนั้น คนที่มีเจตคติหรือความเชื่อค่านิยมอย่างหนึ่ง แต่ถ้าเขาไม่แสดงความคิดเห็นออกมาก็ไม่มีผู้ใดทราบเลยว่า เขามีเจตคติหรือความเชื่อค่านิยมเช่นใด

เรืองวิทย์ แสงรัตน (2522) กล่าวว่าความคิดเห็นนั้นเป็นส่วนหนึ่งของทัศนคติที่สามารถแยกความคิดเห็นและทัศนคติออกจากกันได้ เพราะลักษณะความคิดเห็นจะไม่ลึกซึ้งเหมือนกับทัศนคติ

Issak (1981) ให้ความหมาย ความคิดเห็นว่าเป็นการแสดงออกทางคำพูดหรือคำตอบที่บุคคลได้แสดงออกต่อสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง โดยเฉพาะจากคำถามที่ได้รับทั่วไป โดยปกติแล้วความคิดเห็นต่างจากเจตคติ คือ ความคิดเห็นจะเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะขณะที่เจตคติจะเป็นเรื่องทั่ว ๆ ไปมีความหมายที่กว้างกว่า

Good, (1973) ให้คำจำกัดความของความคิดเห็นว่าความคิดเห็น หมายถึง ความเชื่อ ความคิดหรือการลงความเห็นเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งไม่อาจบอกได้ว่าเป็นสิ่งที่ถูกต้องหรือไม่

Wahlmen (1973) ให้ความหมายว่า ความคิดเห็นหมายถึง ความคิดเห็นเป็นภาวะของจิตใจที่ผ่านประสบการณ์แล้วเกิดจากการเรียนรู้ และผลักดันให้เกิดความคิด ความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

ความคิดเห็น หมายถึง การแสดงออกทางด้านความรู้สึก ความเชื่อและการตัดสินใจต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดโดยอาศัยความรู้ การรับรู้ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมในขณะนั้น

ความคิดเห็น หมายถึง ความเชื่อ ความคิด ความเข้าใจเฉพาะบุคคลที่แสดงออกโดยการพูดหรือการเขียนโดยอาศัยพื้นฐานความรู้ประสบการณ์ สภาพแวดล้อม และข้อมูลข่าวสารที่ตนมีอยู่

ความคิดเห็น หมายถึง การแสดงออกซึ่งความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด

จากความหมายของความคิดเห็นสรุปได้ว่า ความคิดเห็น หมายถึง ความเชื่อ ความคิด การตัดสินใจหรือการแสดงออกทางด้านความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ ความรู้ ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อม

#### 4.2 วิธีวัดความคิดเห็น

พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ (2531) ได้เขียนในเอกสารบรรยายของคณะสังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เรื่องการวัดทัศนคติกล่าวถึง การสร้างมาตรวัดทัศนคติหรือความคิดเห็นมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีแต่วิธีที่แพร่หลายมี 4 วิธีคือ

1. วิธีของเธอร์สตัน (Thurston's Scale) เป็นวิธีสร้างมาตรวัดออกเป็นปริมาณแล้วเปรียบเทียบกับตำแหน่งของความคิดเห็นทัศนคติไปในทางเดียวกันและเสมือนว่าเป็น Scale ที่มีช่วงห่างกัน (Equal - Appearing Intervals)

2. วิธีกัตต์แมน (Gattman's Scale) เป็นวิธีวัดทัศนคติหรือความคิดเห็นในแนวเดียวกัน และสามารถจัดอันดับข้อความทัศนคติสูงต่ำแบบเปรียบเทียบกันและกัน จากอันดับต่ำสุดถึงสูงสุดได้และแสดงถึงการสะสมของข้อแสดงความคิดเห็น

3. วิธีแนวแบบ S-D Scale (Semantic Differential Scale) เป็นวิธีวัดทัศนคติหรือความคิดเห็น โดยอาศัยคู่คำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้าม (Bipolar Adjective) เช่น ดี-เลว ชยัน-ชี้เกียจ เป็นต้น

4. วิธีวัดแบบลิเคอร์ท (Likert's Scale) เป็นวิธีสร้างมาตรวัดทัศนคติที่นิยมแพร่หลาย เพราะเป็นวิธีการสร้างมาตรวัดที่ง่าย ประหยัดเวลา ผู้ตอบสนองแสดงทัศนคติในทางชื่นชอบหรือไม่ชอบโดยจัดอันดับความชื่นชอบ ซึ่งอาจมีคำตอบให้เลือก 5 และให้คะแนน เป็น 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับการให้คะแนน Positive หรือทาง Negative

Best (1977) ได้เสนอแนะว่า วิธีง่ายที่สุดในการที่จะบอกถึงความคิดเห็น ก็คือการแสดงออกให้เห็นถึงจำนวนร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อความ เพราะจะทำให้เห็นว่าความคิดเห็นจะออกมาในลักษณะเช่นไร การใช้แบบสอบถามสำหรับวัดความคิดเห็นจะต้องระบุให้ผู้ตอบ ตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความที่กำหนดให้ แบบสอบถามประเภทนี้นิยมสร้างตามแนวของลิเคอร์ท

ซึ่งแบ่งน้ำหนักความคิดเห็น เป็น 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนการให้คะแนนขึ้นอยู่กับในความเป็นปฏิฐาน (Positive) หรือนิเสธ (Negative)

ดังนั้น การใช้แบบสอบถามสำหรับวัดความคิดเห็นจะต้องระบุให้ผู้ตอบ ตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความที่กำหนดให้ ผู้ตอบสนองแสดงทัศนคติในทางขึ้นชอบหรือไม่ชอบโดยจัดอันดับความขึ้นชอบ ซึ่งอาจมีคำตอบให้เลือก 5 เช่นแบบสอบถามแบ่งน้ำหนักความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

#### 4.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดเห็น

ชัยพงษ์ โชติวรรณ (2541) ได้เสนอว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดเห็นนอกจากจะเป็นการอบรมของครอบครัว กลุ่ม และสังคมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและสื่อมวลชน วัฒนธรรมประเพณียังส่งผลต่อความคิดเห็นด้วยโดยบุคคลได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรมและประเพณีใดก็ย่อมปฏิบัติไปตามวัฒนธรรมและประเพณีนั้นๆ และมักจะมีความคิดเห็นต่อวัฒนธรรมและประเพณีของตนไปในทางที่ดีด้วย

จำเรียง ภาวิจิตร (2536) ได้กล่าวว่า สาธารณมติหรือมติมหาชนหมายถึง ทัศนคติ ความรู้สึก และความคิดเห็นของประชากรกลุ่มต่างๆ เฉพาะกลุ่ม เกี่ยวข้องกับประเด็นความสนใจหรือปัญหาประเด็นใดประเด็นหนึ่งชั่วคราวระยะเวลาหนึ่งสาธารณมติประเด็นใดๆ ก็ตาม ไม่ได้หมายความว่า จะต้องเป็นมติหรือความคิดเห็นของประชาชนทั้งหมดในประเทศ แต่เป็นความคิดเห็นของประชากรส่วนใหญ่ซึ่งเป็นผลมาจากสิ่งที่ยังตกลงกันไม่ได้ จำเป็นต้องมีการถกเถียงหาเหตุผลมาอภิปรายกัน ให้เห็นทั้งข้อดีและข้อเสียในที่สุดเกิดจากการตัดสินใจร่วมกันเป็นมติออกมา คุณภาพของมติมหาชน หรือสาธารณมติขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ประเด็นดังนี้

1. การอภิปรายของสาธารณชน ซึ่งต้องมีความกระตือรือร้น มีประสิทธิภาพและสามารถเปลี่ยนมติไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งก็ได้
2. มีข่าวสารและข้อมูลที่เพียงพอ
3. มีเสรีภาพในการคิดและการแสดงออก
4. คุณภาพของภาวะความเป็นผู้นำต้องดีเพราะความคิดเห็นของผู้นำและผู้เชี่ยวชาญจะมีอิทธิพลต่อสาธารณมติ
5. กลุ่มกดดันจะแสวงหาผลประโยชน์หรือข้อได้เปรียบจากความสนับสนุนของผู้มีอำนาจในสังคม

Oskamp (1977) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความคิดเห็น นอกเหนือจากประสบการณ์ คือ

1. ปัจจัยทางพันธุกรรมและสรีระ ได้แก่ อวัยวะต่างๆ ของบุคคลที่ใช้รับรู้ความผิดปกติของอวัยวะความบกพร่องของอวัยวะสัมผัส ซึ่งมีผลต่อความคิดเห็นไม่ติดต่อบุคคลภายนอก
2. อิทธิพลของผู้ปกครอง คือ เมื่อเป็นเด็กผู้ปกครองจะเป็นผู้ที่อยู่ใกล้ชิดและให้ข้อมูลแก่เด็กได้มาก ซึ่งจะมีผลต่อพฤติกรรมและความคิดเห็นของเด็กด้วย
3. ทัศนคติและความคิดเห็นของกลุ่ม คือ เมื่อบุคคลเจริญเติบโตย่อมจะต้องมีกลุ่มและสังคม ดังนั้นความคิดเห็นของกลุ่มเพื่อน กลุ่มอ้างอิง หรือการอบรมสั่งสอนในโรงเรียน หน่วยงานที่มีความคิดเห็นเหมือนหรือแตกต่างกันย่อมจะส่งผลต่อความคิดเห็นของบุคคลด้วย
4. สื่อมวลชน คือ สื่อต่างๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน อันได้แก่ โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ นิตยสารเป็นปัจจัยอันหนึ่งที่มีผลต่อความคิดเห็นของบุคคล

Foster (1952) ได้สรุปเกี่ยวกับความคิดเห็นว่า เกิดจากมูลเหตุ 2 ประการ คือ

1. ประสบการณ์ที่บุคคลมีต่อสิ่งของบุคคล หมู่คณะเรื่องราวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยความคิดเห็นจะเกิดขึ้นในตัวบุคคลจากการได้พบเห็นความคุ้นเคย ซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์ตรง และจากการได้ยินได้ฟัง ได้เห็นรูปถ่าย หรืออ่านจากหนังสือโดยไม่ได้พบเห็นของจริงถือว่าเป็นประสบการณ์ทางอ้อม
2. ระบบค่านิยมและการตัดสินค่านิยม ที่หากแต่ละกลุ่มมีค่านิยมและการตัดสินค่านิยมไม่เหมือนกัน ความคิดเห็นในสิ่งต่างๆ ก็จะแตกต่างกันไปด้วย

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงกลุ่มที่มีอิทธิพลต่อสาธารณมติซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ภูมิหลังทางสังคม (Social Background) กลุ่มคนที่มีภูมิหลังแตกต่างกันโดยทั่ว ๆ ไป ย่อมมีความคิดเห็นแตกต่างกันออกไปด้วย เช่น ความคิดเห็นระหว่างผู้สูงอายุกับผู้เยาว์ ระหว่างชาวชนบทกับชาวเมือง และระหว่างผู้มีรายได้น้อยกับผู้มีรายได้สูง

สรุปได้ว่า วิธีง่ายที่สุดที่สุดในการที่จะบอกถึงความคิดเห็น ก็คือการแสดงออกให้เห็นถึงจำนวนร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อความ การใช้แบบสอบถามสำหรับวัดความคิดเห็นจะต้องระบุให้ผู้ตอบ ตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความที่กำหนดให้ วิธีสร้างมาตรวัดทัศนคติหรือความคิดเห็นที่นิยมแพร่หลายเพราะเป็นวิธีการสร้างมาตรวัดที่ง่าย ประหยัดเวลา ผู้ตอบสนองแสดงทัศนคติในทางขึ้นชอบหรือไม่ชอบโดยจัดอันดับความขึ้นชอบ

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยในประเทศ

เจษฎา นาจันทอง (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนร้อยละ 31.25 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับควรได้รับการพัฒนาร้อยละ 53.13 อยู่ในระดับอ่อน และร้อยละ 15.63 อยู่ในระดับพอใช้ เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที พบว่านักเรียนร้อยละ 100 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับดี คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

ณัฐนิชากร ศรีบริบูรณ์ (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมเคมีหน่วยการเรียนรู้ปฏิกิริยาเคมี ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นและการจัดการเรียนรู้เชิงรุกให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมเคมี เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยชุดกิจกรรมเคมี เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยชุดกิจกรรมเคมี และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมเคมี ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมเคมีที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 88.35/82.80 ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเคมีเท่ากับ 0.6806 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $t=24.13$ ) นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $t=31.75$ ) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมเคมีที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับสูงมาก

พงศ์รัตน์ ธรรมชาติ (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนและค่าดัชนีประสิทธิผล 3) ศึกษาผลการใช้รูปแบบสอนและ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการสอน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีต้องการให้มีการทบทวนความรู้ก่อนเรียน เรียนเป็นกลุ่ม เวลาในการคิด มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง อภิปรายภายในกลุ่ม และกลุ่มใหญ่ระหว่างครูกับนักเรียน ประเมินผลอย่างสม่ำเสมอทั้งความรู้และทักษะกระบวนการและการคิด 2) รูปแบบการสอนมีประสิทธิภาพด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 83.05/82.52 และ 83.10/82.88 ตามลำดับ และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 0.76 และ 0.77 ตามลำดับ 3) ผลการใช้รูปแบบการสอน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  = 4.51 และ S.D. = 0.50)

ปรเมศวร์ ขาวสุด และคณะ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยานตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของมโนคติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีคะแนนเฉลี่ยของมโนคติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนทร พลเรือง (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ Facebook และ Google Classroom ควบคู่กับการสอนปกติ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ Facebook และ Google Classroom ควบคู่การ

สอนปกติ 2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ Facebook และ Google Classroom ควบคู่การสอนปกติ มีประสิทธิภาพ 83.52/82 มีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.72 หรือคิดเป็นร้อยละ 72 ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้สื่อสังคมออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

โชติกุล รินลา และ สายรุ้ง ชาวสุภา (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีที่มีต่อ ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี 2) เพื่อเปรียบเทียบตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีและการสอนแบบสืบสอบ 3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี และ 4) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีและการสอนแบบสืบสอบ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับดี และ 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิภาพรรณ เนตรรุ่งเรือง และคณะ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สมดุลเคมีตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้ของนักเรียนหลัง

เรียน ผลการวิจัยพบว่า 1.ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเท่ากับ 84.56/80.77 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. เจตคติต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับดี ( $X = 4.36$ ,  $SD = 0.67$ )

ชฎาวรรณ สุขัมศรี, มะยูโซ๊ะ กูโน และชัชฎาภรณ์ พิณทอง (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 75/75 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มีค่า  $E_1/E_2$  เท่ากับ 91.97/85.83 ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 75/75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน

นินนาท์ จันทรสุรีย์ และนวิษฐุ รัชชบารุง (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความรู้เนื้อหา ผสานวิธีสอนและเทคโนโลยีในห้องเรียนเคมีโดยใช้สถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์ของ PhET โดยในบทความได้เขียนไว้ว่า ความรู้เนื้อหา ผสานวิธีสอนและเทคโนโลยีมีความสำคัญกับครูเคมีมืออาชีพ โดยครูเคมีควรมีความสามารถในการบูรณาการความรู้ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการสอน และความรู้ด้านเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม วิชาเคมีนั้นมีลักษณะจำเพาะเนื่องจากเนื้อหาเป็นนามธรรม และการได้มาซึ่งความรู้ทางเคมีประกอบด้วยการจัดจำแนก ปฏิบัติการทางเคมีรวมถึงการคิดทางเคมีในวิชาเคมีจะศึกษาสารและการเปลี่ยนแปลงของสารในทางทฤษฎีและปฏิบัติการ รวมถึงการทำความเข้าใจในระดับอนุภาคด้วย ดังนั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งความเข้าใจในวิชาเคมีอย่างลุ่มลึก นอกจากความเข้าใจในเนื้อหาแล้วควรนำการอธิบายปรากฏการณ์ 3 ระดับมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้โดยเลือกวิธีการสอนและเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ที่เหมาะสม บทความนี้นำเสนอความรู้ในเนื้อหา ผสานวิธีสอนและเทคโนโลยีในห้องเรียนเคมีที่เน้นการอธิบายปรากฏการณ์ 3 ระดับ และยกตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมีที่ใช้กรอบแนวคิดความรู้เนื้อหา ผสานวิธีสอนและเทคโนโลยีโดยใช้สถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์ของ PhET

สุวิสา บุญน้อม (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐาน วิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในศตวรรษที่ 21 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฝนทิพย์ พรหมสอน (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการใช้การจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น วิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น ผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 77.99/75.69 สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นอยู่ในระดับมาก

สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ และคณะ (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์

ทางวิทยาศาสตร์เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลาธร วิเชียรรัตน์ และคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก และเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อ วิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกอยู่ในระดับดี

นิตธิธรรม จันทร์แจ่ม (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยให้รูปแบบ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบเชิงรุก (Active Learning) :กรณีศึกษาโรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบเชิงรุกและที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เพียงอย่างเดียว ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบเชิงรุกสูงกว่าการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พัชรี ร่มพยอม วิชัชดิษฐ์ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ธรรมชาติของวิชาเคมี และการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติวิชา โดยในบทความได้กล่าวไว้ว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มักประสบปัญหาในการเรียนวิชาเคมี และเห็นว่าเนื้อหาวิชาเคมีนั้นเข้าใจยาก นักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้อธิบายสาเหตุหลักของความยากของวิชาเคมีว่า เนื้อหาวิชาเคมีมีความเป็นนามธรรม ผู้เรียนมีอุปสรรคเกี่ยวกับภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนของครูมักจะขัดแย้งกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้ นักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้อธิบายธรรมชาติของเคมีว่า แนวคิดทางเคมีจำแนกเป็น แนวคิดในระดับมหภาค ระดับอนุภาค และภาษาสัญลักษณ์ ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี ครูผู้สอนต้องจัดให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี และธรรมชาติของการเรียนรู้ของผู้เรียน การเรียนวิชาเคมีจึงจะไม่ใช่วิชาที่ยากเกินไปสำหรับผู้เรียน

## 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Daouk Bahous and Bacha (2016) ได้ศึกษาการรับรู้ถึงประสิทธิผลของกลยุทธ์การเรียนรู้เชิงรุก ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่และอาจารย์ผู้สอนนิยมใช้การเรียนรู้เชิงรุกและเป็นผู้สนับสนุนที่แข็งแกร่งในการวางแผนงานนี้ในทุกหลักสูตร ผลการวิจัยเหล่านี้แสดงถึงการรับรู้ในเชิงบวกต่อกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ใช้งานและผลกระทบที่เป็นไปได้ที่การรับรู้เหล่านี้ มีผลต่อการปฏิบัติงานและการเรียนรู้ของนักเรียน

Prince (2014) ได้ทำการศึกษาทบทวนงานวิจัยถึงการจัดการเรียนรู้เชิงรุกได้ผลดีหรือไม่ โดยการศึกษาเน้นตรวจสอบหลักฐานที่เห็นถึงการมีประสิทธิผลของการใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผลการวิจัยพบว่า จากการตรวจสอบรูปแบบ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบต่าง ๆ พบว่า ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการมีส่วนร่วม ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้มากขึ้น หากกิจกรรมขนาดสั้นถูกนำไปบรรยาย การแข่งขันและการท างานแต่ละครั้งส่งเสริมความสำเร็จเป็นหลักฐานที่ดีที่สุด เพื่อส่งเสริมความร่วมมือและการทำงานร่วมกัน หลักสูตรทั้งหมดไม่จำเป็นต้องเป็นทีมตามที่เห็นแต่เน้นความรับผิดชอบของแต่ละคนในทีม

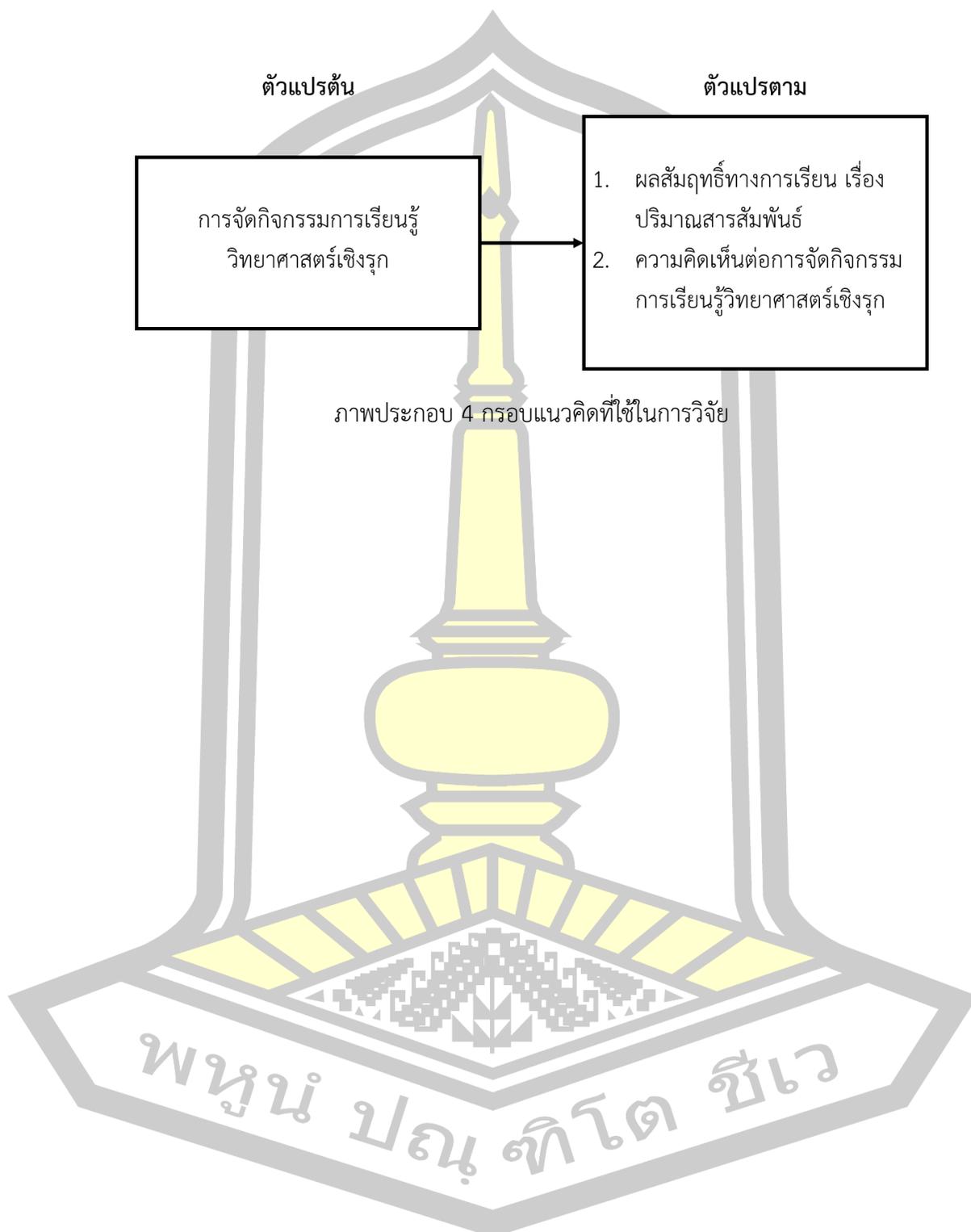
Bürçin Acar และ Sesen Leman Tarhan (2010) ได้ทำวิจัยเรื่อง การส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกในวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา: เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อการเรียน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและตรวจสอบผลกระทบของการประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงรุกตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง "กรดและเบส" ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อการ

เรียนวิชาเคมีของนักเรียนมัธยมปลาย ผลการวิจัยพบว่า ผลการทดสอบก่อนการทดสอบ (KR-20=0.81) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม ( $F(1-43)=2.66, p>0.05$ )

Akinoglu and Tandogan (2006) มหาวิทยาลัยมาร์มารา อิสตันบูล ประเทศตุรกี ศึกษาผลที่เกิดจากการเรียนการสอนแบบเชิงรุกในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดรวบรวมทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียน โรงเรียนรัฐบาลในรัฐอิสตันบูล ประเทศตุรกี ดำเนินการทดลองโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดรวบยอด เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมี 3 ประเภท คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบแบบปลายเปิด และแบบวัดเจตคติทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุกดีขึ้น มีเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีความกล้าแสดงออก และความคิดเห็นมากขึ้น ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ใช้คำถามปลายเปิดเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง พบว่านักเรียนกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบกระตือรือร้น มีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาผลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ที่มีการนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผสมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี 3 ระดับ เป็นจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะความสามารถด้านวิชาการ ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหา มีความสามารถในการระบวนการคิด สร้างเครื่องมือในการแก้ปัญหา มีความกระตือรือร้นในการเรียน และแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้และนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้น การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาได้

## 6. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวสอบหลัง (The One-Group Posttest-Only Design) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด จำนวน 5 ห้อง จำนวนนักเรียน 199 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนแบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งเป็นห้องเรียนแบบคละความสามารถ

พหุบัน ปณุ สกิต ชีเว

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 4 ประเภท คือ

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 10 แผน จำนวน 15 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปฏิกริยาเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สมการเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค และมวลของสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 คำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ความสัมพันธ์ของโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 คำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 คำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกริยาเคมีโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ความเข้มข้น และปริมาตรของแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกริยาเคมีหลายขั้นตอน

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ 4 ตัวเลือก

1.4 แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

## 2. ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก มีลำดับขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

- 1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
- 2) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
- 3) ออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
- 4) นำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ตรวจสอบความสอดคล้อง และความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข
- 5) นำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล (ภาคผนวก ง) เพื่อพิจารณาตรวจสอบกิจกรรม ในเรื่องความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) 5 ระดับ
- 6) นำคะแนนผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กำหนดค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 กำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์มีความเหมาะสมที่ยอมรับว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกมีคุณภาพ ที่สามารถนำไปใช้ได้ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสม และความเป็นไปได้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)
 

4.51-5.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด
- 7) ผู้วิจัยดำเนินการนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกที่ออกแบบและได้ตรวจสอบความเหมาะสม ไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มีลำดับขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

- 1) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
- 2) ศึกษาหลักสูตร ตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์ ขอบข่ายเนื้อหาสาระ การวัดประเมินผล และสื่อการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกระทรวงศึกษาธิการ
- 3) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
- 4) กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาใช้ โดยให้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
- 5) ออกแบบและสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์



ตาราง 3 จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จำนวน ชั่วโมง
1	เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดเมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน</li> </ul>	1
2	แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี และระบุอัตราส่วนโดยโมลจากสมการเคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุโดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ถูกแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี</li> </ul>	2
3	อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค และมวล	<ul style="list-style-type: none"> <li>โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดรคือ <math>6.02 \times 10^{23}</math> อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอมมวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น</li> </ul>	1
4	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร	<ul style="list-style-type: none"> <li>คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร</li> </ul>	2
5	อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล กับปริมาตรของแก๊สที่ STP	<ul style="list-style-type: none"> <li>โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดรคือ <math>6.02 \times 10^{23}</math> อนุภาค สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP</li> </ul>	1

ตาราง 3 (ต่อ) จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จำนวน ชั่วโมง
6	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	• คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	2
7	คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ	• สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลาลิตี และเศษส่วนโมล	1
8	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	• คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	2
9	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมลมวล ความเข้มข้น และปริมาตรของแก๊ส	• การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยาสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้	1
10	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	• ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม	2

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง ตรวจสอบความสอดคล้อง ความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล (ภาคผนวก ง) เพื่อพิจารณาตรวจสอบแผนในเรื่องความ

เที่ยงตรงของเนื้อหาและโครงสร้าง โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา และการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) 5 ระดับ

8) นำคะแนนผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กำหนดค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 กำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์มีความเหมาะสมที่ยอมรับว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ที่สามารถนำไปใช้ได้ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสม และความเป็นไปได้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

4.51-5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก

2.51-3.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย

1.00-1.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

9) ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องในการจัดกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้ในการวิจัย

10) ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ในด้านความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาในการจัดการเรียนรู้จนสมบูรณ์และนำไปใช้ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### 3. ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มีลำดับขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรและวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อกำหนดอัตราส่วนและข้อของแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหา และพฤติกรรมที่มุ่งหวัง ซึ่งได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้

2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3) วิเคราะห์และกำหนดกรอบเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์เนื้อหาให้ครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

4) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบปรนัย โดยการสร้างข้อสอบมากกว่าจำนวนข้อสอบที่ต้องการวัด รวม 50 ข้อ โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละตัวชี้วัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลาง

ตาราง 4 จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบที่ออกและข้อสอบที่ต้องการจริง

แผน ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					
		ทั้งหมด			ต้องการจริง		
		ความรู้ ความ เข้าใจ	การ วิเคราะห์	การ นำไปใช้	ความรู้ ความ เข้าใจ	การ วิเคราะห์	การ นำไปใช้
1	เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดเมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์	3	2	-	2	1	-
2	แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี และระบุอัตราส่วนโดยโมลจากสมการเคมี	3	2	-	2	1	-
3	อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาคและมวล	3	2	-	2	1	-
4	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร	-	2	3	-	1	2
5	อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่ง	3	2	-	2	1	-

	จากความสัมพันธ์ของ โมล กับปริมาตรของ แก๊สที่ STP						
6	คำนวณปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับปริมาตร แก๊ส	-	2	3	-	1	2
7	คำนวณความเข้มข้น ของสารละลายใน หน่วยต่างๆ	3	2	-	2	1	-
8	คำนวณปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับ ความเข้มข้นของสารละลาย	-	2	3	-	1	2
9	คำนวณปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมีโดย ใช้ความสัมพันธ์ ระหว่างโมล มวล ความเข้มข้น และ ปริมาตรของแก๊ส	-	2	3	-	1	2
10	คำนวณปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี หลายขั้นตอน	-	2	3	-	1	2
รวม		15	20	15	10	10	10
		50			30		

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัย  
สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ  
เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล (ภาคผนวก ง) เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และความเหมาะสมของตัวเลือก เพื่อให้ข้อเสนอแนะและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข โดยใช้วิธีการหาคุณภาพความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบทั้ง 5 ข้อ เฉลี่ยอยู่ที่ 0.80-1.00 แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก มาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะ โดยการให้คะแนนมี 3 ค่า ดังนี้

- +1 แนใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง
- 0 ไม่แนใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้
- 1 แนใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้

โดยผู้เชี่ยวชาญได้ชี้แนะแนวทางให้ตรวจสอบความยากง่ายของแบบทดสอบ การให้คำซึ่งอาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ และการตรวจสอบข้อถูกต้องของแบบทดสอบ

7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจสอบคะแนนเรียบร้อยแล้วนำผลการวัดมาเรียงค่าคะแนนจากสูงไปหาต่ำเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติรายข้อ ด้วยการหาค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก, การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนาน (Brennan) และการหาคุณภาพทั้งฉบับดานความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett)

8) จากการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ที่ 0.48-0.80 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63, ค่าอำนาจจำแนก อยู่ที่ 0.20-0.40 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.23, การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนาน (Brennan) อยู่ที่ 0.20-0.40 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.23 และการหาคุณภาพทั้งฉบับดานความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) อยู่ที่ 0.60-1.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป มีค่า Index B ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่น 0.60 ขึ้นไป จากแบบทดสอบทั้งสิ้นจำนวน 50 ข้อ โดยเลือกข้อที่ตรงตามเกณฑ์มากที่สุดจำนวน 30 ข้อ

โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนค่าความยากง่าย, ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ), และการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนัน (Brennan) (ภัทรา นิคมานนท์, 2543) ดังนี้

ค่าความยากง่าย

0.81-1.00 หมายความว่า ง่ายมาก

0.61-0.80 หมายความว่า ค่อนข้างง่าย

0.40-0.60 หมายความว่า ยากง่ายปานกลาง

0.20-0.39 หมายความว่า ค่อนข้างยาก

0.00-0.19 หมายความว่า ยากมาก

การพิจารณา 0.00-0.19 และ 0.81-1.00 ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

การพิจารณา 0.20-0.39 และ 0.61-0.80 พอใช้ได้

การพิจารณา 0.40-0.60 ใช้ได้

ค่าอำนาจจำแนก และการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ

0.20 ถึง 1.00 หมายความว่า จำแนกได้

-0.19 ถึง 0.19 หมายความว่า จำแนกไม่ได้

-0.20 ถึง -1.00 หมายความว่า จำแนกกลับ

8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อให้เห็นชอบอีกครั้ง

9) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก มีลำดับขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผล วิธีการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น และตัวอย่างแบบวัดความคิดเห็นต่างๆ

2) กำหนดรูปแบบแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก โดยสร้างแบบสอบถาม แบบวัดที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ตามวิธีวัดแบบลิเคอร์ท (Likert's Scale) โดยแสดงทัศนคติในทางขึ้นชอบหรือไม่ชอบโดยจัดอันดับความขึ้นชอบ ซึ่งมีคำตอบให้เลือก 5 และให้คะแนน เป็น 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับการให้คะแนน Positive หรือทาง Negative

3) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก แล้วนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ตรวจสอบความสอดคล้อง และความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4) นำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล (ภาคผนวก ง) เพื่อพิจารณาตรวจสอบกิจกรรม ในเรื่องความเที่ยงตรงของเนื้อหาและโครงสร้าง โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา และการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) 5 ระดับ

5) นำคะแนนผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กำหนดค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 กำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์มีความเหมาะสมที่ยอมรับว่าแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกมีคุณภาพ ที่สามารถนำไปใช้ได้ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสม และความ เป็นไปได้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

4.51-5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก

2.51-3.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย

1.00-1.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

6) ผู้วิจัยดำเนินการนำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก และหาคุณภาพของเครื่องมือ เพื่อนำไปการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในเวลาเรียนปกติ

2. เมื่อดำเนินการสอนจนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกตามระยะเวลาที่กำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 30 ข้อ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนและบันทึกไว้เป็นคะแนนสอบหลังเรียน นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า One sample t-test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้น และสรุปผลการวิจัย

3. หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลความคิดเห็นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก แล้วนำมาทำการรวมผลและวิเคราะห์นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสรุปผลการวิจัย

## การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษารังนี้ ผู้วิจัยได้จัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ตามขั้นตอน ดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-objective congruence: IOC) การหาค่าความตรงของเชิงโครงสร้างและเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทุกฉบับ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อข้อความกับจุดประสงค์
		R	แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
		$\Sigma R$	แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
		N	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เกณฑ์ความยากง่ายที่ยอมรับได้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ถ้าค่า p ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงข้อสอบนั้นหรือตัดทิ้งไป

ความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย (p) จากสูตร ดังนี้

$$\text{สูตร } p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ
		R	แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้อง
		N	แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด

1.3 หาค่าการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนอน (Brennan) ได้พัฒนาสูตรอำนาจจำแนกเรียกว่า Discrimination Index B มีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร } B = \frac{H}{N_H} - \frac{L}{N_L}$$

เมื่อ	B	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มผู้รอบรู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
	L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
	NH	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้ทั้งหมด
	NL	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ทั้งหมด

การแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มรอบรู้และไม่รอบรู้ให้ยึดคะแนนจุดตัดเป็นหลัก และแน่นอนว่าจำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้และไม่รอบรู้อาจไม่เท่ากันได้

1.4 การหาคุณภาพทั้งฉบับด้านความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) ใช้การสอบครั้งเดียวหลังเรียน มีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร } r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	$r_{cc}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
		$x_i$	แทน คะแนนของแต่ละคน
		$k$	แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ
		$c$	แทน คะแนนจุดตัด
		$\sum x_i$	แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนทั้งหมด
		$\sum x_i^2$	แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการทางสถิติตามวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อทดสอบสมมติฐาน ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นำมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของคะแนนหลังเรียน โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (One sample t-test)

2.2 วิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นำมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสม และความเป็นไปได้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

4.51-5.00 หมายความว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.51-4.50 หมายความว่า เห็นด้วย

2.51-3.50 หมายความว่า ไม่แน่ใจ

1.51-2.50 หมายความว่า ไม่เห็นด้วย

1.00-1.50 หมายความว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกข้อมูล และทำการประมวลผลข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ โดยมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

### 1. สถิติพื้นฐาน

#### 1.1 หาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

#### 1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนน คำนวณจากสูตร

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$n$  แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

$x_i$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\bar{x}$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

### 2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

#### 2.1 ใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (One sample t-test)

การคำนวณหา t-test กรณีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม หรือข้อมูล 1 ชุด เช่น คะแนนสอบหลังเรียน (Posttest) จะใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{\frac{\sigma}{n}}}$$

เมื่อ	$t$	แทน ค่าสถิติทดสอบ $t$
	$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น
	$\sigma$	แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มประชากร
	$n$	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

- 1) กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มมาจากกลุ่มประชากรที่มีการแจกแจงเป็นปกติ
- 2) ค่าของตัวแปรตามที่ได้มาแต่ละหน่วยเป็นอิสระต่อกัน
- 3) ทราบค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มประชากร

พหุบัน ปณุ กิโต ชีเว

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวิธีการวิจัย และทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์แทนความหมายต่างๆ ดังนี้

$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\Sigma x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบ
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม

พจนานุกรมศัพท์โต ชีเว

## 2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกที่พัฒนาขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมฯ ได้รวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลปรากฏดังตาราง 5

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์เชิงรุก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
<b>ขั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้นความรู้เดิม)</b>			
1.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.60	0.89	มากที่สุด
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการประเมินผล	4.40	0.55	มาก
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก	4.60	0.55	มากที่สุด
1.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.60	0.55	มากที่สุด
1.6 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย	4.50	0.61	มาก
<b>ขั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล)</b>			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการประเมินผล	4.60	0.55	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 5 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์เชิงรุก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.60	0.55	มากที่สุด
2.6 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัด กิจกรรม	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.57	0.55	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และประยุกต์ใช้)</b>			
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการ ประเมินผล	4.60	0.55	มากที่สุด
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามหลักการจัด กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการ สอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก	4.40	0.55	มาก
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.60	0.55	มากที่สุด
3.6 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัด กิจกรรม	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย	4.57	0.53	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.55	0.56	มากที่สุด

จากตาราง 5 พบว่าความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก โดยในแต่ละ  
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ที่ 4.55 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ  
0.56 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมมากที่สุด เป็นที่  
ยอมรับและสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70  
ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิง  
รุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

นักเรียนคนที่	หลังเรียน		เกณฑ์ร้อยละ	
	คะแนน (30)	คะแนนร้อยละ	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
1	24	80	/	
2	26	86.67	/	
3	26	86.67	/	
4	27	90	/	
5	20	66.67		/
6	29	96.67	/	
7	24	80	/	
8	24	80	/	
9	28	93.33	/	
10	24	80	/	
11	29	96.67	/	
12	23	76.67	/	
13	24	80	/	
14	22	73.33	/	
15	27	90	/	
16	22	73.3	/	
17	24	80	/	
18	27	90	/	
19	22	73.33	/	
20	30	100	/	
21	26	86.67	/	
22	20	66.67		/
23	30	100	/	

ตาราง 6 (ต่อ) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

นักเรียนคนที่	หลังเรียน		เกณฑ์ร้อยละ	
	คะแนน (30)	คะแนนร้อยละ	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
24	29	96.67	/	
25	20	66.67		/
26	24	80	/	
27	21	70	/	
28	23	76.67	/	
29	20	66.67		/
30	27	90	/	
31	29	96.67	/	
32	21	70	/	
33	20	66.67		/
34	20	66.67		/
35	22	73.33	/	
36	23	76.67	/	
37	30	100	/	
38	30	100	/	
39	28	93.33	/	
40	24	80	/	
41	25	83.33	/	
	รวม		35	6
	ร้อยละ		85.36	14.64

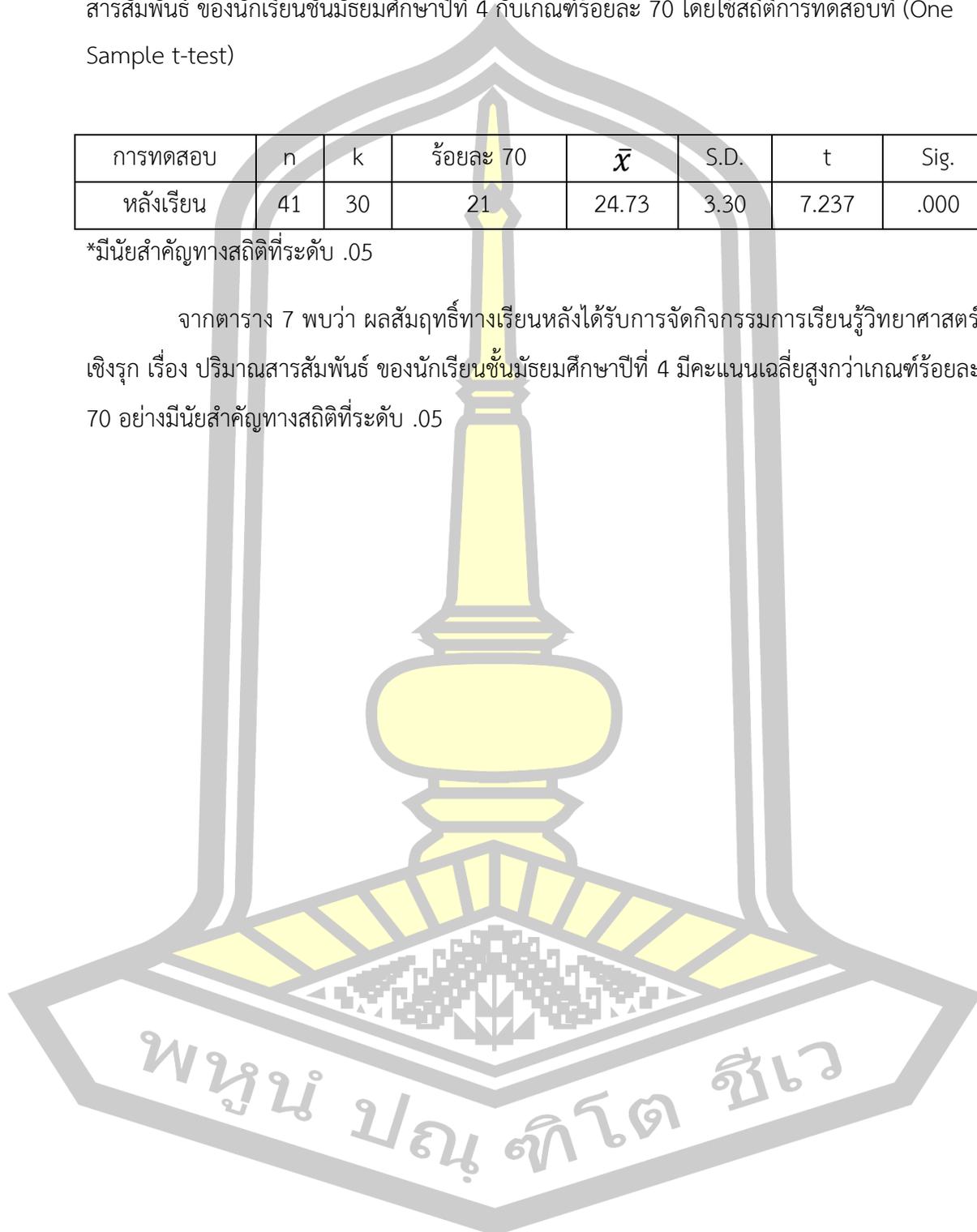
จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนสอบได้คะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์  
ร้อยละ 70 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 85.36 ของนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนสอบได้คะแนน  
หลังเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 14.64 ของนักเรียนทั้งหมด

ตาราง 7 ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติการทดสอบที (One Sample t-test)

การทดสอบ	n	k	ร้อยละ 70	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
หลังเรียน	41	30	21	24.73	3.30	7.237	.000

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 8 ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>			
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	4.59	0.80	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกมีกิจกรรมเน้นการลงมือปฏิบัติทุกกิจกรรม	4.29	0.73	เห็นด้วย
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน	4.44	0.70	เห็นด้วย
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ได้เรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน เสริมบรรยากาศในการเรียนรู้	4.49	0.67	เห็นด้วย
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้เกิดการวางแผนร่วมกันในกลุ่ม	4.41	0.70	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย	4.44	0.72	เห็นด้วย
<b>ด้านบทบาทครูผู้สอน</b>			
1. ครูได้ชี้แจงงานต่างๆ ที่นักเรียนต้องปฏิบัติอย่างชัดเจน	4.68	0.47	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. ครูนำเสนอบทเรียนใหม่ได้น่าสนใจ	4.51	0.64	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิดอยู่เสมอ	4.39	0.67	เห็นด้วย
4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สรุปบทเรียนด้วยตนเอง	4.56	0.63	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5. ครูใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสม	4.41	0.77	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย	4.51	0.64	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 8 (ต่อ) ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
<b>ด้านบทบาทนักเรียน</b>			
1. นักเรียนได้ร่วมมือในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิดช่วยกันทำงาน	4.24	0.66	เห็นด้วย
2. นักเรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกัน	4.05	0.74	เห็นด้วย
3. นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	4.39	0.74	เห็นด้วย
4. นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม	4.39	0.70	เห็นด้วย
5. นักเรียนได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบายอย่างมีเหตุผล	4.59	0.59	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ค่าเฉลี่ย	4.33	0.69	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ยรวม	4.43	0.68	เห็นด้วย

จากตาราง 8 พบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.68 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 ข้อ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80), 2) ครูได้ชี้แจงงานต่างๆ ที่นักเรียนต้องปฏิบัติอย่างชัดเจน (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47), 3) ครูนำเสนอบทเรียนใหม่ได้น่าสนใจ (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64), 4) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สรุปบทเรียนด้วยตนเอง (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63), 5) นักเรียนได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบายอย่างมีเหตุผล (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59) และความคิดเห็นในข้ออื่น ๆ อยู่ในระดับเห็นด้วย

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลำดับขั้นการสรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

#### สรุปผล

จากการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดเห็นของนักเรียนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก พบว่ามีความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก โดยในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ที่ 4.55 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมมากที่สุด เป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนสอบได้คะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 85.36 ของนักเรียนทั้งหมด มีนักเรียนสอบได้คะแนนหลังเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน คิดเป็น

ร้อยละ 14.64 ของนักเรียนทั้งหมด และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับเห็นด้วย โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.68 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 ข้อ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80), 2) ครูได้ชี้แจงงานต่างๆ ที่นักเรียนต้องปฏิบัติอย่างชัดเจน (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47), 3) ครูนำเสนอบทเรียนใหม่ได้น่าสนใจ (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64), 4) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สรุปบทเรียนด้วยตนเอง (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63), 5) นักเรียนได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบายอย่างมีเหตุผล (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59) และความคิดเห็นในข้ออื่นๆ อยู่ในระดับเห็นด้วย

### อภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดเห็นของนักเรียนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกมีความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ที่ 4.55 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 โดยในแต่ละชั้นมีระดับความเหมาะสมในขั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้นความรู้เดิม) มีค่าเฉลี่ย 4.50 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 อยู่ในระดับความเหมาะสมมาก, ขั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล) มีค่าเฉลี่ย 4.57 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด และขั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และประยุกต์ใช้) มีค่าเฉลี่ย 4.57 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งในแต่ละด้านมีความเหมาะสมที่ยอมรับได้ แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากกิจกรรมที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามกระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างอย่างเป็นระบบ มีการวิเคราะห์ปัญหา

ศึกษารายละเอียดของการพัฒนากิจกรรมตามหลักสูตร ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเหมาะสม และแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสอดคล้องกับเจษฎา นาจันทอง (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที พบว่านักเรียนร้อยละ 100 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับดี ยังสอดคล้องกับณัฐนิชากร ศรีบริบูรณ์ (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี หน่วยการเรียนรู้ปฏิกิริยาเคมี ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นและการจัดการเรียนรู้เชิงรุกให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมเคมีที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ  $88.35/82.80$  ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเคมี เท่ากับ  $0.6806$  ยังสอดคล้องกับพงศรัถน์ ธรรมชาติ (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีต้องการให้มีการทบทวนความรู้ก่อนเรียนเรียนเป็นกลุ่ม เวลาในการคิด มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอภิปรายภายในกลุ่ม และกลุ่มใหญ่ระหว่างครูกับนักเรียน ประเมินผลอย่างสม่ำเสมอทั้งความรู้และทักษะกระบวนการและการคิด ยังสอดคล้องกับสุนทร พลเรือง (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้อิงวิชาการแบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ Facebook และ Google Classroom ควบคู่กับการสอนปกติ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้อิงวิชาการแบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ Facebook และ Google Classroom ควบคู่การสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้อิงวิชาการแบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ Facebook และ Google Classroom ควบคู่การสอนปกติ มีประสิทธิภาพ  $83.52/82$  มีค่าดัชนีประสิทธิผล  $0.72$  หรือคิดเป็นร้อยละ 72 ยังสอดคล้องกับวิภาพรรณ เนตรรุ่งเรือง และคณะ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สมดุลเคมี

ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเท่ากับ 84.56/80.77 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และยิ่งสอดคล้องกับ Prince (2014) ได้ทำการศึกษาทบทวน งานวิจัยถึงการจัดการเรียนรู้เชิงรุกได้ผลดีหรือไม่ โดยการศึกษาที่ตรวจสอบหลักฐานที่เห็นถึงการมี ประสิทธิภาพของการใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผลการวิจัยพบว่า จากการตรวจสอบรูปแบบการ จัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบต่าง ๆ พบว่า ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการมีส่วนร่วม ผู้เรียนจะจำเนื้อหา ได้มากขึ้น หากกิจกรรมขนาดสั้นถูกนำไปบรรยายการแข่งขันและการทำงานแต่ละครั้งส่งเสริม ความสำเร็จเป็นหลักฐานที่ดีที่สุด เพื่อส่งเสริมความร่วมมือและการทำงานร่วมกัน หลักสูตรทั้งหมดไม่ จำเป็นต้องเป็นทีมตามที่เห็นแต่เน้นความรับผิดชอบของแต่ละคนในทีม

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือค้นหาคำตอบด้วย ตัวเอง เน้นผู้เรียนเป็นหลัก มีขั้นตอนการหาคำตอบจากง่ายไปยาก จากนามธรรมจนเป็นรูปธรรม จาก การกล่าวมาข้างต้นพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ทำให้การเรียนการสอนมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับณัฐณี ชากร ศรีบริบูรณ์ (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยชุดกิจกรรมเคมี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $t=24.13$ ) ยัง สอดคล้องกับปรเมศวร์ ขาวสุด และคณะ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยานตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ คะแนนเฉลี่ยของมโนคติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้เชิงรุกกับของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้เชิงรุกมีคะแนนเฉลี่ยของมโนคติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยังสอดคล้องกับสุนทร พลเรือง (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณ สัมพันธ์โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ Facebook และ Google Classroom ควบคู่กับการสอนปกติ โดยมี วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า

ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้สื่อสังคมออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยังสอดคล้องกับวิภาพรธเนตรรุ่งเรือง และคณะ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยังสอดคล้องกับสุวิสา บุญน้อม (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในศตวรรษที่ 21 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยังสอดคล้องกับพนทิพย์พรหมสอน (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับชลลธร วิเชียรรัตน์ และคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความคิดเห็นต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับเห็น

ด้วย โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.68 เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง และครูมีการนำเสนอบทเรียนใหม่ ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความน่าสนใจ กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นและครูผู้สอน ทำให้เกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนรู้ และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 ข้อ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80), 2) ครูได้ชี้แจงงานต่างๆ ที่นักเรียนต้องปฏิบัติอย่างชัดเจน (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47), 3) ครูนำเสนอบทเรียนใหม่ได้น่าสนใจ (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64), 4) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สรุปบทเรียนด้วยตนเอง (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63), 5) นักเรียนได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบายอย่างมีเหตุผล (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59) ซึ่งสอดคล้องกับเจษฎา นาจันทอง (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก ยังสอดคล้องกับณัฐนิชากร ศรีบริบูรณ์ (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมเคมี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมเคมีที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับสูงมาก ยังสอดคล้องกับพงศรัศน์ ธรรมชาติ (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการสอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ยังสอดคล้องกับปรเมศวร์ ขาวสุด และคณะ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยัง

สอดคล้องกับวิภาพรรณ เนตรรุ่งเรือง และคณะ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับดี และยังสอดคล้องกับพนทิพย์ พรหมสอน (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการใช้การจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นอยู่ในระดับมาก

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่างๆ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทำให้ผู้เรียนอาจจะไม่คุ้นเคยกับขั้นตอนต่างๆ ของการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ครูผู้สอนจึงต้องคอยตักเตือน ชี้แนะ แนะนำ ให้คำปรึกษา และตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ เกิดความสงสัย อยากทดลอง ดังนั้น ผู้วิจัยต้องทำการปฐมนิเทศนักเรียนให้เข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง

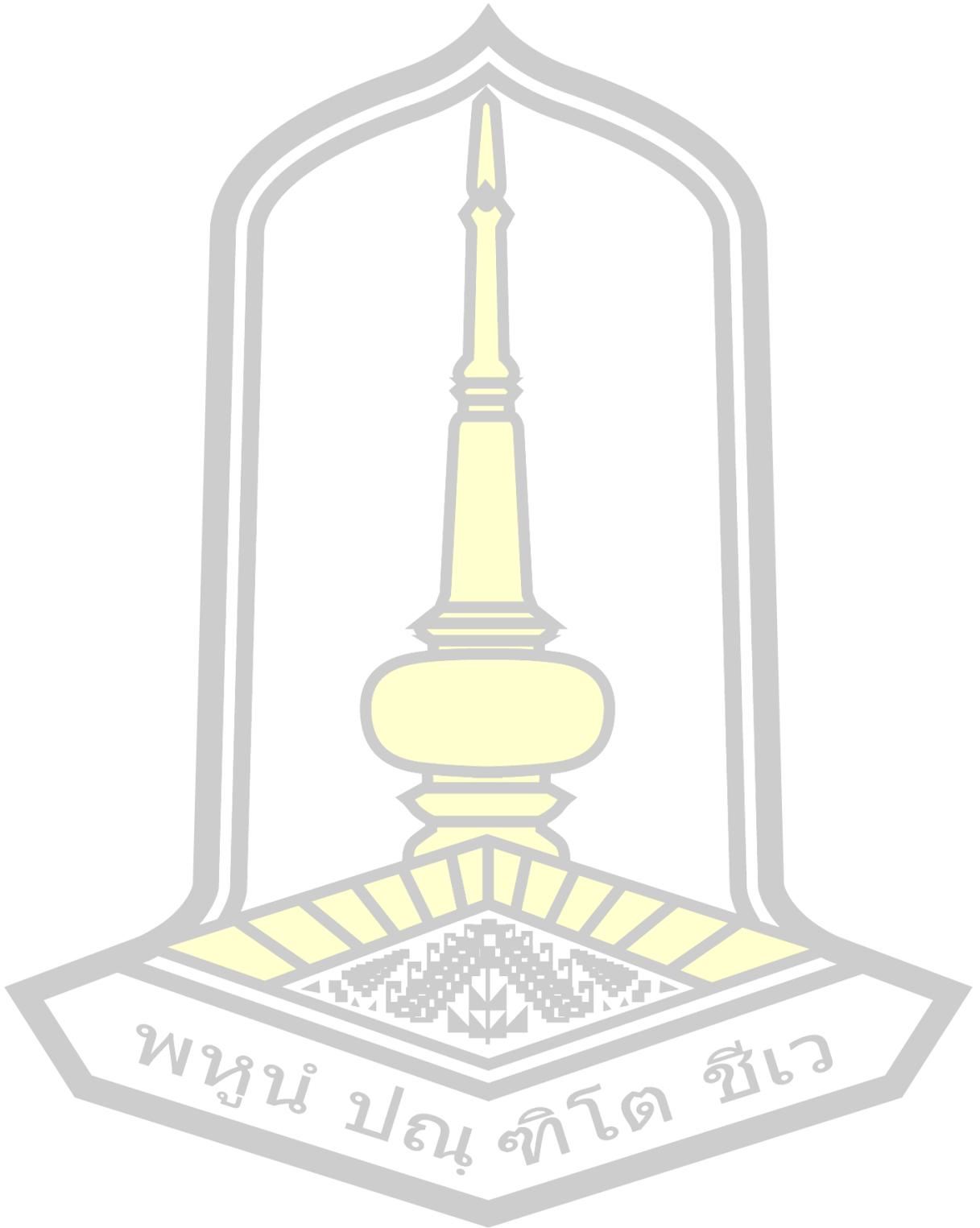
1.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ควรพิจารณาให้เหมาะสมอาจมีความยืดหยุ่นตามสภาพบรรยากาศ และศักยภาพของผู้เรียน และที่สำคัญควรพัฒนาให้ต่อเนื่อง อย่าให้ห่างหรือถีเกินไปและการขยายเวลาในการพัฒนาให้นานกว่าที่กำหนด

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก ในเนื้อหาและระดับชั้นอื่นๆ เนื่องจากการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเปิดกว้าง สามารถนำไปปรับใช้กับเนื้อหาในรายวิชาเคมีหรือรายวิชาต่างๆ และกลุ่มผู้เรียนในระดับชั้นต่างๆ ตามความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาทุกสังกัด

2.2 ควรศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ความคงทนของการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสว่างษ์. (2527). *จิตวิทยาสังคม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.  
กรมสามัญศึกษา. (2542). *รูปแบบการสอนแบบสาธิตและลงมือปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: สมาธรรม  
กาญจนา ไชยพันธ์. (2549). *กระบวนการกลุ่ม*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.  
จำเรียง ภาวิจิตร. (2536). *สาธิตในเอกสารประกอบการสอนชุดจิตวิทยาสังคมศึกษา 4 หน่วย  
ที่ 1-8*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.  
จิราวรรณ คุ่มเพชร. (2555). *เทคนิคและวิธีการสอน*. สืบค้นจาก  
<https://www.gotoknow.org/posts/388129>  
เจษฎา นาจันทอง. (2564). *การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยใช้  
ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในรายวิชา  
ชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. Journal of Roi Kaensarn Academi. 7(3). มีนาคม.  
ชฎาวรรณ สุขัมศรี, มะยูโซ๊ะ กูโน และชัชฎภรณ์ พิณทอง. (2561). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
ตัวแทนทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ตอนปลาย*. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 17(3). กันยายน-ธันวาคม.  
ชลลธร วิเชียรรัตน์, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และณภัทร ศรีแสนยงค. (2559). *การศึกษาผลการจัดการ  
เรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6*. นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 18(2). เมษายน-มิถุนายน.  
โชติกุล รินลา และสายรุ้ง ชาวสุภา. (2562). *ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการ  
เรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีที่มีต่อตัวแทนทางความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการ  
เรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะครุ  
ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 47(2). ตุลาคม-  
ธันวาคม.  
ณัฐนิชากร ศรีบริบูรณ์. (2564). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E  
และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก*. โรงเรียนบัวเขตวิทยา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น  
พื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. วารสารมหาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 12(1). มกราคม-มิถุนายน.  
เดิมศักดิ์ คทวนิช. (2546). *จิตวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

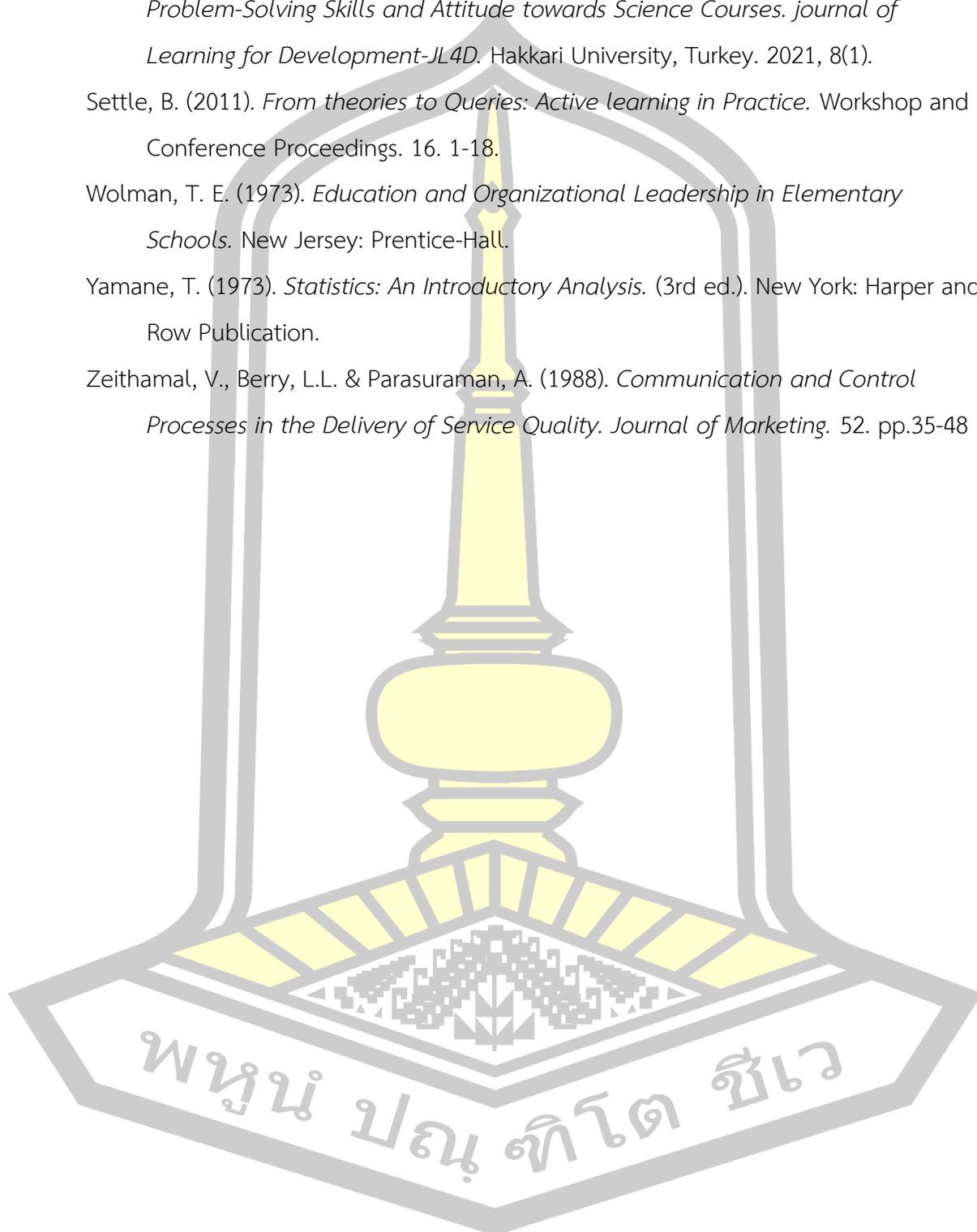
- ทิตนา แชมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แชมมณี. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism*. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(96). มกราคม-มีนาคม.
- นิตธรรม จันท์แจ่ม. (2558). *การศึกษามผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยให้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบเชิงรุก (Active Learning) :กรณีศึกษาโรงเรียนดัดดรณ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา*. ปรียญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. ชลบุรี :มหาวิทยาลัยบูรพา. วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม. 11(2).
- นินนาท์ จันท์สุรย์ และนวศิษฐ์ รัชชบารุง. (2561). *ความรู้เนื้อหาสถานวิีสอนและเทคโนโลยีในห้องเรียนเคมีโดยใช้สถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์ของ PhET*. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา. 1(1).
- บังอร ผงผ่าน. (2538). *จิตวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- บุหงา วัฒนษ. (2546). *Active learning*. วารสารวิชาการ, 10(9). น. 30-34.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปภาวดี ดุลยจินดา. (2540). *พฤติกรรมมนุษย์ในองค์การ เอกสารการสอนชุดวิชาหน่วยที่ 8-15*. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ปรเมศวร์ ขาวสุด. (2563). *ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. 20(1) มกราคม-มิถุนายน.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธ หลักศิลา. (2542). *สังคมวิทยา*. กรุงเทพฯ:ก้าวหน้า.
- ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2535). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ดโปรดักชั่น.
- ฝนทิพย์ พรหมสอน. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรียญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

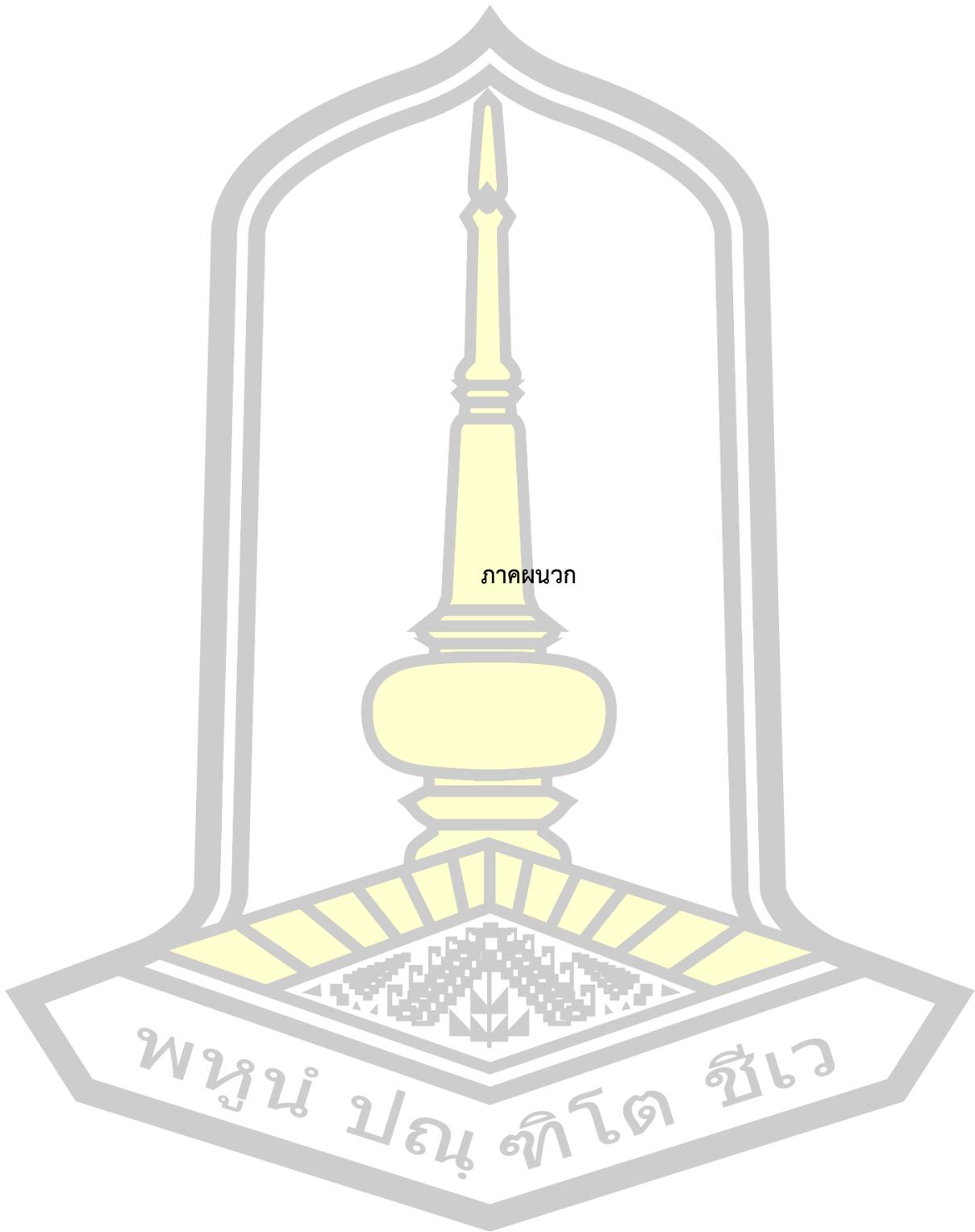
- พงศรัตน์ ธรรมชาติ. (2564). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหน่วยการเรียนรู้ พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาจุฬานาครธรรมศน์. 8(2). กุมภาพันธ์.
- พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ์. (2558). ธรรมชาติของวิชาเคมี และการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 31(2).
- พัฒนา พรหมณี และคณะ. (2563). แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในงาน. วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.). 26(1). มกราคม-มิถุนายน.
- พิชิต ฤทธิ์จรรย์. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ : ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ครูศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2548). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเม้นท์.
- ภนิดา ชัยปัญญา. (2541). ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจกรรมไร่นาสวนผสมภายใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2556). การพัฒนาเครื่องมือวัดด้านเจตพิสัยและทักษะพิสัย. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). พจนานุกรมสังคมวิทยา. กรุงเทพฯ: รุ่งศิลป์การพิมพ์.
- เรืองวิทย์ แสงรัตนา. (2522). ความคิดเห็นและความสนใจของนักเรียนเตรียมทหารเกี่ยวกับอัตราเพิ่มประชากรของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาประชากรศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ลักขณา สรีวัฒน์. (2545). จิตวิทยาในชีวิตประจำวัน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วัชรวิ เกษพิชัยณรงค์ และน้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย. (2555). การเรียนเชิงรุกและเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนเชิงรุก. การอบรมเรื่อง “การเรียนการสอนเชิงรุก”. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิก.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์. (พิมพ์ครั้งที่ 3).

- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2555. 416. 1.
- วิภาพรรณ เนตรรุ่งเรือง และคณะ. (2562). *การศึกษามลลัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 23(4). ตุลาคม-ธันวาคม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. สำนักงานเลขาธิการ สภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุขุม นवलสกุล. (2538). *กลยุทธ์ผู้นำ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ธรรมนิติ.
- สุชา จันท์เอม. (2541). *จิตวิทยาในชีวิตประจำวัน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ และคณะ. (2560). *การศึกษามโนทัศน์และผลลัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก*. ปรินญาศึกษามหาบัณฑิต, ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา. *วารสารศึกษาศาสตร์ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 11(2). เมษายน-มิถุนายน.
- สุทธิกานต์ ชูทอง. (2551). *ความคิดเห็นของประชาชนต่อคุณภาพการให้บริการของเทศบาล ตำบลบางละมุง อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี*. ปัญหาพิเศษรัฐประศาสนศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชานโยบาย สาธารณะ, วิทยาลัยบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุนทร พลเรือง. (2563). *การพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ Facebook และ Google Classroom ควบคู่กับการสอนปกติ*. *คุรุสภาวิทยากร*. 1(2). พฤษภาคม-สิงหาคม.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2551). *จิตวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุวิสา บุญน้อม. (2561). *การพัฒนาบทเรียนเชิงรุกแบบใช้ทีมเป็นฐานวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญาการศึกษา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและ ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้*
- .หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *หลักสูตรฝึกอบรมการนิเทศการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) โดยกระบวนการ Coaching & Mentoring.* อเนก สุวรรณบัณฑิต และภาสกร อุดุลพัฒนกิจ. (2548). *จิตวิทยาการบริการ (Service Psychology Comprehension Strategies and Trend)*. กรุงเทพฯ: เพรส แอนดตีไซน.
- อำนาจ เจริญศิลป์. (2537). *วิธีสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- Bandura, Albert. (1969). *Principle of Behavior Modification*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Barman,C. and M. Kotar. (1989). *The Learning Cycle*. Science and Children, 26(7).
- Bonwell, C.C. and Eison, J.A., (1991). *Active Learning Creating Excitement in The Classroom*. ASHEERIC Education Report No.1, The George Washington University,Washington DC, pp. 1-47.
- Burcin Acar SesenLeman Tarhan. (2010). *Promoting active learning in high school chemistry: learning achievement and attitude*. Burcin Acar Sesen and Leman Tarhan / *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 (2010) 2625–2630 Education Faculty, Istanbul University, Istanbul, 34452, Turkey Education Faculty, Dokuz Eylul University, Izmir, 35160, Turke Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 (2010) 2625–2630
- Davis, F. B. (1981). *Education Measurement and Their Interpretation*. California: Wadsworth.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book.
- Karplus, R. (1967). *Science Teaching and the Development of Reasoning*. *Journal of Researching Science Teaching*. 199(14).
- Maslow, A. H. (1970). *Motivation and Personality*. 2nd ed. New York: Harper and Row.
- Morse, M. C. (1958). *Satisfaction in the White Job*. Michigan: University of Michigan Press.

- Naciye Aynas and Mecit Aslan. (2021). *The Effects of Authentic Learning Practices on Problem-Solving Skills and Attitude towards Science Courses*. *Journal of Learning for Development-JL4D*. Hakkari University, Turkey. 2021, 8(1).
- Settle, B. (2011). *From theories to Queries: Active learning in Practice*. Workshop and Conference Proceedings. 16. 1-18.
- Wolman, T. E. (1973). *Education and Organizational Leadership in Elementary Schools*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. (3rd ed.). New York: Harper and Row Publication.
- Zeithamal, V., Berry, L.L. & Parasuraman, A. (1988). *Communication and Control Processes in the Delivery of Service Quality*. *Journal of Marketing*. 52. pp.35-48





ภาคผนวก

พหุจน์ ปณฺ ทิโต ชีเว



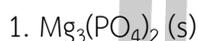
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

รายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว30222 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

- คำอธิบาย**
- ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 30 ข้อ 30 คะแนน มีจำนวน 4 ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว การตอบให้เขียนในกระดาษคำตอบที่จัดไว้ให้เท่านั้น
  - เขียนชื่อ-นามสกุล เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
  - ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด

1. ข้อใดคือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมสารละลายโซเดียมฟอสเฟตกับสารละลายแมกนีเซียมไนเตรท



2.  $Na(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$  ข้อใดเป็นเลขสัมประสิทธิ์หลังจากที่ดุลสมการเคมีได้ถูกต้อง

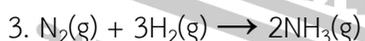
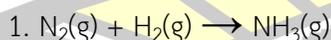
1. 1:2:2:2

2. 1:2:1:1

3. 2:1:2:1

4. 2:2:2:1

3. การสังเคราะห์แก๊สแอมโมเนีย ทำได้โดยใช้แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน ข้อใดถูกต้อง



4. เครื่องหมาย  $\Delta$  ในสมการเคมี มีความหมายว่าอย่างไร

1. มีการกำหนดอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา

2. มีการทำให้แสดงแก่สารตั้งต้น

3. มีการให้ความร้อนแก่สารตั้งต้น

4. มีการทำปฏิกิริยาเกิดขึ้นในสารตั้งต้น



11. เมื่อผ่านแก๊สคลอรีนลงในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ร้อน เกิดปฏิกิริยาเคมี ดังสมการ



มวลของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เมื่อต้องการโพแทสเซียมคลอเรต 0.45 โมล

1. 30.12 g                      2. 10.14 g                      3. 20.34 g                      4. 30.24 g

12.  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

เมื่อใช้หินปูนจำนวนหนึ่งใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก 1.825 กรัม ปรากฏว่าเกิด  $\text{CaCl}_2$  2.775 กรัม  $\text{H}_2\text{O}$  0.45 กรัม  $\text{CO}_2$  1.1 กรัม พร้อมทั้งเหลือ  $\text{CaCO}_3$  จำนวนหนึ่ง ซึ่งหนักเป็น 2 เท่าของ  $\text{CO}_2$  ที่เกิดขึ้น ถ้าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวล ข้อใดสรุปถูกต้อง

1. มวลเริ่มต้นของ  $\text{CaCO}_3 = 3.6$  กรัม    2. มวลเริ่มต้นของ  $\text{CaCO}_3 = 4.7$  กรัม  
3. มวลของ  $\text{CaCO}_3$  ที่ใช้ไป = 2.1 กรัม    4. มวลของ  $\text{CaCO}_3$  ที่ใช้ไป = 3.5 กรัม

13. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $\text{NO}_2$ ) จำนวน 3.5 โมล มีมวลและปริมาตรที่ STP เท่าใด

1. 161 g และ 39.2 dm<sup>3</sup>                      2. 161 g และ 78.4 dm<sup>3</sup>  
3. 322 g และ 39.2 dm<sup>3</sup>                      4. 322 g และ 78.4 dm<sup>3</sup>

14.  $\text{NO}_2$   $3.01 \times 10^{24}$  โมเลกุล มีรัศมีลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

1. 112    2. 224  
3. 11,200    4. 22,400

15. พิจารณาแก๊สต่อไปนี้ที่สภาวะมาตรฐาน

- ก. แก๊ส HCl 2.8 dm<sup>3</sup>    ข. แก๊ส NO  $6.02 \times 10^{23}$  molecule  
ค. แก๊ส CO หนัก 3.5 g    ง. แก๊ส NH<sub>3</sub> 11.2 dm<sup>3</sup>

ข้อใดผิด

1. แก๊ส HCl มีจำนวนโมลเท่ากับแก๊ส CO                      2. แก๊ส NO มีจำนวนโมเลกุลน้อยที่สุด  
3. แก๊ส CO มีปริมาตรเป็น 1.25 เท่าของแก๊ส NO                      4. แก๊ส NH<sub>3</sub> มีจำนวนโมลน้อยที่สุด

16. การถลุงแร่ทองแดงโคไฟไรต์ตามสมการเคมี



ถ้าใช้แร่ทองแดงชนิดนี้ 1,840 กิโลกรัม จะเกิดแก๊ส  $\text{SO}_2$  ออกสู่บรรยากาศกี่กรัม (กำหนดให้  $\text{O}=16$ ,  $\text{S}=32$ ,  $\text{Fe}=56$ ,  $\text{Cu}=63.5$ )

1.  $1.28 \times 10^3$                       2.  $1.28 \times 10^4$                       3.  $1.28 \times 10^5$                       4.  $1.28 \times 10^6$

17. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้



พืชต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่ลิตรที่ STP จึงจะสามารถสังเคราะห์กลูโคสได้ 36.0 กรัม

1. 25.88 L                      2. 26.88 L                      3. 27.88 L                      4. 28.88 L

18. ฟอสฟอรัสทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สคลอรีน พบว่าได้ผลิตภัณฑ์เป็น  $\text{PCl}_3$  ถ้าต้องการได้  $\text{PCl}_3$  825 กรัม จะต้องใช้แก๊สคลอรีนกี่ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

1.  $137.5 \text{ dm}^3$                       2.  $22.4 \text{ dm}^3$                       3.  $224.0 \text{ dm}^3$                       4.  $201.6 \text{ dm}^3$

19. ในสารละลายน้ำตาลทราย ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) เข้มข้นร้อยละ 44.0 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.09 กรัมต่อมิลลิลิตร สายละลาย 1.0 มิลลิลิตร จะน้ำตาลทรายละลายอยู่ที่กี่กรัม

1. 0.96                      2. 2.20                      3. 4.80                      4. 3.60

20. กรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) มีมวลต่อโมล 63 กรัมต่อโมล ถ้าสารละลายกรดนี้มีความเข้มข้น 8 โมลต่อลิตร มีความหนาแน่น 1.4 กรัมต่อมิลลิลิตร จงหาความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลของสารละลายเป็นเท่าใด

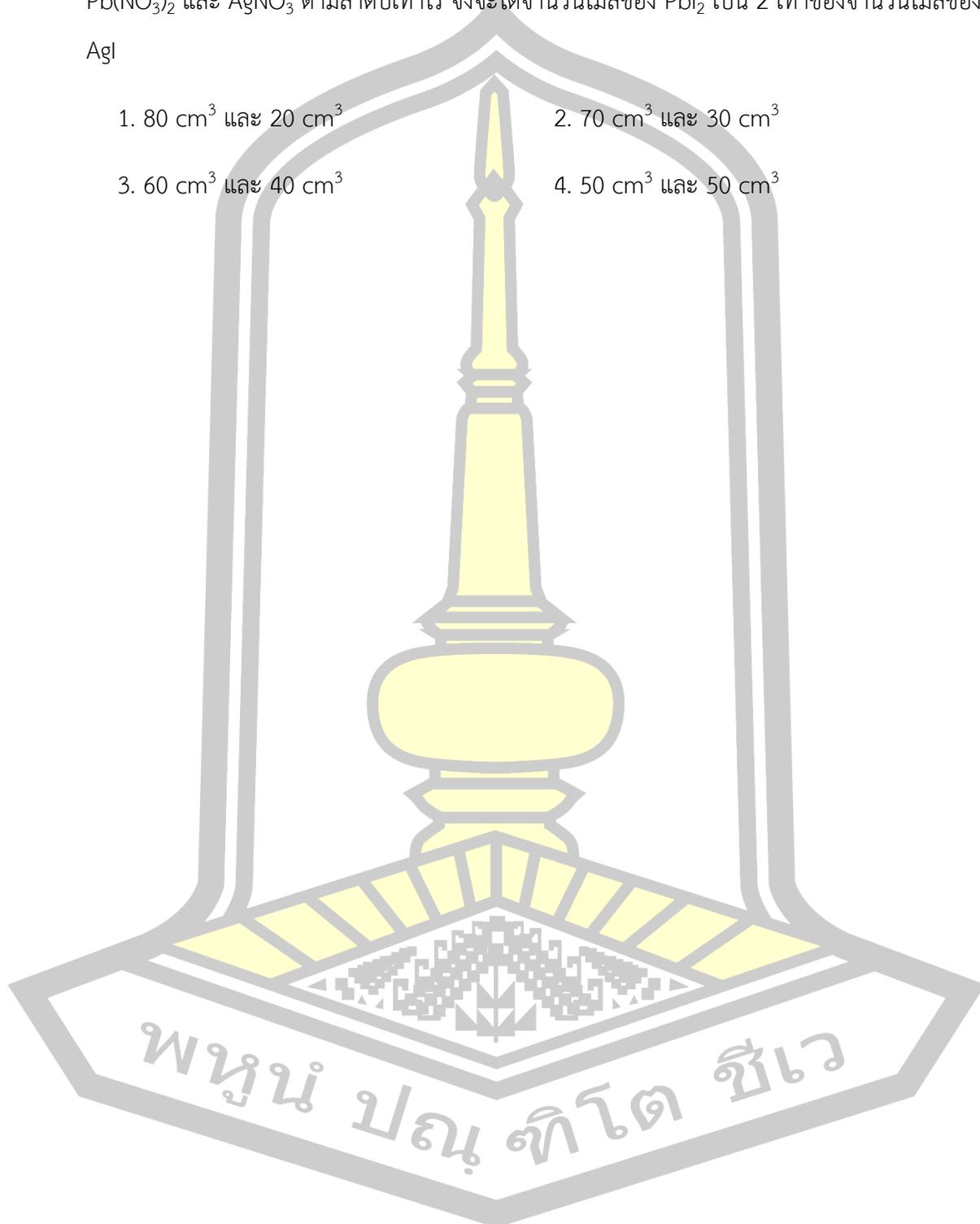
1. ร้อยละ 25 โดยมวล                      2. ร้อยละ 36 โดยมวล  
3. ร้อยละ 40 โดยมวล                      4. ร้อยละ 50 โดยมวล





มีสารละลาย KI  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $100 \text{ cm}^3$  จะต้องแบ่งสารละลาย KI ไปทำปฏิกิริยากับ  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  และ  $\text{AgNO}_3$  ตามลำดับเท่าไร จึงจะได้จำนวนโมลของ  $\text{PbI}_2$  เป็น 2 เท่าของจำนวนโมลของ  $\text{AgI}$

1.  $80 \text{ cm}^3$  และ  $20 \text{ cm}^3$
2.  $70 \text{ cm}^3$  และ  $30 \text{ cm}^3$
3.  $60 \text{ cm}^3$  และ  $40 \text{ cm}^3$
4.  $50 \text{ cm}^3$  และ  $50 \text{ cm}^3$



กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

รายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว30222 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... ( ) ก ( ) ข

ข้อ	1	2	3	4	ข้อ	1	2	3	4	ข้อ	1	2	3	4
1					11					21				
2					12					22				
3					13					23				
4					14					24				
5					15					25				
6					16					26				
7					17					27				
8					18					28				
9					19					29				
10					20					30				

พูน ปณ กิโต ชีเว

## แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

### คำชี้แจง :

1. แบบสอบถามฉบับนี้สร้างขึ้นมาเพื่อสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

2. แบบสอบถามนี้แบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการกิจกรรมจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทบาทครูผู้สอน

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทบาทของนักเรียน

โดยมีเกณฑ์คะแนน ดังนี้ 5 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน หมายถึง เห็นด้วย

3 คะแนน หมายถึง ไม่แน่ใจ

2 คะแนน หมายถึง ไม่เห็นด้วย

1 คะแนน หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

พหุบัน ปณ กิโต ชีเว

### ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้					
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกมีกิจกรรมเน้นการลงมือปฏิบัติทุกกิจกรรม					
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน					
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ได้เรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน เสริมบรรยากาศในการเรียนรู้					
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้เกิดการวางแผนร่วมกันในกลุ่ม					

### ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทบาทครูผู้สอน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ครูชี้แจงภาระงานต่างๆ ที่นักเรียน ต้องปฏิบัติอย่างชัดเจน					
2. ครูนำเสนอบทเรียนใหม่ได้น่าสนใจ					
3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิดอยู่เสมอ					
4. ครูให้ความสำคัญต่อการตอบคำถามของนักเรียน					
5. ครูใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสม					

### ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทบาทของนักเรียน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. นักเรียนสนุกที่ได้ร่วมมือในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิดช่วยกันทำงาน					
2. นักเรียนชอบที่ได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกัน					
3. นักเรียนสนุกที่ได้ถามคำถามในสิ่งที่ตนเองอยากรู้					
4. นักเรียนพอใจที่ได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม					
5. นักเรียนพอใจที่สามารถตอบคำถามปลายเปิดได้ โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้วได้					

ข้อคิดเห็นอื่นๆ (ถ้ามี โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

พหุบัน ปณ จิต โตะ ชีเว

### ภาคผนวก ข

#### การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การหาคุณภาพความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก
- การหาคุณภาพความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
- การหาคุณภาพความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
- การหาค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนอน (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
- การหาคุณภาพทั้งฉบับด้านความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
- การหาคุณภาพความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

### การหาคุณภาพความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกของผู้เชี่ยวชาญ							S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	รวม	$\bar{x}$		
<b>ขั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้นความรู้เดิม)</b>									
1.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	5	22	4.40	0.55	มาก
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	3	5	5	23	4.60	0.89	มากที่สุด
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการประเมินผล	4	4	4	5	5	22	4.40	0.55	มาก
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
1.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
1.6 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	4	5	4	4	5	22	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย							4.50	0.61	มากที่สุด

ตาราง 9 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์เชิงรุก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกของผู้เชี่ยวชาญ							S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5	รวม	$\bar{x}$		
<b>ขั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล)</b>									
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้มี ความเหมาะสมกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	5	22	4.40	0.55	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้มี ความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้มี ความเหมาะสมกับการ ประเมินผล	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นไปตามหลักการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ การสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้มี ความหลากหลาย	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.6 ความเหมาะสมของเวลา ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย							4.57	0.55	มากที่สุด

ตาราง 9 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์เชิงรุก

ขั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และประยุกต์ใช้)									
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้มี ความเหมาะสมกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้มี ความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้มี ความเหมาะสมกับการ ประเมินผล	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นไปตามหลักการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ การสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก	4	4	4	5	5	22	4.40	0.55	มาก
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้มี ความหลากหลาย	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3.6 ความเหมาะสมของเวลา ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	4	5	4	4	5	22	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย							4.57	0.53	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม							4.55	0.56	มากที่สุด

การหาคุณภาพความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสาร  
สัมพันธ์

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์เชิงรุก

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5	รวม	$\bar{x}$		
<b>1. สารระสำคัญ</b>									
1.1 สารระสำคัญมีความถูกต้อง	4	5	3	5	5	22	4.40	0.89	มาก
1.2 สารระสำคัญมีความเหมาะสมกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	3	5	5	23	4.60	0.89	มากที่สุด
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>									
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
<b>3. เนื้อหา</b>									
3.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 การลำดับเนื้อหา มีการเรียงเนื้อหา จากง่ายไปหายาก	4	4	4	5	5	22	4.40	0.55	มาก
<b>4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์</b>									
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม กับเนื้อหา	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม กับการประเมินผล	4	5	3	5	5	22	4.40	0.89	มาก

ตารางที่ 10 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์เชิงรุก

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5	รวม	$\bar{x}$		
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตาม หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอน วิทยาศาสตร์เชิงรุก	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4.6 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัด กิจกรรม	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	มาก
<b>5. การประเมินผล</b>									
5.1 การประเมินผลมีความสอดคล้องกับ เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 กำหนดวิธีการวัดและเกณฑ์การวัด ชัดเจน	4	4	3	5	5	21	4.20	0.84	มาก
5.4 มีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	5	4	3	4	5	21	4.20	0.84	มาก
5.5 การประเมินในแผนมีความเหมาะสม กับเวลา	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	มาก
<b>6. สื่อการเรียนรู้</b>									
6.1 สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
6.2 สื่อการเรียนรู้สามารถสร้างความสนใจ และเหมาะสมกับวัยนักเรียน	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย							4.53	0.60	มากที่สุด

การหาคุณภาพความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง 11 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	0	1	4	0.8	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	0	1	4	0.8	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
9	1	-1	1	0	1	2	0.4	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	0	1	4	0.8	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	1	-1	3	0.6	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
16	1	0	1	1	1	4	0.8	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
21	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
22	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
23	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
24	1	-1	1	1	1	3	0.6	คัดเลือกไว้

ตาราง 11 (ต่อ) ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
25	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
26	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
27	1	0	1	1	1	4	0.8	คัดเลือกไว้
28	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
29	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
30	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
31	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
32	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
33	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
34	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
35	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
36	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
37	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
38	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
39	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
40	1	0	1	1	1	4	0.8	คัดเลือกไว้
41	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
42	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
43	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
44	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
45	1	1	1	1	0	4	0.8	คัดเลือกไว้
46	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
47	1	0	1	1	1	4	0.8	คัดเลือกไว้
48	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้
49	1	0	1	1	1	4	0.8	คัดเลือกไว้
50	1	1	1	1	1	5	1	คัดเลือกไว้

การหาค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนอน (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนอน (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	p	r	B	ผลการพิจารณา
1	0.75	0.20	0.20	คัดเลือกไว้
2	0.68	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
3	0.73	0.25	0.25	คัดเลือกไว้
4	0.48	0.25	0.25	คัดเลือกไว้
5	0.53	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
6	0.75	0.20	0.20	คัดเลือกไว้
7	0.53	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
8	0.78	0.25	0.25	คัดเลือกไว้
9	0.75	0.30	0.30	คัดเลือกไว้
10	0.83	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
11	0.73	0.25	0.25	คัดเลือกไว้
12	0.50	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
13	0.63	0.35	0.35	คัดเลือกไว้
14	0.55	0.40	0.40	คัดเลือกไว้
15	0.60	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
16	0.73	0.35	0.35	คัดเลือกไว้
17	0.58	0.25	0.25	คัดเลือกไว้
18	0.78	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
19	0.55	0.20	0.20	คัดเลือกไว้
20	0.43	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
21	0.80	0.30	0.30	คัดเลือกไว้
22	0.53	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
23	0.68	0.35	0.35	คัดเลือกไว้
24	0.48	0.05	0.05	ตัดทิ้ง

ตาราง 12 (ต่อ) ค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ โดยดัชนี B ของเบรนนอน (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	p	r	B	ผลการพิจารณา
25	0.58	0.25	0.25	คัดเลือกไว้
26	0.78	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
27	0.75	0.30	0.30	คัดเลือกไว้
28	0.68	0.35	0.35	คัดเลือกไว้
29	0.65	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
30	0.60	0.20	0.20	คัดเลือกไว้
31	0.80	0.40	0.40	คัดเลือกไว้
32	0.45	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
33	0.70	0.30	0.30	คัดเลือกไว้
34	0.55	0.30	0.30	คัดเลือกไว้
35	0.55	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
36	0.75	0.30	0.30	คัดเลือกไว้
37	0.53	0.25	0.25	คัดเลือกไว้
38	0.78	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
39	0.65	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
40	0.58	0.35	0.35	คัดเลือกไว้
41	0.58	0.25	0.25	คัดเลือกไว้
42	0.75	0.20	0.20	คัดเลือกไว้
43	0.60	0.30	0.30	คัดเลือกไว้
44	0.50	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
45	0.50	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
46	0.73	0.35	0.35	คัดเลือกไว้
47	0.40	0.10	0.10	ตัดทิ้ง
48	0.68	0.45	0.45	คัดเลือกไว้
49	0.43	0.15	0.15	ตัดทิ้ง
50	0.60	0.40	0.40	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉพาะข้อที่มีความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20-0.80 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป สอดคล้องกับจุดประสงค์ คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ และมีค่า Index B ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกแบบทดสอบที่ตรงตามเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ



การหาคุณภาพทั้งฉบับด้านความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง 13 การหาคุณภาพทั้งฉบับด้านความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

คนที่	X	X <sup>2</sup>	X-C	(X-C) <sup>2</sup>
1	24	576	3	9
2	26	676	5	25
3	26	676	5	25
4	27	729	6	36
5	20	400	-1	1
6	29	841	8	64
7	24	576	3	9
8	24	576	3	9
9	28	784	7	49
10	24	576	3	9
11	29	841	8	64
12	23	529	2	4
13	24	576	3	9
14	22	484	1	1
15	27	729	6	36
16	22	484	1	1
17	24	576	3	9
18	27	729	6	36
19	22	484	1	1
20	30	900	9	81
21	26	676	5	25
22	20	400	-1	1

ตาราง 13 (ต่อ) การหาคุณภาพทั้งฉบับวัดความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

คนที่	X	X <sup>2</sup>	X-C	(X-C) <sup>2</sup>
23	30	900	9	81
24	29	841	8	64
25	20	400	-1	1
26	24	576	3	9
27	21	441	0	0
28	23	529	2	4
29	20	400	-1	1
30	27	729	6	36
31	29	841	8	64
32	21	441	0	0
33	20	400	-1	1
34	20	400	-1	1
35	22	484	1	1
36	23	529	2	4
37	30	900	9	81
38	30	900	9	81
39	28	784	7	49
40	24	576	3	9
41	25	625	4	16
รวม	1014	25514	153	1007

\*K = 30 และ C = 21

$$\text{สูตร } r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum (x_i - c)^2}$$

$$\text{แทนค่า } r_{cc} = 1 - \frac{(30)(1014) - (25514)}{(30-1)(1007)}$$

$$r_{cc} = 0.83$$

ดังนั้น แบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.83

พหุจน์ ปณ กิจโต ชีเว

การหาคุณภาพความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	รวม	$\bar{x}$		
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>									
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกมีกิจกรรมเน้นการลงมือปฏิบัติทุกกิจกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้ได้เรียนรู้ด้วยความสนุกสนานเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุกทำให้เกิดการวางแผนร่วมกันในกลุ่ม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>ด้านบทบาทครูผู้สอน</b>									
1. ครูได้ชี้แจงงานต่างๆ ที่นักเรียนต้องปฏิบัติอย่างชัดเจน	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ครูนำเสนอบทเรียนใหม่ได้น่าสนใจ	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิดอยู่เสมอ	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สรุปบทเรียนด้วยตนเอง	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ครูใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสม	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							S.D.	ระดับความเหมาะสม	
	1	2	3	4	5	รวม	$\bar{x}$			
<b>ด้านบทบาทนักเรียน</b>										
1. นักเรียนได้ร่วมมือในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิดช่วยกันทำงาน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด	
2. นักเรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็น ร่วมกัน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด	
3. นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกัน และกัน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด	
4. นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่าง อิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด	
5. นักเรียนได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก การสังเกตประกอบคำอธิบายอย่างมี เหตุผล	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด	
เฉลี่ย								4.83	0.24	มากที่สุด

พูน ปณ กิโต ชีเว



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว 30222

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสารสัมพันธ์

เวลาเรียน 15 ชั่วโมง

เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9

วันที่.....

ผู้สอน นายมณีสวี วรรณโนมัย

ภาคเรียนที่ 2/2565

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.1 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 2. ตัวชี้วัด

เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดเมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาเคมี และสมการเคมีได้ (K)
- 3.2 เขียนสมการเคมี เมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- 3.3 ตั้งใจเรียนรู้ แสวงหาความรู้ และรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### 4. สาระสำคัญ

การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน

### 5. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก

#### 5.1 ขั้นที่ 1 Stimulating prior knowledge (กระตุ้นความรู้เดิม)

1) ครูกล่าวทักทายนักเรียน และนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนผ่านมาในเรื่องของโมลและสูตรเคมี และสารละลาย จากนั้นครูเกริ่นนำเกี่ยวกับเรื่องปฏิกิริยาเคมี และให้นักเรียนยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในชีวิตประจำวัน และครูตั้ง

คำถามว่า “ต้องเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือรูปแบบไหนที่จะเรียกว่า เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี” จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม

2) ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการค้นคว้าในขั้นถัดไปว่า “เราสามารถทราบว่าการเปลี่ยนแปลงใดเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ สามารถสังเกตได้จากสิ่งใดบ้าง”

## 5.2 ขั้นที่ 2 Find and summarize information (ค้นหาและอธิบายสรุปข้อมูล)

1) ครูให้นักเรียนจับคู่ ตามความสมัครใจ เพื่อร่วมกันค้นหาคำตอบจากคำถามที่ครูให้ในขั้นแรก และทำกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 หน้า 92

2) ให้นักเรียนแต่ละคู่ ร่วมกันค้นหาคำตอบ วิเคราะห์ แล้วอภิปรายผลและสรุปผลการศึกษาค้นคว้าลงในกระดาษ A4 ที่ครูเตรียมไว้ให้

3) ครูสุ่มนักเรียน 3-4 คู่ ออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายสิ่งที่ทำการศึกษาค้นคว้าได้ให้เพื่อนๆ ฟัง และได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## 5.3 ขั้นที่ 3 Knowledge creation and application (สร้างองค์ความรู้และประยุกต์ใช้)

1) ครูประเมินผล โดยการตรวจงานที่นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า การนำเสนอหน้าชั้นเรียน การตอบคำถาม รวมถึงสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรม

2) ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปองค์ความรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เพื่อนำไปสู่การสรุปองค์ความรู้ที่ได้ในการค้นคว้า และนำไปประยุกต์ใช้ในบทเรียนถัดไป

3) ครูสรุปรวบยอด เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้แก่ นักเรียนในเรื่องของปฏิกิริยาเคมี พร้อมทั้งให้นักเรียนไปทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองที่ 6.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี ในหนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 หน้า 93

## 6. ภาระงาน/ชิ้นงานระหว่างการจัดการเรียนรู้/ชิ้นงานรวบยอด

6.1 ใบงานที่ 6.1 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

6.2 แบบฝึกหัด 6.1

## 7. สื่อการเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เคมี เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

7.2 PowerPoint เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

## 8. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความรู้ (K)</b>			
1. อธิบายความหมายของ ปฏิกริยาเคมี และสมการเคมีได้	1. ตรวจใบงานที่ 6.1 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี 2. ตรวจแบบฝึกหัด 6.1	1. ใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี 2. แบบฝึกหัด 6.1	นักเรียนผ่าน เกณฑ์การประเมินในระดับดี
<b>ด้านทักษะกระบวนการ (P)</b>			
1. เขียนสมการเคมี เมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีได้	1. ตรวจใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี 2. ตรวจแบบฝึกหัด 6.1 3. ประเมินการนำเสนอผลงาน	1. ใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี 2. แบบฝึกหัด 6.1 3. การนำเสนอผลงาน	นักเรียนผ่าน เกณฑ์การประเมินในระดับดี
<b>ด้านคุณลักษณะ (A)</b>			
1. ตั้งใจเรียนรู้ แสวงหาความรู้ และรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	1. สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนผ่าน เกณฑ์การประเมินในระดับดี

## 9. เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	อธิบายความหมายของปฏิกิริยาเคมี และสมการเคมี ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
	2	นอธิบายความหมายของปฏิกิริยาเคมี และสมการเคมี ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน
	1	อธิบายความหมายของปฏิกิริยาเคมี และสมการเคมี ได้ค่อนข้างถูกต้องและไม่ชัดเจน
ด้านทักษะกระบวนการ (P)	3	เขียนสมการเคมี จากสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้องทุกข้อ
	2	เขียนสมการเคมี จากสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้องเป็นบางข้อ
	1	เขียนสมการเคมี จากสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีได้ไม่ถูกต้องทุกข้อ
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	มีความตั้งใจเรียนรู้ แสวงหาความรู้ และรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอยู่ในระดับสูงมาก
	2	มีความตั้งใจเรียนรู้ แสวงหาความรู้ และรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอยู่ในระดับปานกลาง
	1	มีความตั้งใจเรียนรู้ แสวงหาความรู้ และรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอยู่ในระดับต่ำมาก

## เกณฑ์การตัดสินคะแนนระดับคุณภาพ

คะแนน 3 หมายถึง ระดับดีมาก

คะแนน 2 หมายถึง ระดับดี

คะแนน 1 หมายถึง ระดับพอใช้

10. บันทึกผลหลังจากการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสารสัมพันธ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

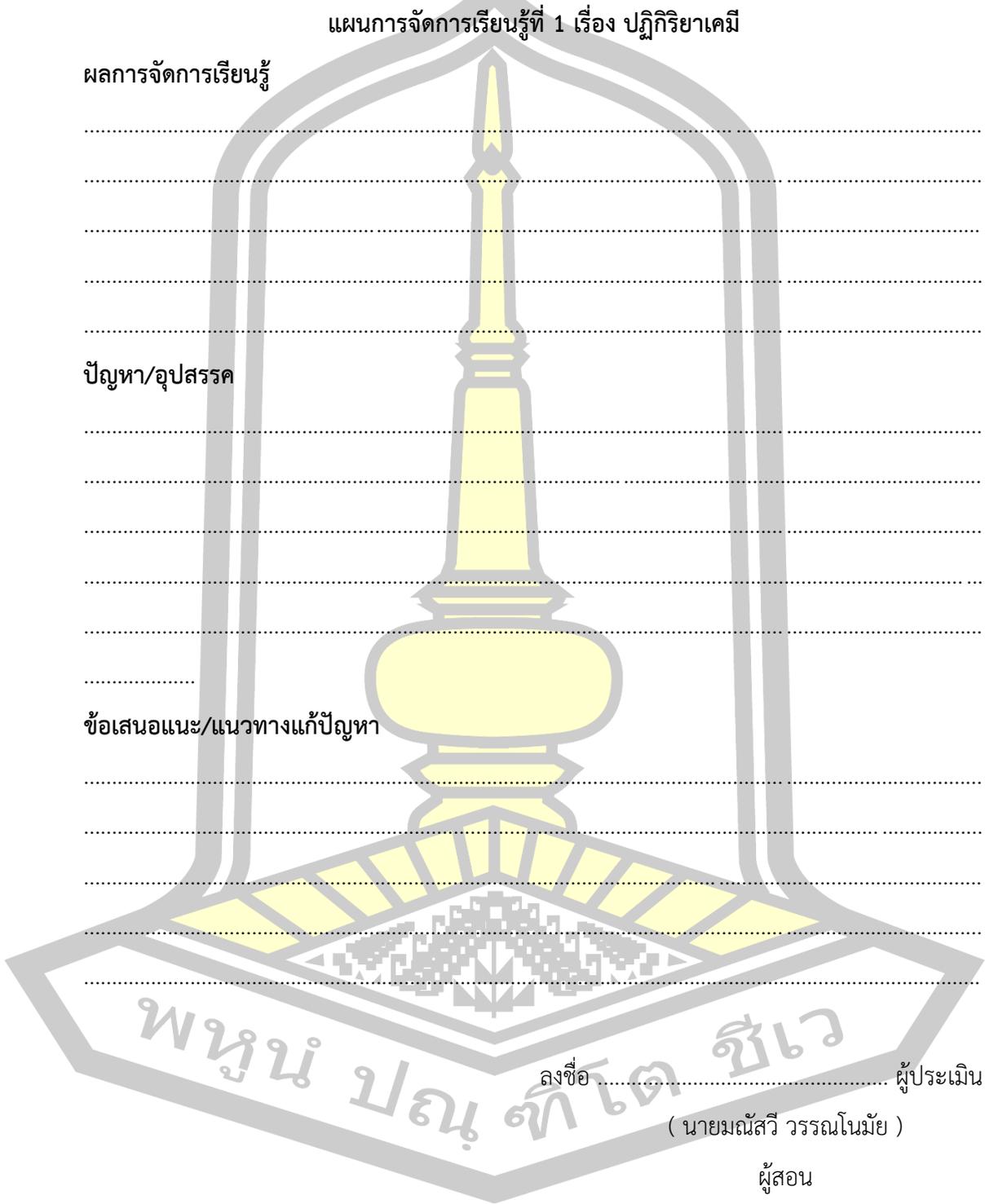
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

( นายมนัสวี วรรณโนมัย )

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

11. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของครูที่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

( นางวิริยาภรณ์ มนตรีโพธิ์ )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

12. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

( นายเทอดวิทย์ ไชยรัตน์ )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

13. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

( นางสาวกชพรรณ นาเสถียร )

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

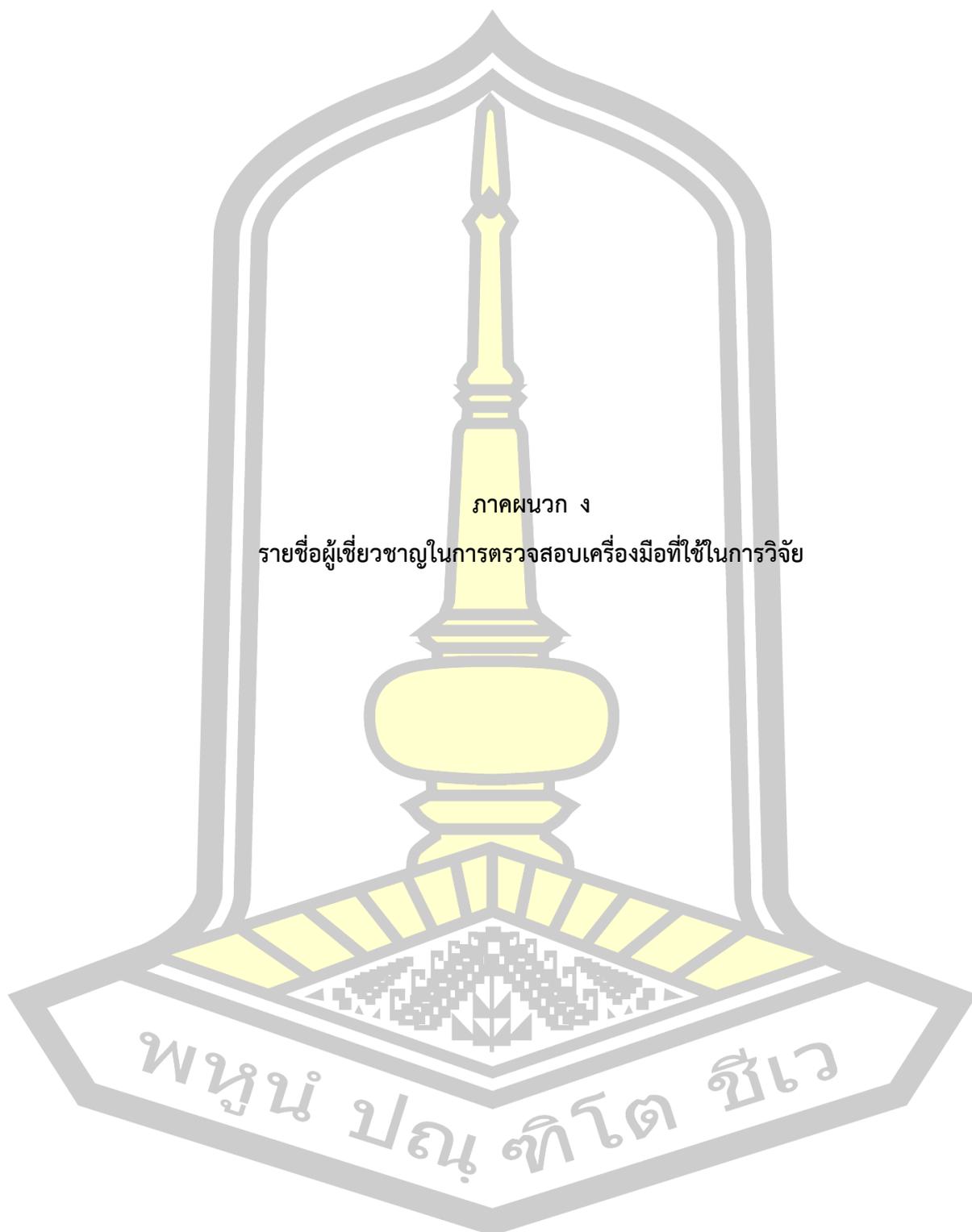
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุบัน ปณ สก โด ชีเว



คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเกี่ยวกับปฏิกริยาเคมี และเราสามารถทราบว่าการเปลี่ยนแปลงใดเป็นการเกิดปฏิกริยาเคมีหรือไม่ สามารถสังเกตได้จากสิ่งใดบ้าง





ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### 1. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน

วุฒิการศึกษา กศ.ด.การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายบริหาร แผน และประกันคุณภาพ คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

### 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉาณกรณ์ ทับทิมใส

วุฒิการศึกษา พร.ด.เคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี/เคมีศึกษา คณะ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

### 3. นายเทอดวิทย์ ไชยรัตน์

วุฒิการศึกษา กศ.ม.หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

### 4. นางสุภาพร ศรีจินราช

วุฒิการศึกษา กศ.ม.วิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

### 5. นายจักรพงษ์ น้อยสีภูมิ

วุฒิการศึกษา ศศ.ม.การสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

พูน ปณ กิโต ชเว

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายมนัสวี วรรณโนมัย
วันเกิด	วันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2538
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 39 ถนนคุ้มศรีสุวรรณ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551-2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย พ.ศ. 2554-2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย พ.ศ. 2557-2561 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. 2564-2566 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหุบัณฑิต ชีวะ