



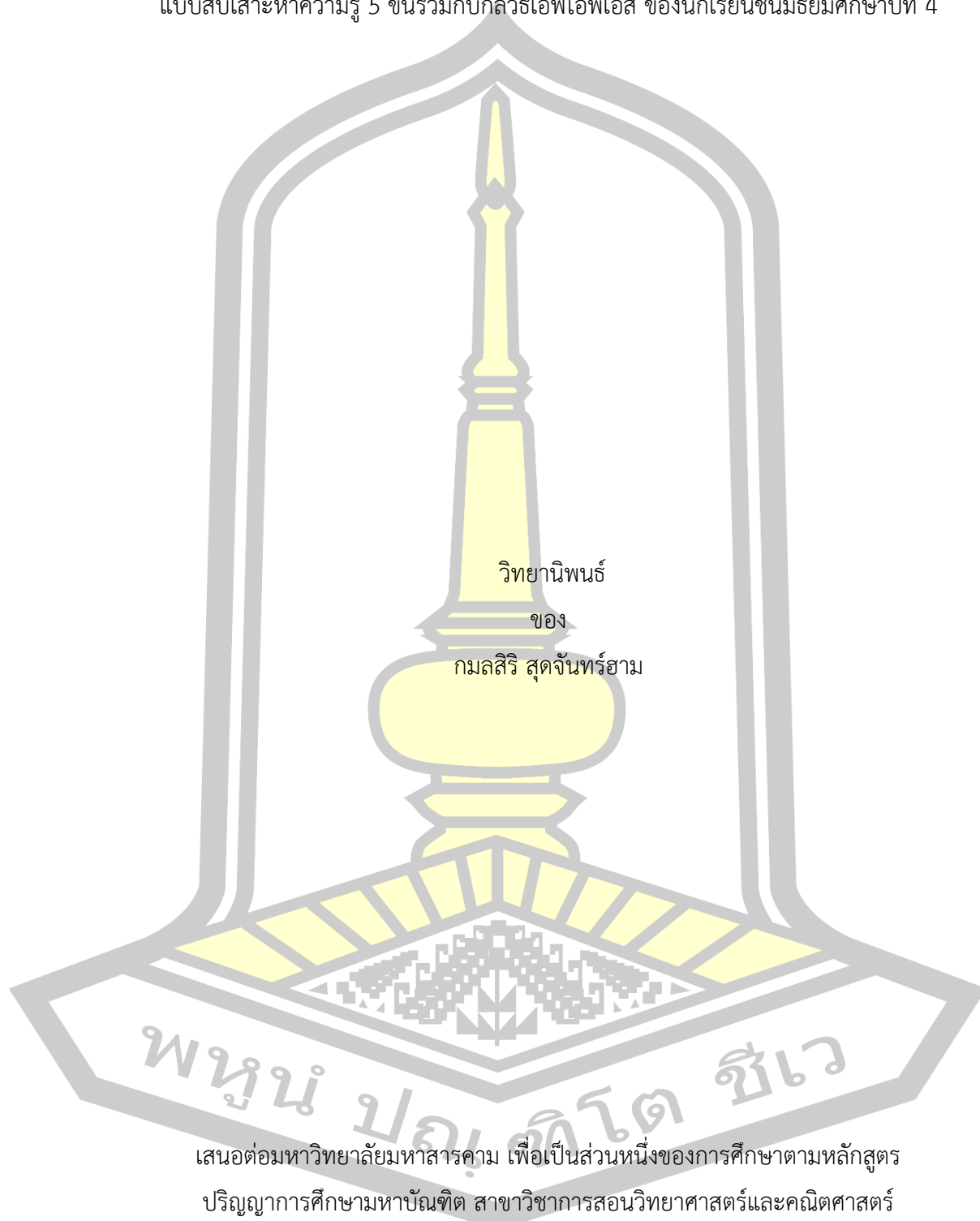
การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์
ของ
กมลสิริ สุดจันทร์ฮาม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มิถุนายน 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มิถุนายน 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Problem-Solving Ability in Chemistry Proposition on the Topic
of Stoichiometry by Using The 5E's of Inquiry-Based Learning combined with The
FOPS Strategy for Matthayomsuksa 4 Students

Kamolsiri Sudchanham

พหุบัณฑิต ชีวะ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

June 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวกมลสิริ สุดจันทร์
ฮาม แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. วิชญ รัชตเวชกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

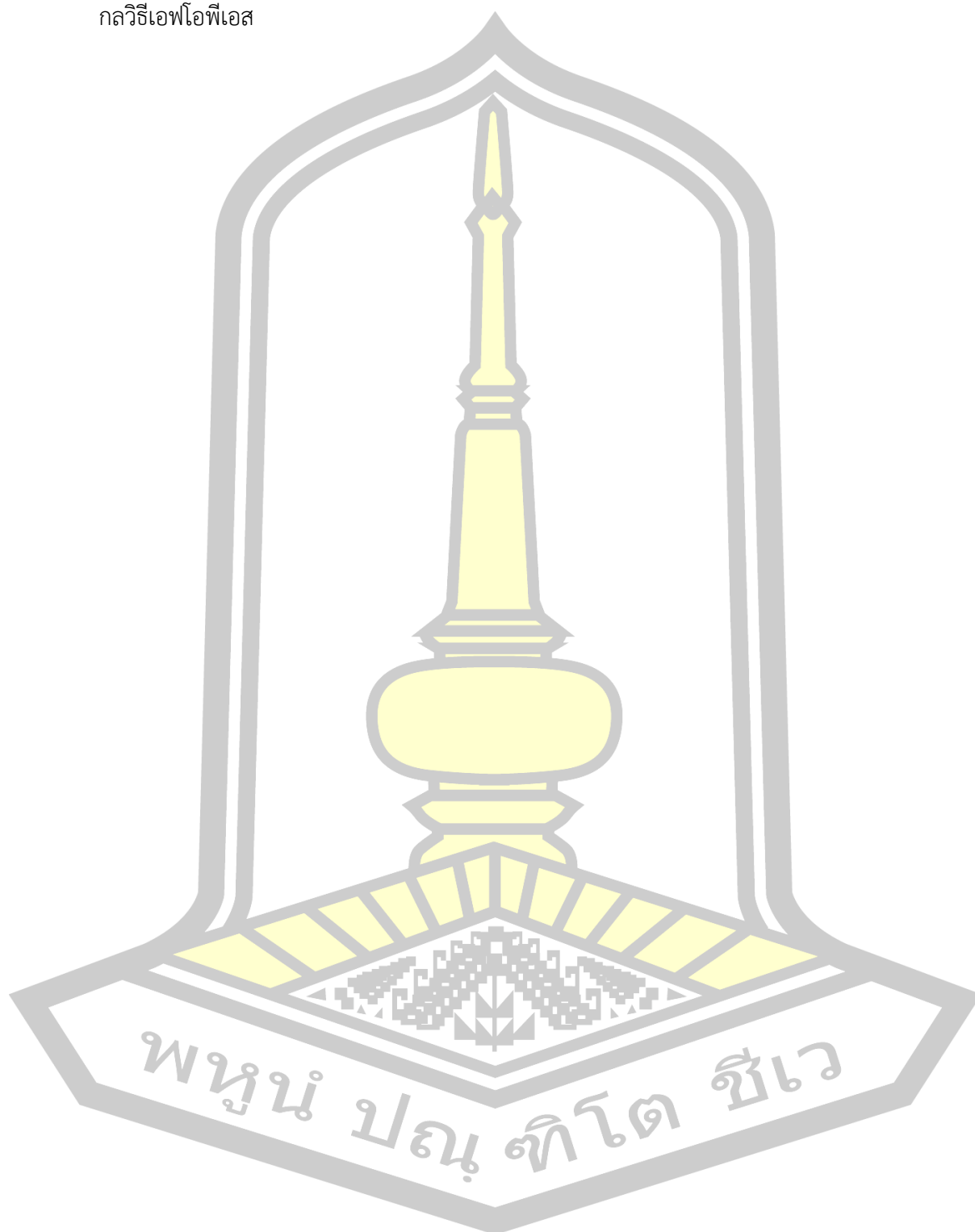
ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	กมลสิริ สุดจันทร์ฮาม		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 วิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีวงรอบปฏิบัติการ 3 วงรอบ กลุ่มเป้าหมายสำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ เวลา 14 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีแบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 9 ข้อ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี 4) แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า วงรอบปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 68.00 และวงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 92.00 สรุปได้ว่านักเรียนมีระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่สูงขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น,
กลวิธีเอฟโอพีเอส



TITLE	The Development of Problem-Solving Ability in Chemistry Proposition on the Topic of Stoichiometry by Using The 5E's of Inquiry-Based Learning combined with The FOPS Strategy for Matthayomsuksa 4 Students		
AUTHOR	Kamolsiri Sudchanham		
ADVISORS	Associate Professor Kanyarat Cojorn , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2024

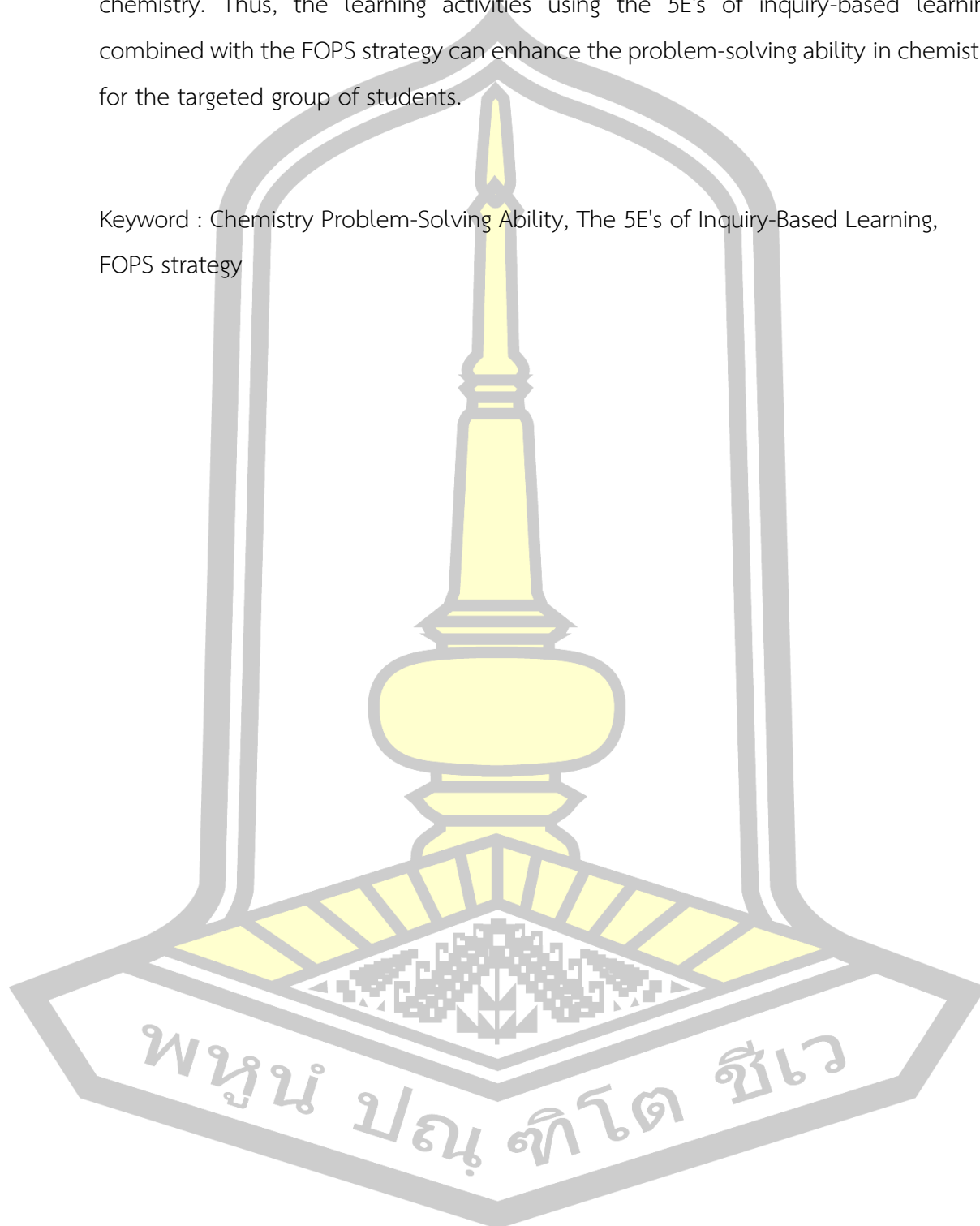
ABSTRACT

The purpose of this research was to develop the ability to solve chemical problems regarding stoichiometry of Matthayomsuksa 4 students who received the 5E's of inquiry-based learning combined with the FOPS strategy to pass the criteria of 70 percent. This research was the type of action research which consists of 3 cycles. The target group for this research consisted of 25 Matthayomsuksa 4 students from Sarakhampittayakhom School. The selection of participants was done through purposive sampling. The research instrument used in this study were 1) 9 lesson plan of the 5E's of inquiry-based learning combined with the FOPS strategy on stoichiometry of 14 hours, 2) the 3 set of chemistry problem-solving ability test which each set comprising 9 questions, 3) the behavioral observation model of problem-solving ability in chemistry, and 4) the student interview. The statistics used for data analysis include percentages, mean values, and standard deviations.

The research presented that in the first action cycle, 10 students passed the ability to solve chemistry problems criterion 70%, equivalent to 40.00%. In the second action cycle, 17 students passed the ability to solve chemistry problems criterion 70%, equivalent to 68.00%. In the third action cycle, 23 students passed the ability to solve chemistry problems criterion 70%, equivalent to 92.00%. In summary,

students who received learning activities developed high problem-solving ability in chemistry. Thus, the learning activities using the 5E's of inquiry-based learning combined with the FOPS strategy can enhance the problem-solving ability in chemistry for the targeted group of students.

Keyword : Chemistry Problem-Solving Ability, The 5E's of Inquiry-Based Learning, FOPS strategy



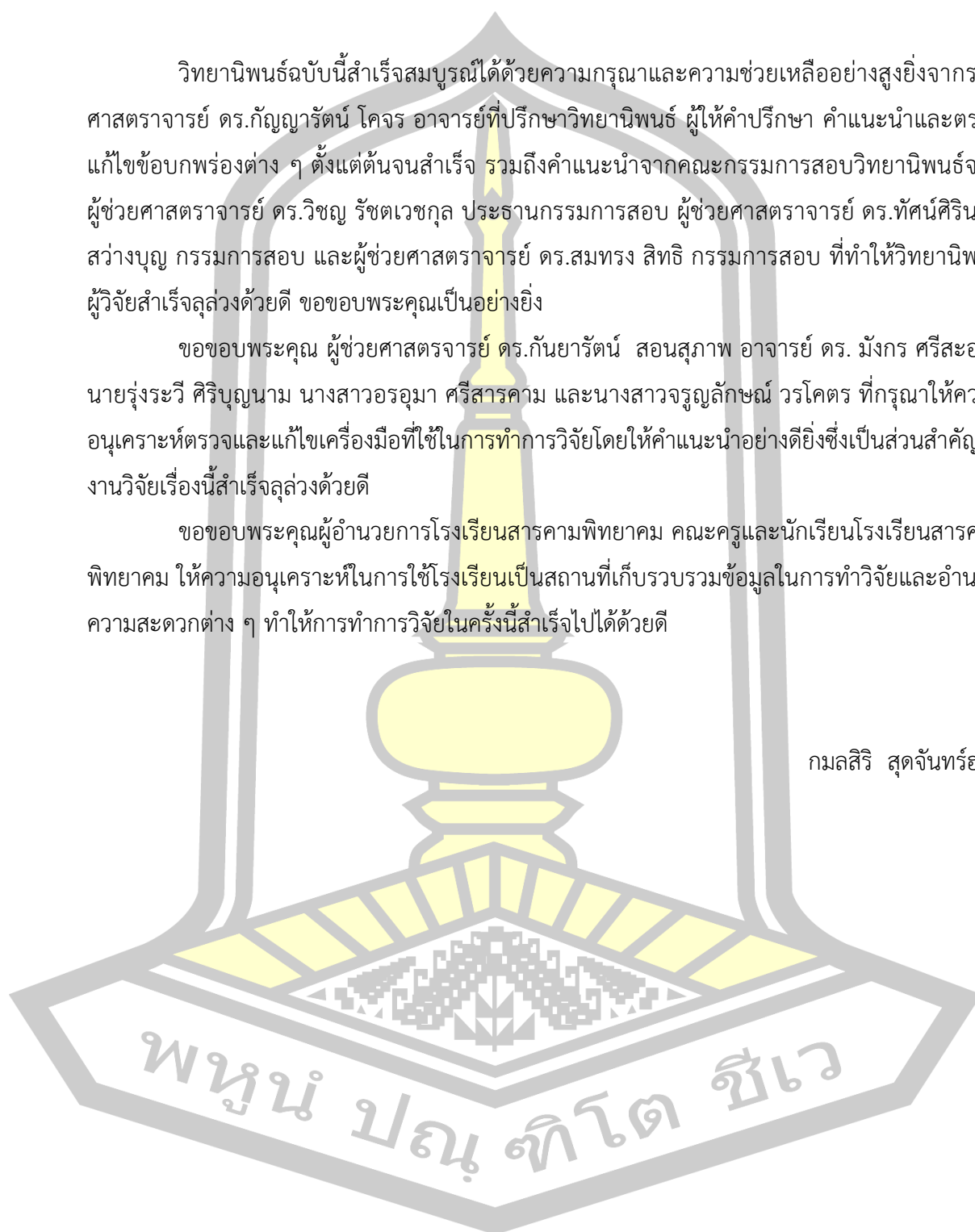
กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ รวมถึงคำแนะนำจากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชญ รัชตเวชกุล ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิรินทร์ สว่างบุญ กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ กรรมการสอบ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ผู้วิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม นางสาวอรอุมา ศรีสารคาม และนางสาวจรรยาฤกษ์ วรโคตร ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัยโดยให้คำแนะนำอย่างดียิ่งซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้ งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสารคามพิทยาคม ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

กมลสิริ สุดจันทร์ฮาม



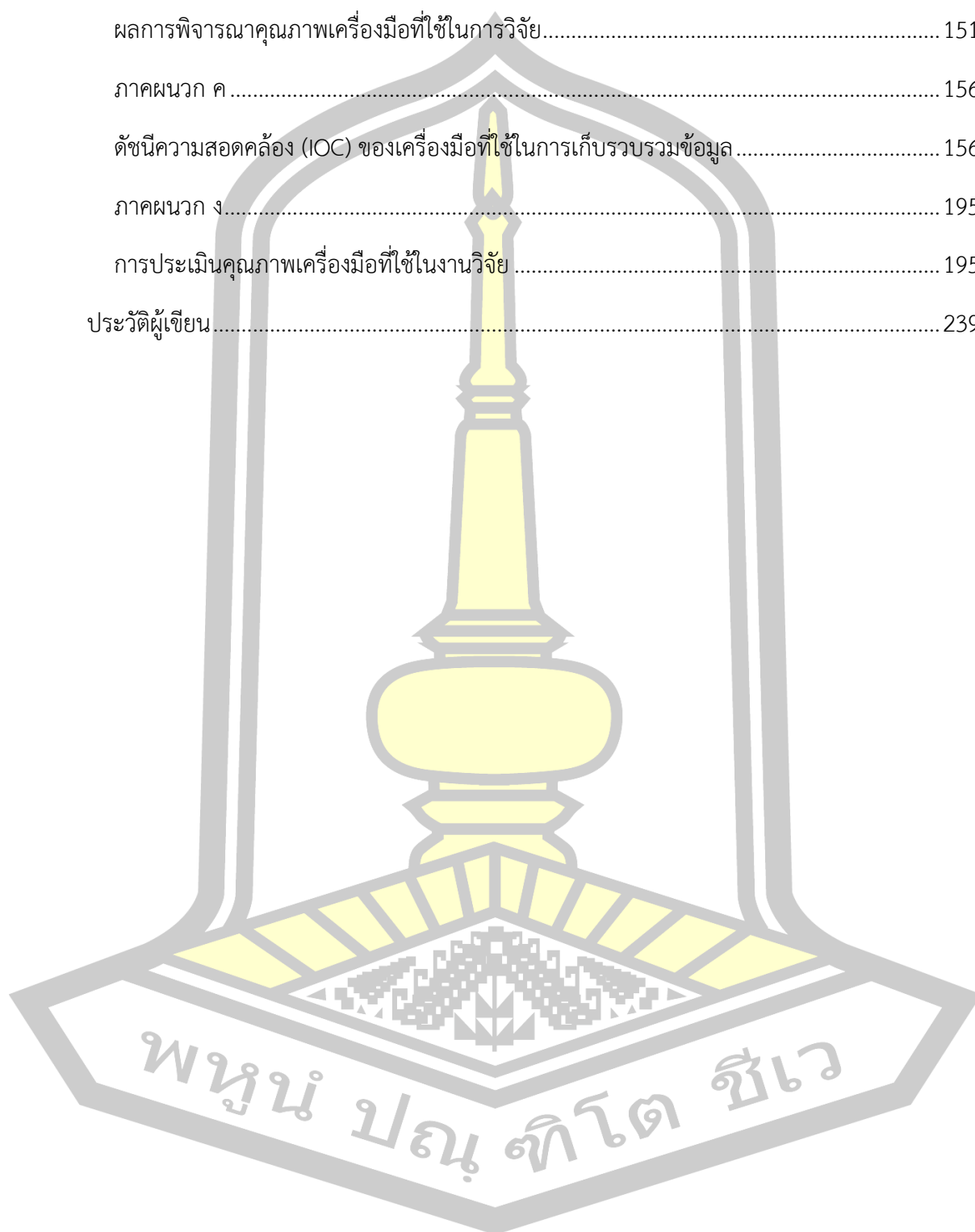
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	10
1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	10
1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	11
1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	14
1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	19
1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	27

2. กลวิธีเอฟโอพีเอส	28
2.1 ความหมายของกลวิธีเอฟโอพีเอส	28
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีเอฟโอพีเอส	29
2.3 ขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส	31
2.4 การนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	34
3. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส.....	35
4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	41
4.1 ความหมายของโจทย์ปัญหา.....	41
4.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	41
4.3 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา	42
4.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	49
4.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	51
5. วิจัยเชิงปฏิบัติการ	56
5.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	56
5.2 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	57
6. บริบทของโรงเรียนสารคามพิทยาคม	60
6.1 ข้อมูลทั่วไป.....	60
6.2 โครงสร้างหลักสูตรของโรงเรียน.....	60
6.3 เป้าหมายของโรงเรียน	60
6.4 ปัญหาที่พบ.....	61
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	62
7.1 งานวิจัยในประเทศ	62
7.2 งานวิจัยต่างประเทศ	65
กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย.....	68

บทที่ 3	69
วิธีดำเนินการวิจัย	69
กลุ่มเป้าหมาย	69
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	71
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	71
การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	88
การวิเคราะห์ข้อมูล	90
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	90
บทที่ 4	92
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ	96
บทที่ 5	127
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	127
ความมุ่งหมายของการวิจัย	127
สรุปผล	128
อภิปรายผล	128
ข้อเสนอแนะ	133
บรรณานุกรม	135
ภาคผนวก	143
ภาคผนวก ก	144
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องมือวิจัย	144

ภาคผนวก ข	151
ผลการพิจารณาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	151
ภาคผนวก ค	156
ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	156
ภาคผนวก ง.....	195
การประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	195
ประวัติผู้เขียน.....	239



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น : บทบาทครู	19
ตารางที่ 2 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	22
ตารางที่ 3 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	23
ตารางที่ 4 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	26
ตารางที่ 5 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส	38
ตารางที่ 6 การให้คะแนนแบบภาพรวมของทักษะการแก้ปัญหา	53
ตารางที่ 7 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ	54
ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส	54
ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7	70
ตารางที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส	72
ตารางที่ 11 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส วงรอบปฏิบัติการที่ 1.....	80
ตารางที่ 12 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส วงรอบปฏิบัติการที่ 2.....	81
ตารางที่ 13 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส วงรอบปฏิบัติการที่ 3.....	81
ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีตามกลวิธีเอฟโอพีเอส.....	82
ตารางที่ 15 ประเด็นในการสัมภาษณ์ที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน	85
ตารางที่ 16 ประเด็นที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมเพื่อบ่งชี้การมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี.....	86

ตารางที่ 17 การจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ.....	89
ตารางที่ 18 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีแบ่งตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ	93
ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 25 คน ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ.....	94
ตารางที่ 20 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำยวงรอบปฏิบัติการที่ 1 (n = 25).....	97
ตารางที่ 21 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1.....	100
ตารางที่ 22 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหในวงรอบปฏิบัติการที่ 2.....	107
ตารางที่ 23 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำยวงรอบปฏิบัติการที่ 2 (n = 15).....	109
ตารางที่ 24 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2.....	112
ตารางที่ 25 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหในวงรอบปฏิบัติการที่ 3.....	117
ตารางที่ 26 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำยวงรอบปฏิบัติการที่ 3 (n = 8).....	119
ตารางที่ 27 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3.....	121
ตารางที่ 28 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหในวงรอบปฏิบัติการต่อไป	126
ตารางที่ 29 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟไอทีเอส.....	152
ตารางที่ 30 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ใน วงรอบปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 12 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	157
ตารางที่ 31 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ใน วงรอบปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 12 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	165

ตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ใน วงรอบปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 12 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	173
ตารางที่ 33 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหา	184
ตารางที่ 34 ค่าดัชนีความสอดคล้องแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธี เอฟไอพีเอส	187
ตารางที่ 35 ค่าดัชนีความสอดคล้องแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหา	189
ตารางที่ 36 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรม ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	192



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 วงรอบและขั้นตอนการวิจัยในแต่ละวงรอบตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart .. 58

ภาพที่ 2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ 96

ภาพที่ 3 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสของนักเรียนใน
วงรอบปฏิบัติการที่ 1 99

ภาพที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีตามกลวิธีเอฟโอพีเอสของนักเรียน
ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 111

ภาพที่ 5 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสของนักเรียนใน
วงรอบปฏิบัติการที่ 3 120



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์ช่วยวิจารณ์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยกำหนดให้เป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่จะเผชิญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักเหตุผลคุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นอกจากนี้การแก้ปัญหายังช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลายมีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) โดยวิชาเคมีเป็นส่วนหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติองค์ประกอบและโครงสร้างของสารที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันในแต่ละเรื่องการอธิบายและการหาคำตอบจะต้องอาศัยทั้งส่วนทฤษฎีส่วนคำนวณและส่วนปฏิบัติผสมกัน ส่วนการคำนวณของวิชาเคมีนั้นจะเน้นเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ซึ่งผู้แก้โจทย์ปัญหาจะต้องมีความรู้ส่วนทฤษฎีและส่วนคำนวณประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกันกับกระบวนการแก้ปัญหามathematics (Smith, 1991)

โจทย์ปัญหาประกอบด้วยข้อความที่เป็นภาษาหนังสือหรือโจทย์ที่เป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันทีทันใดต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณหรือตัวเลข โดยอาศัยความรู้ประสบการณ์การวางแผนต้องมีการวิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบได้ (หน่วยศึกษานิเทศก์, 2545) วิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นเคมีคำนวณการแก้โจทย์ปัญหาถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้และการทดสอบส่วนใหญ่เน้นไปที่การหา

คำตอบเป็นตัวเลข ถ้านักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ได้จะส่งผลกระทบต่อการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไปในวิชาเคมี (วรพทยา มณีรัตน์ และปิยรัตน์ ตรีบัณฑิต, 2560) จากการศึกษารายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฝ่ายวิชาการของโรงเรียนสารคามพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเพียงร้อยละ 54.91 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่โรงเรียนตั้งไว้ (รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา โรงเรียนสารคามพิทยาคม, 2565) และในปีการศึกษา 2566 ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีไปทดสอบกับนักเรียนเรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย จำนวน 3 ข้อที่วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 40 คน มีนักเรียนจำนวน 15 คนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนจำนวน 25 คนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งจากการวิเคราะห์นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ นักเรียนส่วนใหญ่จะวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ ไม่สามารถบอกได้ว่าข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร นอกจากนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าจะต้องมีการพัฒนานักเรียนที่ขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเคมี จากการที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 พบปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน คือ นักเรียนส่วนใหญ่วิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่ได้ ไม่ทราบว่าข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบมีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันอย่างไรในการทำโจทย์เคมี สถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ให้มากก็ไม่ได้ให้ตัวแปรที่จะให้เรานำไปใช้ในการแทนค่าได้เลยต้องหาจากข้อมูลที่โจทย์ให้มาอีกรอบก่อน ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเนื้อหาไม่มีแนวทางในการวิเคราะห์ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี ซึ่งผู้เรียนไม่เข้าใจปัญหาว่าต้องการใช้อะไร ข้อมูลที่ได้มานั้นมีอะไรบ้างที่เป็นประโยชน์ในการหาคำตอบ มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทำให้การแก้ปัญหานั้นเกิดการผิดพลาด มีปัญหาในการคำนวณสับสนในการตั้งค่าทำให้เกิดการหาคำตอบผิดพลาดหรือเป็นคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ (จรรยา ดาสา, 2553) และปัญหาที่สำคัญของผู้เรียนเกี่ยวกับการทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การทำความเข้าใจของปฏิกิริยาทางเคมี ครูควรฝึกวิธีการคิดลัดของรูปแบบทั้งหมดและควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับแนวทางที่จะทำให้เข้าใจในแนวคิดพื้นฐานของวิชาก่อนที่จะแนะนำวิธีขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาเคมีต่อไป (Hafsah, Rosnani, Zurida, Kamaruzaman & Yin, 2014) นอกจากนี้เวลาที่ครูสอนครูส่วนใหญ่มักจะคำนึงถึงแต่เนื้อหาที่จะสอนทันเวลาหรือไม่ ทำให้ครูเลือกที่จะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายแทนวิธีการสอนที่จะให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมเอง ซึ่งทำให้นักเรียนขาดความสนใจที่อยากจะเรียน (พงษ์ศักดิ์ ขจรจิต, 2559) จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนไม่ดีเท่าที่ควร

จากสภาพปัญหาข้างต้นผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) เป็นรูปแบบการสอนที่แก้ปัญหการสอนของครูอีกรูปแบบหนึ่งที่เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ ด้วยตนเองมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ถึงวิธีการที่จะใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ (ทิตินา แคมมณี, 2552) นักเรียนมีการพัฒนาทางด้านความคิดส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเกิดความคงทนในการเรียนรู้และทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยครูผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ ให้คำแนะนำและจัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) เมื่อนักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบตามขั้นตอน สามารถทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกิดเป็นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดเป็นทักษะกระบวนการคิดที่จะประยุกต์ความรู้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ช่วยให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์โดยตรงในการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ยังขาดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน (วรทยา มณีรัตน์ และปิยรัตน์ ตรีบัณฑิต, 2560) ที่ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

กระบวนการแก้โจทย์ปัญหานั้นมีหลากหลายรูปแบบและหลากหลายขั้นตอน แต่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าหลักการ แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวข้องกับกลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy) เป็นกลวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหตามแนวคิดการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema-Based Instruction) ที่เน้นบทบาทของโครงสร้างปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการจำแนกลักษณะของปัญหาการสร้างตัวแทนของปัญหาผ่านการใช้แผนภาพโครงสร้าง (Schematic Diagrams) และการกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม โดยกลวิธีเอฟโอพีเอสประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาร่วมกับการเตือนตนเอง (Self-Monitoring) เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้ ขั้นที่ 1 การพิจารณาประเภทของปัญหา (F-Find the Problem Type) ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the Information in the Problem Using the Diagram) ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (P-Plan to Solve the Problem) และขั้นที่ 4 การแก้ปัญหา (S-Solve the Problem) ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและยังเกิดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ (Jitendra et al, 2010) จากสาเหตุและปัญหาที่ได้กล่าวมากระบวนการที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนและมีความสนใจในการเรียน

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพื่อแก้ปัญหาในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียน จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นเข้ามาร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดคำถาม เพื่อทำการค้นคว้าข้อมูลนำมาวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล สามารถแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบที่เน้นกระบวนการค้นพบที่มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เข้ามาร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสจะสามารถช่วยส่งเสริมให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีให้ดีขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางให้ผู้สนใจในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นได้
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

ขอบเขตการวิจัย

1. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ คือ เนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสารคามพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 14 ชั่วโมง

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 25 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้วิจัยได้สำรวจความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ (ณิชารีย์ สืบพา, 2561)

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

4. ตัวแปรที่วิจัย

4.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

4.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (The 5E's of Inquiry-Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดคำถาม เพื่อทำการค้นคว้าข้อมูล นำมาวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเองโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามขั้นตอน ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สร้างความสนใจ ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด นักเรียนมีบทบาทในการตรวจสอบความรู้หรือทบทวนความรู้เดิมของตนเองมีความกระตือรือร้น รู้จักตั้งคำถามและแสดงความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ นักเรียนตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้แนะแนวทาง วิธีการตรวจสอบ เช่น ทำการทดลอง นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้แสดงความคิดอย่างอิสระ ทดสอบ บันทึกการสังเกต ให้ข้อสังเกตและลงข้อสรุป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล เพื่อให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ในเรื่องที่ศึกษา โดยครูมีบทบาทส่งเสริมให้นักเรียน แสดงความคิดรวบยอด สนับสนุนให้นักเรียนแสดงหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ รวมทั้งฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนหรือครูอธิบาย

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ให้นักเรียนนำข้อสรุปหรือหลักการที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ และมีทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายสถานการณ์เดิมได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นการประเมินความรู้ของนักเรียนผ่านกระบวนการต่าง ๆ ผู้เรียนจะต้องประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเองด้วยการทำแบบทดสอบ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประเมินพัฒนาการของตนเองและครูทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียน

2. กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy) หมายถึง กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาควบคู่กับการเตือนตนเอง (Self-Monitoring) ในทุกขั้นตอนของกลวิธีเพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนอ่านและตีความปัญหาให้เป็นภาษาของนักเรียนเอง ซึ่งจะทำให้ทราบว่านักเรียนรู้และไม่รู้อะไรในปัญหา โดยนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลในปัญหาให้ชัดเจนและระบุประเภทของปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) เป็นขั้นตอนในการออกแบบหรือสร้างตัวแทนของข้อมูลจากประโยคข้อความในปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลหรือจำนวนที่มีความสัมพันธ์กัน โดยเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงในแผนภาพและเขียนเครื่องหมายคำถามแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า จากนั้นนักเรียนต้องสรุปข้อมูลของปัญหาจากแผนภาพที่สมบูรณ์และทบทวนความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องเน้นแผนการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมจากพื้นฐานของข้อมูลในปัญหาแต่ละประเภท จากนั้นถ่ายโยงข้อมูลในแผนภาพไปสู่สมการ

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยเขียนคำตอบและหน่วยของคำตอบให้สมบูรณ์และมีการตรวจสอบการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาและขั้นตอนในการคำนวณอีกด้วย

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส หมายถึง กระบวนการสอนที่ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดคำถาม เพื่อทำการค้นคว้าข้อมูลนำมาวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล สามารถการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยกลวิธีเอฟโอพีเอสจะรวมในขั้นที่ 4 ขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น แล้วเกิดปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปด้วยตัวของผู้เรียนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันเป็นกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบและลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ ครูมีหน้าที่ส่งเสริมกระตุ้นให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบเป็นไปด้วยดี

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบพร้อมทั้งวิเคราะห์อธิบายและเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้มีการอ้างอิงหลักฐาน ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์หรือองค์ความรู้เดิมแล้วลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ให้ นักเรียนจะนำข้อสรุปหรือหลักการที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสตามขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเอง ด้วยการทำแบบทดสอบ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประเมินพัฒนาการของตนเองและครูทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียน

4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี (The Problem-Solving Ability in Chemistry) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบวิธีหาคำตอบของปัญหาวัยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยการพิจารณาว่าอะไรคือปัญหา อะไรคือข้อมูลที่ต้องการและข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์ได้ สามารถวางแผนเพื่อแก้โจทย์ปัญหาและดำเนินวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบ วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีแบบอัตนัย ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) หมายถึง นักเรียนสามารถพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุประเภทของปัญหา

2. การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) หมายถึง นักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหา

และนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้นหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

3. การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem) หมายถึง นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้นหรือสัญลักษณ์ไปสู่การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการวางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือใช้สัญลักษณ์

4. การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) หมายถึง นักเรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ และแสดงกระบวนการคำนวณหาค่าที่ต้องการเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

- 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
- 1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
- 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
- 1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
- 1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

2. กลวิธีเอฟโอพีเอส

- 2.1 ความหมายของกลวิธีเอฟโอพีเอส
- 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีเอฟโอพีเอส
- 2.3 ขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส
- 2.4 การนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

- 4.1 ความหมายของโจทย์ปัญหา
- 4.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
- 4.3 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา
- 4.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
- 4.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

5. วิจัยเชิงปฏิบัติการ

- 5.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 5.2 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

6. บริบทโรงเรียนสารคามพิทยาคม

- 6.1 ข้อมูลทั่วไป
- 6.2 โครงสร้างหลักสูตรของโรงเรียน

6.3 เป้าหมายของโรงเรียน

6.4 ปัญหาที่พบ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

Good (1973) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้โดยใช้คำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเองเป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่เกิดขึ้น (Problem-Solving) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุป ประดิษฐ์คิดค้นตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล

กองการวิจัยทางการศึกษา (2536) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาเองได้และสามารถนำแนวทางการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

เสริมศรี ลักษณะศิริ (2540) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนได้สร้างสถานการณ์ในการเรียน เพื่อเกิดการกระตุ้นส่งเสริมให้เกิดคำถามหรือมองเห็นปัญหาที่ให้นักเรียนเกิดความสงสัยทำให้เกิดการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยนักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อมาตอบคำถามหรือปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนได้จัดขึ้น

ทิตินา แหมมณี (2545) ได้ให้นิยามการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบว่าเป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือสืบเสาะหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2549) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่าเป็นกระบวนการสอนที่ให้ผู้เรียนหาความรู้ โดยเน้นที่ครูใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หาความรู้ได้ดียิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความสามารถทางการคิดและการแก้ปัญหา เน้นสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด การลงมือปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบและวิธีการต่าง ๆ เพื่อค้นหาความรู้หรือความจริงเกิดเป็นความเข้าใจอย่างถ่องแท้จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ตลอดจนเก็บข้อมูลไว้ในระยะยาวและสามารถนำข้อมูลมาใช้เมื่อเผชิญสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายสถานการณ์เดิมได้ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้กำหนดประเด็นที่ใช้ในการศึกษา โดยประเด็นนั้นต้องสัมพันธ์กับหลักสูตรและสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยหรือเกิดความสนใจในเรื่องที่เรียนตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดกับนักเรียนมากกว่าผลลัพธ์ที่ได้ ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ตลอดจนอำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน เช่น การจัดกิจกรรมที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ การเตรียมสื่อและแหล่งการเรียนรู้ให้เพียงพอแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้หรือหลักการที่ถูกต้องด้วยตนเองและประสบความสำเร็จในการเรียนรู้มากที่สุด

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดคำถาม เพื่อทำการค้นคว้าข้อมูลนำมาวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเองโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

จากการศึกษาเอกสารพบว่าแนวคิดทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาจากทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยม (Constructivism) มีผู้อธิบายไว้ดังนี้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และเพียว ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี สร้างสรรคความรู้นิยม (Constructivism) เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง ครูไม่สามารถเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนได้แต่ครูสามารถจัดสภาพแวดล้อมให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุล ทำให้นักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลที่ได้รับกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีภาวะสมดุลและสร้างเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

ทิตนา แคมมณี (2554) กล่าวว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเพียเจต์และวิก็อตสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยม (Constructivism) โดยเพียเจต์

อธิบายว่าพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของแต่ละบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับและกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาพัฒนาการจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับและซึมซับประสบการณ์ใหม่ที่เข้าไปสอดคล้องกับความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยคนทุกคนจะมีพัฒนาการไปตามลำดับจากประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมรอบตัว ส่วนวิกิอิตสกีให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เนื่องจากมนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด ดังนั้นสถาบันสังคมเริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของแต่ละบุคคล

สุจินต์ วิทวธีรานนท์ (2560) กล่าวว่าจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้นิยม (Constructivism) เน้นว่าการเรียนรู้เป็นการทำความเข้าใจด้วยตัวของนักเรียนในสิ่งที่กำลังเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถแปลความหมายจากสิ่งที่กำลังเรียนรู้ได้โดยมีการจัดกระทำข้อมูลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นและเกิดเป็นองค์ความรู้ร่วมกัน โดยแนวคิดที่มีผลต่อทฤษฎีการเรียนรู้คือแนวคิดของเพียเจต์และวิกิอิตสกี

1. แนวคิดของเพียเจต์ การเรียนรู้หมายถึง การแปลงรูปความเป็นจริงที่นักเรียนค้นพบ โดยการสร้างความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง ดังนั้นทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้นิยมสามารถบอกได้ว่าคนเราเรียนรู้ได้อย่างไรโดยนักเรียนจะค่อย ๆ สะสมความรู้ความเข้าใจอย่างง่ายไว้เป็นพื้นฐานและเพิ่มความซับซ้อนขึ้นตามประสบการณ์ทำให้เกิดการพัฒนาการทางด้านความคิดจิตใจและสติปัญญา เรียกว่า พัฒนาการทางสติปัญญาอย่างง่าย นอกจากนี้การเรียนรู้ยังเป็นเรื่องของ การปรับตัวให้เหมาะสม ความรู้เป็นสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองไม่ได้รับการลอกเลียนแบบมาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ดังนั้นครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในความรู้ด้วยตนเองว่า ความรู้นั้นเป็นอย่างไรตามความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานอยู่ก่อนแล้วและมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับบุคคลอื่น ๆ เพราะความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยเน้นว่าการเรียนรู้หมายถึงการสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้และเชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่มีอยู่ ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามหลักการสร้างสรรค์ความรู้ของเพียเจต์มีดังนี้

1.1 การเรียนรู้จะต้องเกิดขึ้นโดยนักเรียนเข้าไปเรียนรู้โดยได้รับกระบวนการทางสังคมที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

1.2 นักเรียนต้องตัดสินใจในการเรียนรู้ว่าเขาอยากเรียนอะไรให้เขาวางแผนและตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นกิจกรรมในชั้นเรียนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนว่าต้องการลักษณะการเรียนการสอนแบบใด

1.3 นักเรียนจะต้องสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ที่เรียนใหม่ โดยนักเรียนใช้สมองและร่างกายโดยการลงมือกระทำจะทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้อย่างมีความหมาย

1.4 นักเรียนควรจะใช้วิธีการที่หลากหลายในการเรียนรู้

1.5 บรรยากาศในการเรียนการสอนประสบการณ์การเรียนรู้ต้องเป็นประสบการณ์ที่เป็นประสบการณ์จริงในชีวิตที่สามารถนำไปใช้ได้

1.6 นักเรียนต้องมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการเรียนรู้โดยเรียนด้วยตนเองและสามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นได้โดยวิธีการที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมที่สุด

1.7 ครูต้องมีบทบาทเกื้อหนุนและอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ให้เป็นไปตามที่นักเรียนต้องการ นักเรียนควรได้รับการเรียนรู้อย่างอิสระ โดยมีผู้คอยเกื้อหนุนเพื่อที่จะทำให้นักเรียนได้เกิดการแสวงหาความรู้

2. แนวคิดของวิกิออตสกีโดยวิกิออตสกีให้ความสำคัญกับบริบทของสังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งพื้นฐานความเป็นมาของบุคคลนั้น ๆ เพราะการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีหรือไม่ ครอบครัวหรือสิ่งแวดล้อมก็เป็นสิ่งสำคัญ การเลี้ยงดูจะส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและปฏิบัติเป็นแรงผลักดันให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา ในการนำหลักการของวิกิออตสกีไปใช้ครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ค่อย ๆ พัฒนาความสามารถไปจนถึงในระดับสูงและนักเรียนจะต้องมีโอกาสนในการแลกเปลี่ยนความรู้เพื่อทำความเข้าใจกับความรู้ที่ตนเองเป็นผู้สร้างขึ้น

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2561) กล่าวว่า จอห์น ดิวอี้ เป็นเจ้าของแนวคิด learning by doing กล่าวว่าหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาให้ความสำคัญกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์มากเกินไปขาดการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้จึงเริ่มนำการสืบเสาะมาใช้ในห้องเรียนโดยวิธีการดังกล่าว นักเรียนต้องเป็นผู้ลงมือกระทำปฏิบัติการทดลองเพื่อค้นคว้าหาคำตอบและครูต้องเป็นผู้ช่วยเหลือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสืบค้น ต่อมา จอห์น ดิวอี้ ได้ทำการศึกษาต่อจนค้นพบว่าการสืบเสาะในห้องเรียนต้องมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์และความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน

นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์ (2562) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อยู่บนพื้นฐานทางจิตวิทยา 3 ประการคือ 1) นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีโอกาสได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง 2) การเรียนรู้จะเกิดได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ยั่วชวนให้นักเรียนอยากรู้ครูต้องจัดกิจกรรมที่มีโอกาสได้ลงมือทดลอง และ 3) ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิดของตนเองมากที่สุดซึ่งแนวคิดที่กล่าวมาสอดคล้องกับการสร้างสรรค์ความรู้นิยม (Constructivism) และสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า เนื่องด้วยทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้นิยมมีแนวคิดสำคัญคือ การที่นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ตรงโดยตัวนักเรียนเอง โดยผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองที่เกิดจากการสืบค้น เสาะหา สืบถาม ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ ผ่าน

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมทำให้เกิดความรู้ใหม่ ซึ่งจะเกิดความสัมพันธ์กับความรู้เดิมต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ สามารถนำความรู้นั้นไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

นันทิยา บุญเคลือบ (2540) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้น

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้เป็นการแนะนำบทเรียนหรือประเด็นที่สนใจ ซึ่งประเด็นนี้อาจมาจากผู้เรียนนำเสนอหรือผู้สอนเป็นผู้เสนอแนะในห้องเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย การซักถามประเด็นปัญหา การอภิปรายประเด็นปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนการสอนควรจะอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว

2. ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิด โดยผู้เรียนได้รับคำแนะนำคำชี้แจงจากผู้สอนและมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้อย่างเพียงพอ ผู้สอนไม่ควรบอกผู้เรียนว่าต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดมากนัก เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ ผู้เรียนต้องมีบทบาทร่วมกันในการรับผิดชอบต่อสิ่งที่สำรวจการเก็บรวบรวมหรือการบันทึกข้อมูลของตนเอง ผลที่ได้จากการสำรวจจะนำมาสร้างคำอธิบายตามความหมายและความเข้าใจของตนเอง

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้มุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนด้วยความร่วมมือระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งมีส่วนในการเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาสามารถกำหนดมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง ผู้สอนเสนอแนะแนวทางแก่ผู้เรียนจนสร้างคำอธิบายตามความเข้าใจหรือกรอบแนวคิดของตน

4. ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่มผู้เรียนจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดผ่านการค้นพบทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ผู้เรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้โดยการขยายความคิดจากตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์เชิงสำรวจ สามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาใช้ทักษะต่าง ๆ รวมถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ การประเมินผลควรต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียน

กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้แบ่งขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนหรือเกิดจากอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจจะมาจากเหตุการณ์ในช่วงนั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สร้างแบบจำลองหรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวกับประเด็นที่ตั้งไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องอื่นได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. การประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นการประเมินความรู้ทักษะกระบวนการที่นักเรียนได้รับและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

สาโรช โศภีรักษ์ (2546) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ผู้สอนพูดคุยกับผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดคำถามและเปิดโอกาสโดยอาจจะสร้างสถานการณ์ เช่น การทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ดูให้นักเรียนดูสื่ออย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น สไลด์ประกอบคำบรรยาย วิดีทัศน์ของจริง รูปภาพหรือเรื่องเล่าเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ฟัง จากนั้นผู้เรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานในสาเหตุของปัญหาเหล่านั้น

2. ขั้นสืบสวนสอบสวน ผู้เรียนกำหนดแนวทางด้านค้นคว้าหาคำตอบเหล่านั้น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรจะมีแนวทางหลากหลายวิธีการ จากนั้นผู้เรียนทำการรวบรวมข้อมูลการทดลองตามขั้นตอนในขณะรวบรวมข้อมูลหรือการทดลองบันทึกผล

ตลอดเวลาบางครั้งอาจจะมีกิจกรรมอื่นเพิ่มเติม เช่น การสำรวจ การศึกษานอกสถานที่ การสัมภาษณ์ การปฏิบัติภาคสนาม เป็นต้น

3. ขั้นทดสอบสมมติฐาน เมื่อผู้เรียนสอบสวนข้อมูลแล้วช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลหรือผลที่ได้จากการสืบสวนสอบสวนนั้นแล้วสรุปเป็นข้อมูลเพื่อตอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้ ตั้งแต่ตอนแรกว่าตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

4. ขั้นสรุปคำตอบ โดยผู้เรียนและผู้สอนช่วยกันสรุปคำตอบ

5. ขั้นนำไปใช้ ผู้เรียนและผู้สอนวิเคราะห์ข้อสอบที่เกิดขึ้นแล้วช่วยกันอภิปรายว่าจะนำไปใช้ในสถานการณ์ที่ตั้งไว้อย่างไร

สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2549) ได้เสนอรูปแบบของการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะมี 5 ขั้นตอน คือ

1. สร้างความสนใจ ครูทำการแนะนำบทเรียน สถานการณ์ กิจกรรม ซึ่งนำไปสู่คำถาม ปัญหาหรือทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอนและกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนต่อไป

2. การสำรวจ ครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำระหว่างทำกิจกรรม โดยครูเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้ใช้ความคิดหรือความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับหัวข้อที่จะเรียนให้เป็นหมวดหมู่ อาจจะเป็นการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการด้วยตัวเอง

3. การอธิบาย กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่ได้รวบรวมไว้ในขั้นที่ 2 มาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป ให้นักเรียนนำความรู้จากข้อมูลขั้นที่ผ่านมาใช้กิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวคิดหลักมีครูเป็นผู้แนะนำ

5. การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายโดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวคิดหลักของตนว่าสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสนใจหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่มเรื่องที่นำเสนออาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการ

เสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็น เรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจจรรวมทั้งการรวบรวมความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความ เข้าใจในเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่าง หลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือ คำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลากหลายวิธี เช่น การทำการทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจาก การสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลหรือข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผล ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รูปภาพหรือสร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิด การเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยง กับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อมูลที่สรุปได้ไปใช้อธิบาย สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้ เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้มีความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้างอย่างไรและมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นข้างต้น สรุปได้ว่าการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4. ขั้นขยายความรู้ (Expansion) และ 5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ได้พัฒนาให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและ

พัฒนาการของนักเรียนในปัจจุบัน โดยสรุปในแต่ละขั้นที่มีลักษณะจุดประสงค์ บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สร้างความสนใจ ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด นักเรียนมีบทบาทในการตรวจสอบความรู้หรือทบทวนความรู้เดิมของตนเองมีความกระตือรือร้นรู้จักตั้งคำถามและแสดงความสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูมีบทบาทเป็นผู้แนะแนวทางวิธีการตรวจสอบ เช่น ทำการทดลอง การศึกษาหาข้อมูล รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันสังเกตและฟังคำตอบของนักเรียน ตลอดจนให้คำปรึกษาแก่นักเรียน นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ทดสอบ สมมติฐาน พยายามแก้ปัญหา บันทึกการสังเกต ให้ข้อสังเกตและลงข้อสรุป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ในเรื่องที่ศึกษา โดยครูมีบทบาทส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดรวบยอดสนับสนุนให้นักเรียนแสดงหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ รวมทั้งฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนหรือครูอธิบาย

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ที่กว้างขึ้นและมีทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายสถานการณ์เดิมได้ โดยครูมีบทบาทส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้อธิบายอย่างหลากหลายและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร นักเรียนมีบทบาทในการใช้ข้อมูลเดิมในการสร้างคำอธิบาย ตลอดจนลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน

5. ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นการประเมินความรู้ของนักเรียนผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาที่เรียนไปแล้วถูกต้องครบถ้วนหรือไม่และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้หรือไม่ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนหาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้ประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่มและตอบคำถามที่แสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

Trowbridge and Bybee (1996) กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น จะประสบความสำเร็จได้ในแต่ละขั้นครูต้องแสดงบทบาทของตนเอง ซึ่ง Trowbridge and Bybee ได้กล่าวไว้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น : บทบาทครู

ขั้นตอนการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด	- อธิบายความคิดรวบยอด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้อาจารย์นักเรียนในการคิดข้อสงสัย - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	- เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน
3. การอธิบาย (Explain)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง	- ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ขั้นตอนการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
	- ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ	
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้)	- ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน - อธิบายวิธีการแก้ปัญหา
5. การประเมินผล (Evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน	- ทดสอบคำถามย้อมศัพท์ และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดหรือความคิดรวบยอดใหม่ - ทำให้กลุ่มเครือ

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
	- หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	- ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

จากตารางจะเห็นได้ว่าบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจมีการเตรียมตัวในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ก่อนจึงจะสามารถจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ ครูจะต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่สร้างความสนใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มีการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด ส่งเสริมให้นักเรียนหาคำตอบในสิ่งที่เขาต้องการศึกษา สังเกต ซักถาม และให้คำปรึกษาจนนักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมด้วยตัวนักเรียนเอง ตลอดจนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

NRC (2000) กล่าวว่า การที่จะจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลัก ๆ ต่อไปนี้ โดยครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอและรู้ความสามารถของตนเองในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับนักเรียนไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการเรียนรู้และสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบในการทำงานให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยและเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นและให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมา

กระทรวงศึกษาธิการ (2544) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นครูจะต้องมีการวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เพื่อความสนใจในบทเรียนในการจัดกิจกรรมต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิดมีส่วนร่วมในกิจกรรมมีการสร้างแรงจูงใจและเสริมแรงอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

และกิจกรรมที่จะปฏิบัติ ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักการป้อนคำถามและจะต้องป้อนคำถามเก่งเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียนไม่ควรบอกคำตอบทันที ควรแนะนำให้ให้นักเรียนหาคำตอบได้เองจะต้องรู้ว่าถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความจำและถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าบอกคำตอบทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะทำให้เด็กไม่ใช้ความคิดนาน ๆ ครึ่งครูจึงตอบคำถามโดยตรงสักครึ่งหนึ่ง การสอนแบบนี้ครูจะต้องเป็นนักถามไม่ใช่ นักตอบ เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการและปฏิบัติการต่อไป ถ้านักเรียนยังไม่รู้วิธีการไม่ได้ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้เพื่อเป็นแนวทางก็ได้ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่ม ค้นคว้านั้น เป็นผู้กำกับและจัดระเบียบต่าง ๆ ของการทำกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างเป็นระเบียบและดำเนินกิจกรรมอย่างถูกต้อง คอยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากคิดหาคำตอบของปัญหาและไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเอง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปราย ชักถาม เพื่อจะได้เกิดแนวคิดกว้างขวางยิ่งขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป นอกจากนี้ครูจะต้องพยายามหาวิธีในการจัดการเรียนรู้หลาย ๆ วิธีมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ด้วยจะทำให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์ (2560) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของครู
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	จัดกิจกรรมเพื่อยั่วให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และเกิดการตั้งคำถามผ่านกิจกรรมการทดลอง หรือสถานการณ์ที่น่าสนใจ
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้สำรวจและค้นหา เพื่อหาคำตอบ
3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	ส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูล เช่น สร้างตาราง หรือกราฟ และตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการวิเคราะห์และอภิปรายอย่างมีเหตุผล

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของครู
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	จัดกิจกรรมเพื่อขยายความรู้ของนักเรียน โดยตั้งประเด็นให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้อื่นๆที่สร้างขึ้น
5. การประเมินผล (Evaluate)	จัดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเพื่อตรวจสอบความรู้ของตนเองกับนักเรียนคนอื่น ๆ

จากบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นข้างต้น สรุปได้ว่าบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

1. สร้างคำถามหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น
2. อำนวยความสะดวกหรือให้ข้อชี้แนะขณะนักเรียนสืบเสาะ
3. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
4. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้จากประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่
5. ขยายองค์ความรู้ของนักเรียน โดยอาจให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้
6. ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

Trowbridge and Bybee (1996) ได้กล่าวถึงโมเดลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ในบทบาทของนักเรียนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	- ถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ - แสดงความสนใจ	- ถามหาคำตอบที่ถูกต้อง - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง - ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาหรืออภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุป	- ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ - ทำงานเพียงลำพัง โดยมรปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก - ปฏิบัติตนอย่างสับสนไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน - เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ยังไม่คิดต่อ
3. การอธิบาย (Explain)	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก/สังเกตในการอธิบาย	- อธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม - ยกตัวอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องกัน - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล - ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	- นำการชี้บอกร่วมประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัด	- ปฏิบัติตนโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
	ความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจ	- ไม่สนใจข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ - อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้
5. การประเมินผล (Evaluate)	- ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต หลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง - ถามคำถามเพื่อให้มีการตรวจสอบต่อไป	- ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว - ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้จำกัดความ - ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความเข้าใจด้วยคำพูดของตนเอง

จากตารางจะเห็นได้ว่าบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นนั้น นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจของตนเองอย่างเต็มที่ สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระแต่ยังคงอยู่ภายใต้ขอบเขตของเรื่องที่ศึกษา สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือคำตอบที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของตัวเองกับของความคิดหรือคำตอบของผู้อื่นที่แตกต่างจากของตัวเองได้ สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมได้ โดยผ่านการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นและสามารถประเมินความก้าวหน้าจากการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวว่า นักเรียนจะต้องพยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายการสรุป ซึ่งนำไปสู่การคิดและ

หลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียนแสดงความรู้ ความรู้สึกและความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล พุด ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

นวลจิตต์ เขาวงกิตพงศ์ (2560) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของนักเรียน
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	ตั้งคำถามหรือประเด็นปัญหา
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาจัดกระทำด้วยวิธีต่าง ๆ
3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	อธิบาย ตอบคำถาม นำเสนอ เพื่อแสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่
5. การประเมินผล (Evaluate)	ตอบคำถาม พุดอธิบาย ที่แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ตนเองได้ศึกษา และประเมินความรู้ของตนเอง

จากบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นข้างต้นสรุปได้ว่าบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

1. ตั้งคำถามจากประเด็นหรือสถานการณ์ของครู
2. ค้นหาหาวิธีการที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา
3. ปฏิบัติการทดลองเพื่อสืบเสาะ โดยทำการสังเกตและบันทึกผล
4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะและนำเสนอข้อมูล
5. เชื่อมโยงองค์ความรู้ของตนเองที่มีอยู่ระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ที่ได้เรียนรู้
6. นำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่และประเมินความรู้ของตนเอง

จากบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ครูจะต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่เปิด

โอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง สถานการณ์นั้นเป็นปัญหาสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนต้องค้นหาสาเหตุเพื่ออธิบายปัญหานั้น โดยนักเรียนและครูเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามจุดมุ่งหมายปลายทางคือ นักเรียนต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบเห็น พุดแสดงความคิดเห็น อภิปรายในเรื่องที่เรียน สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยที่ครูต้องใช้เทคนิคการใช้คำถามอย่างรัดกุมและเหมาะสมที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

พันธ์ ทองชุม (2544) ได้กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดอย่างเต็มความสามารถ และรู้จักใช้เหตุผลในการวิเคราะห์บทเรียน
2. นักเรียนได้ฝึกฝนทั้งกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและทักษะต่าง ๆ ผ่านกระบวนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด สามารถจดจำความรู้ได้นาน เกิดเป็นความคงทนในการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
3. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง
4. นักเรียนสร้างองค์ความรู้และมีความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. ส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย

1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เวลาในการสอนแต่ละครั้งค่อนข้างมาก
2. หากครูยกตัวอย่างสถานการณ์หรือจัดกิจกรรมที่ไม่น่าสนใจ ไม่เข้าใจ อาจทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมน้อยลง ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่น่าสนใจเท่าที่ควร ดังนั้นครูควรคำนึงถึงสถานการณ์หรือการจัดกิจกรรมเป็นสำคัญ เพื่อให้นักเรียนให้ความร่วมมือในการปฏิบัติมากที่สุด
3. หากครูเข้มงวดหรือควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป อาจทำให้นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นและขาดความกระตือรือร้นในการลงมือปฏิบัติค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเท่าที่ควร
4. สำหรับเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อนจะส่งผลให้นักเรียนที่มีสติปัญญาอยู่ในระดับต่ำไม่สามารถศึกษา ค้นคว้าและหาความรู้ด้วยตนเองได้

5. นักเรียนบางคนมีวุฒิภาวะความเป็นผู้ใหญ่ไม่มากพอทำให้ขาดแรงจูงใจในการศึกษาปัญหา รวมทั้งนักเรียนที่ครูต้องคอยกระตุ้นในการเรียนเป็นประจำ อาจมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนบางส่วนหรือเรียนรู้ได้ครบกระบวนการจัดการเรียนการสอน แต่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนอย่างเต็มประสิทธิภาพ

6. การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้อาจสมำเสมออาจทำให้นักเรียนมีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองลดลง

จากข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า

ข้อดี คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มุ่งพัฒนานักเรียนในด้านสติปัญญา กระบวนการคิด การแก้ปัญหา การตัดสินใจและทักษะต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาผ่านการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเกิดเป็นความคงทนในการเรียนรู้และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้

ข้อจำกัด คือ ครูต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างรอบคอบ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในเวลาที่กำหนด แต่ต้องไม่ควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป รวมทั้งต้องยกสถานการณ์และจัดกิจกรรมที่น่าสนใจ เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนตลอดการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะในนักเรียนที่มีสติปัญญาอยู่ในระดับต่ำและในเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างยาก รวมทั้งควรจัดกิจกรรมที่มีความหลากหลายและการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ควรคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้สมำเสมออาจส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองลดลง

2. กลวิธีเอฟโอพีเอส

2.1 ความหมายของกลวิธีเอฟโอพีเอส

Jitendra et al. (2010) ได้อธิบายไว้ว่ากลวิธีเอฟโอพีเอสเป็นกลวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาตามแนวคิดการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema-Based Instruction) ที่เน้นบทบาทของโครงสร้างปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการจำแนกลักษณะของปัญหา การสร้างตัวแทนของปัญหาผ่านการใช้แผนภาพโครงสร้าง (Schematic Diagrams) และการกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยกลวิธีเอฟโอพีเอสประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาร่วมกับการเตือนตนเอง (Self-Monitoring) เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา

Brawand (2013) กล่าวว่า กลวิธีเอฟโอพีเอส คือ กลยุทธ์ที่ใช้โครงสร้างความรู้ (Schema-Based Instruction) เพื่อตรวจสอบการแก้ปัญหาส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านการใช้โครงสร้างความรู้ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาดัง 4 ขั้นตอนดังนี้ F คือค้นหาว่าเป็นปัญหามาตาม

สัดส่วนหรือไม่ O คือจัดระเบียบข้อมูลในปัญหาโดยใช้แผนภาพ P คือวางแผนเพื่อแก้ปัญหา และ S คือแก้ปัญหา

จากความหมายของกลวิธีเอฟโอพีเอสข้างต้นสรุปได้ว่า กลวิธีเอฟโอพีเอส หมายถึง กลวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาตามแนวคิดโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่เน้นบทบาทของโครงสร้างปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการแก้ปัญหา

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

1.1 ทฤษฎีโครงสร้าง (Schema theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ของมนุษย์นั้นมีลักษณะที่เชื่อมโยงกันเป็นกลุ่ม การที่มนุษย์จะได้เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ นั้นจะเป็นการนำความรู้ใหม่ ๆ ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่นอกจากนั้นทฤษฎีนี้ยังเชื่อเกี่ยวกับความสำคัญของการรับรู้ โดยเชื่อว่าการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นโดยปราศจากการรับรู้ การรับรู้จะเป็นการสร้าง ความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม นอกจากนั้นโครงสร้างความรู้ยังช่วยในการ ระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เราเคยเรียนรู้มาอีกด้วย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายความหมายของทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) ไว้ดังนี้

Rumelhart (1981) ได้อธิบายความหมายโครงสร้างความรู้ว่า หมายถึงหน่วย ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เก็บสะสมไว้ในสมอง ซึ่งหน่วยความรู้เหล่านั้นเป็นตัวแทนความรู้และประสบการณ์ ของบุคคลอาจเป็นทั้งความรู้ ความจำจินตนาการที่เกี่ยวกับประสบการณ์ที่เป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรม อาจจะเปรียบได้ว่าโครงสร้างความรู้ (Schema) เป็นกล่องขนาดใหญ่ที่สามารถบรรจุข้อมูลหลักและข้อมูลย่อยมีความเชื่อมโยงเป็นลำดับขั้น (Building blocks) และเมื่อได้พบข้อมูลใหม่จะเกิด การสร้างความหมาย ถ้าผ่านการตรวจสอบแล้วข้อมูลใหม่จะถูกซึมซับไว้เป็นโครงสร้างใหม่ต่อไป

Devine (1986) ได้ให้ความหมายว่า โครงสร้างความรู้ (schema) หมายถึง ความรู้ทั่วไปซึ่งบุคคลจะสะสมไว้ในหน่วยความจำเป็นข้อมูลความคิดการรับรู้โนทัศน์การแก้ปัญหาอารมณ์ โครงสร้างความรู้นี้จะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล เด็กมักจะมีโครงสร้างความรู้เดิมน้อยกว่าผู้ใหญ่และ บุคคลวัยเดียวกันอาจจะมีโครงสร้างความรู้ในเรื่องต่าง ๆ แตกต่างกันไปโดยขึ้นอยู่กับประสบการณ์ใน การเรียนรู้ของแต่ละคน

Marshall (1995) ได้อธิบายว่า โครงสร้างความรู้เป็นสื่อของหน่วยความจำซึ่งจะ ช่วยจัดระเบียบประสบการณ์ที่คล้ายกันของแต่ละบุคคล โดยมีลักษณะดังนี้ (1) สามารถรับรู้ ประสบการณ์เพิ่มเติมและสามารถบอกได้ว่าประสบการณ์นั้นมีความคล้ายกันหรือแตกต่างกัน (2) สามารถเข้าถึงกรอบทั่วไปที่มีองค์ประกอบที่สำคัญของประสบการณ์ที่คล้ายกันรวมทั้งส่วนประกอบ (3) สามารถเขียนข้อสรุปแสดงความคิดเห็นการสร้างเป้าหมายและพัฒนาโดยใช้โครงร่างและ (4) สามารถใช้ทักษะขั้นตอนหรือระเบียบตามความจำเป็นเมื่อต้องเผชิญกับปัญหา

สรุปได้ว่า โครงสร้างความรู้ หมายถึง ความรู้ของบุคคลที่เก็บสะสมไว้ซึ่งหน่วยความรู้เหล่านั้นเป็นตัวแทนความรู้และประสบการณ์ของบุคคลมีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกันเมื่อรับข้อมูลใหม่เข้าไป ถ้าข้อมูลใหม่นั้นมีความสัมพันธ์กับข้อมูลหรือความรู้เดิมบุคคลก็จะสามารถเข้าใจข้อมูลนั้นได้ง่ายและสามารถเก็บข้อมูลใหม่ไว้ได้อย่างเป็นระบบ

1.2 การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานไว้ดังนี้

Marshall (1995) ได้กล่าวถึง การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีรากฐานมาจากทฤษฎีทางปัญญา (Cognitive theory) ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยมีเป้าหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสอนหลักการต่าง ๆ (Domain knowledge) โดยให้ความสำคัญกับโครงสร้างความรู้ (Schemata) การหาความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงโครงสร้างความรู้หรือหลักการต่าง ๆ เหล่านั้นในกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม

Kalyuga (2006) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีแนวคิดมาจากทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานว่าโครงสร้างของปัญหาเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา

Na (2009) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านการใช้โครงสร้างความรู้ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ และช่วยในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

Jitendra et al. (2010) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานเป็นการเรียนการสอนที่เน้นบทบาทของโครงสร้างปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการสร้างความเข้าใจปัญหาการสร้างตัวแทนของปัญหาผ่านการใช้แผนภาพโครงสร้าง (Schematic diagrams) และการจำแนกลักษณะหรือจัดหมวดหมู่ของข้อมูลในปัญหา เพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีกระบวนการที่ครูเป็นสื่อกลางในการเรียนการสอน (Teacher-Mediated Instruction) ตามด้วยการเรียนรู้แบบจับคู่ผู้เรียน (Paired-Partner Learning) และการเรียนรู้เป็นรายบุคคล (Independent Learning) โดยมีการเสริมต่อความรู้ของนักเรียนผ่านการใช้ภาพแผนภาพ (Visual Diagrams) และตรวจสอบความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนซึ่งครูสามารถติดตามการเรียนรู้ของนักเรียนที่เปลี่ยนจากครูเป็นสื่อกลางในการเรียนการสอนไปสู่การเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้จากวิธีการหรือแผนการในการกำกับตนเองของนักเรียน

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีเอฟไอพีเอส สรุปได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจใน

ปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้ โดยเชื่อมโยงจากความรู้เดิมที่มีอยู่และจำแนกลักษณะหรือจัดหมวดหมู่ของข้อมูลในปัญหาเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 ขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส

Jitendra et al. (2010) ได้อธิบายไว้ว่ากลวิธีเอฟโอพีเอสเป็นกลวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาตามแนวทางการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema-Based Instruction) ที่เน้นบทบาทของโครงสร้างปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการจำแนกลักษณะของปัญหาการสร้างตัวแทนของปัญหาผ่านการใช้แผนภาพโครงสร้าง (Schematic Diagrams) และการกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยกลวิธีเอฟโอพีเอสประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาร่วมกับการเตือนตนเอง (Self-Monitoring) เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา

ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องใช้การเตือนตนเองเพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองและช่วยให้ครูสามารถติดตามการเรียนรู้ของนักเรียนที่เปลี่ยนจากครูเป็นสื่อกลางในการเรียนการสอน (Teacher-Mediated Instruction) ไปสู่การเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตัวเอง (Independent Learning) ซึ่ง Kramarski, Mevarech and Arami (2002), Kramarski and Mizrachi (2006), and Pintrich (2002) ได้กล่าวไว้ว่าการเตือนตัวเองเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มีความสำคัญต่อความสามารถในกลวิธีรู้คิด (Metacognitive Strategy Knowledge) และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะที่ดีในการกำกับตนเอง (Self-Regulation)

Jitendra et al. (2010) ได้อธิบายขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (F-Find the Problem Type) ในขั้นตอนนี้ มุ่งเน้นให้นักเรียนอ่านและตีความปัญหาให้เป็นภาษาของนักเรียนเอง ซึ่งจะทำให้ทราบว่านักเรียนรู้และไม่รู้อะไรในปัญหา โดยนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาซ้ำเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลในปัญหาให้ชัดเจนและระบุประเภทของปัญหา นอกจากนั้นครูจะต้องมีการขยายความและอธิบายเกี่ยวกับสภาพของปัญหาเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและระบุประเภทของปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the Information in the Problem Using the Diagram) ในขั้นตอนนี้เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างตัวแทนของปัญหานักเรียนจะต้องมีความพร้อมที่จะใช้แผนภาพโครงสร้างความรู้ (Schematic Diagrams) ในการออกแบบหรือสร้างตัวแทนของข้อมูลจากประโยคข้อความในปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลหรือจำนวนที่มีความสัมพันธ์กัน โดยเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงในแผนภาพและเขียนเครื่องหมายคำถามแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า จากนั้นนักเรียนต้องสรุปข้อมูลของปัญหาจากแผนภาพที่สมบูรณ์และทบทวนความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ

ตัวแทนปัญหาอีกครั้ง นอกจากนั้นในขั้นตอนนี้ยังมีการขีดเส้นใต้ข้อมูลที่สำคัญและพิจารณาการเขียนจำนวนลงในแผนภาพตามวัตถุประสงค์และเรื่องราวของปัญหา โดยมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลสำคัญที่มีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสนใจและจดจำปัญหาได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (P-Plan to Solve the Problem) ในขั้นตอนนี้เน้นแผนการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมจากพื้นฐานของข้อมูลในปัญหาแต่ละประเภท จากนั้นถ่ายทอดข้อมูลในแผนภาพไปสู่สมการ

ขั้นที่ 4 การแก้ปัญหา (S-Solve the Problem) ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยเขียนคำตอบและหน่วยของคำตอบให้สมบูรณ์และมีการตรวจสอบการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาและขั้นตอนในการคำนวณอีกด้วย

Jitendra et al. (2011) กล่าวว่า ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาก็จะมีการติดตามผลการเรียนรู้โดยคำถามที่ถูกออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมในการแก้ปัญหา โดยมีขอบเขตในการพิจารณา ดังต่อไปนี้

1) ความเข้าใจปัญหา (Problem Comprehension) ตัวอย่างคำถาม เช่น ฉันท่านและอ่านปัญหาซ้ำ เพื่อทำความเข้าใจว่าปัญหาให้อะไรมาบ้างและต้องการให้หาอะไร ทำไมจึงเป็นปัญหามันมีความคล้ายหรือแตกต่างจากปัญหาที่ฉันท่านเคยเจออย่างไร

2) ตัวแทนของปัญหา (Problem Representation) ตัวอย่างคำถาม เช่น แผนภาพ โครงสร้างความรู้ใดที่สามารถนำเสนอข้อมูลของปัญหาเพื่อแสดงความสัมพันธ์

3) แผนการดำเนินการแก้ปัญหา (Problem Planning) ตัวอย่างคำถาม เช่น ฉันท่านสามารถสร้างสมการได้อย่างไร กลวิธีใดสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้

4) คำตอบของปัญหา (Problem Solution) ตัวอย่างคำถาม เช่น คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ฉันท่านสามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

Brawand (2013) ได้อธิบายขั้นตอนกลวิธีเอฟโอพีเอสว่ามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณาประเภทของปัญหา (F-Find the Problem Type) คือ ค้นหาว่าเป็นปัญหาตามสัดส่วนหรือไม่

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the Information in the Problem Using the Diagram) คือ จัดระเบียบข้อมูลในปัญหาโดยใช้แผนภาพ

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (P-Plan to Solve the Problem) คือ การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมจากพื้นฐานของข้อมูลในปัญหาแต่ละประเภท จากนั้นถ่ายทอดข้อมูลในแผนภาพไปสู่สมการ

ขั้นที่ 4 การแก้ปัญหา (S-Solve the Problem) คือ แก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยเขียนคำตอบและหน่วยของคำตอบให้สมบูรณ์

Schwab, Tucci, and Jolivet (2013) กล่าวว่ากลวิธีเอฟโอพีเอสในการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ค้นหาประเภทของปัญหา เป็นขั้นตอนการรับรู้รูปแบบของปัญหา รูปแบบของความรู้หรือเรียกว่าเป็นการระบุโครงสร้างปัญหา
- 2) จัดระเบียบข้อมูลในปัญหาโดยใช้โครงสร้างไดอะแกรม เป็นขั้นตอนการใช้โครงสร้างไดอะแกรมต่าง ๆ เพื่อแสดงแทนความรู้หรือปัญหานั้น ๆ อย่างละเอียด
- 3) แผนการเพื่อแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนการใช้ความรู้เชิงกลยุทธ์ในการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา
- 4) การแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนการใช้ความรู้ร่วมกับกลยุทธ์ที่วางแผนไว้ใน การดำเนินการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอสที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กลวิธีเอฟโอพีเอส หมายถึง กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาควบคู่กับการเตือนตนเอง (Self-Monitoring) ในทุกขั้นตอนของกลวิธีเพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส คือ

ขั้นที่ 1 การพิจารณาประเภทของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนอ่านและตีความปัญหาให้เป็นภาษาของนักเรียนเอง ซึ่งจะทำให้ทราบว่า นักเรียนรู้และไม่รู้อะไรในปัญหา โดยนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาซ้ำเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลในปัญหา ให้ชัดเจนและระบุประเภทของปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) เป็นขั้นตอนในการออกแบบหรือสร้างตัวแทนของข้อมูลจากประโยคข้อความในปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลหรือจำนวนที่มีความสัมพันธ์กัน โดยเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงในแผนภาพและเขียนเครื่องหมายคำถามแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า จากนั้นนักเรียนต้องสรุปข้อมูลของปัญหาจากแผนภาพที่สมบูรณ์และทบทวนความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องเน้นแผนการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมจากพื้นฐานของข้อมูลในปัญหาแต่ละประเภท จากนั้นถ่ายโยงข้อมูลในแผนภาพไปสู่สมการ

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนักเรียนจะต้องแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยเขียนคำตอบและหน่วยของคำตอบให้สมบูรณ์และมีการตรวจสอบการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาและขั้นตอนในการคำนวณอีกด้วย

2.4 การนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

Jitendra's (2007) กล่าวว่า กลวิธีเอฟโอพีเอส มี 4 ขั้นตอน คือ 1) ค้นหาประเภทของปัญหา 2) จัดระเบียบข้อมูล 3) วางแผนแก้ปัญหา และ 4) แก้ปัญหาในระหว่างขั้นตอนการสอน ครูผู้สอนจำลองการค้นหาประเภทของปัญหา โดยการอ่านออกเสียงขีดเส้นใต้ข้อมูลและประเมินคำถามเพื่อกำหนดโครงสร้าง จากนั้นครูผู้สอนทำเครื่องหมายถูกด้วย (F) เพื่อติดตามกลวิธีการแก้ปัญหานี้ จากนั้นครูจัดระเบียบข้อมูลโดยวาดผังกราฟิกที่สอดคล้องกันและวางข้อมูลลงในตำแหน่งที่ถูกต้อง ครูตรวจสอบการใช้กลยุทธ์การตรวจสอบตนเอง (O) ต่อไปวางแผนที่จะแก้ปัญหด้วยการระบุประโยคตัวเลขที่เหมาะสม เพื่ออำนวยความสะดวกในการแก้ปัญหา สุดท้ายแก้ปัญหด้วยการคำนวณวิธีแก้ปัญหากลยุทธ์ว่าตรวจสอบ (S) เพื่อติดตามการใช้กลยุทธ์ด้วยตนเอง จากนั้นครูเปิดโอกาสให้ฝึกฝนตามลำดับขั้นตอนในระหว่างการศึกษาปฏิบัติจะเลียนแบบขั้นตอนของครูผู้สอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนครูกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามพร้อมเพรียงกันเพื่อสรุปบทเรียน

Brawand (2013) กล่าวว่า กลวิธีเอฟโอพีเอส มี 4 ขั้นตอน คือ 1) ค้นหาประเภทของปัญหา 2) จัดระเบียบข้อมูลในปัญหาโดยใช้แผนภาพ 3) วางแผนแก้ปัญหา และ 4) แก้ปัญหาในระหว่างขั้นตอนการสอน ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ยกตัวอย่างในการแก้ปัญหด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสก่อน โดยเริ่มจากการ 1) ค้นหาประเภทของปัญหา คือ ครูผู้สอนจะต้องอ่านและตีความของปัญหา เพื่อทำความเข้าใจและระบุประเภทของปัญหา 2) จัดระเบียบข้อมูลในปัญหาโดยใช้แผนภาพ คือ ครูผู้สอนจะต้องออกแบบหรือสร้างตัวแทนของข้อมูลจากปัญหา ซึ่งข้อมูลหรือจำนวนในโจทย์จะต้องสัมพันธ์กัน โดยเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงในแผนภาพ 3) วางแผนแก้ปัญหา คือ จากการจัดระเบียบข้อมูลจะต้องวางแผนการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการเลือกวิธีการที่เหมาะสม จากนั้นเชื่อมโยงข้อมูลจากแผนภาพไปสู่สมการเพื่อแก้ปัญห และ 4) แก้ปัญหา คือ แก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยเขียนคำตอบให้สมบูรณ์ จากนั้นครูผู้สอนนำโจทย์มาให้ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหตามกลวิธีเอฟโอพีเอส

จากการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนข้างต้น สรุปได้ว่าครูผู้สอนจะต้องสาธิตการแก้ปัญหด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสและอธิบายแต่ละขั้นตอนให้ละเอียดก่อนที่จะให้นักเรียนปฏิบัติเอง โดยกลวิธีเอฟโอพีเอสมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาประเภทของปัญหา คือ ครูผู้สอนจำลองการค้นหาประเภทของปัญหา โดยการอ่านออกเสียงขีดเส้นใต้ข้อมูลและประเมินคำถามเพื่อกำหนดโครงสร้าง

ขั้นที่ 2 จัดระเบียบข้อมูลโดยใช้แผนภาพ คือ ครูผู้สอนจะต้องออกแบบหรือสร้างตัวแทนของข้อมูลจากปัญหา ซึ่งข้อมูลหรือจำนวนในโจทย์จะต้องสัมพันธ์กัน โดยเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงในแผนภาพ

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา คือ จากขั้นตอนการจัดระเบียบข้อมูลโดยใช้แผนภาพขั้นที่ 2 นั้น ครูผู้สอนจะต้องยกตัวอย่างการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและเชื่อมโยงข้อมูลจากแผนภาพไปสู่สมการหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหา คือ แก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ในขั้นวางแผนแก้ปัญหา โดยต้องเขียนคำตอบให้สมบูรณ์

3. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หมายถึง เป็นกระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดคำถาม เพื่อทำการค้นคว้าข้อมูลนำมาวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเองโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้อยากรู้อยากเห็นแล้วเกิดปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปด้วยตัวของผู้เรียนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันเป็นกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบและลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ ครูมีหน้าที่ส่งเสริม กระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบเป็นไปด้วยดี

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบพร้อมทั้งวิเคราะห์อธิบายและเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้มีการอ้างอิงหลักฐาน ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์หรือองค์ความรู้เดิมแล้วลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมหรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวางสมบูรณ์กระจ่างและลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยการอธิบายยกตัวอย่าง

ซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบนำไปประยุกต์ใช้ใน
เรื่องอื่น ๆ หรือในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้ประเมิน
องค์ความรู้ใหม่ของตนเองและของเพื่อนร่วมชั้นเรียน

กลวิธีเอฟโอพีเอส หมายถึง กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวการเรียนการสอน
โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาควบคู่กับการเตือน
ตนเอง (Self-Monitoring) ในทุกขั้นตอนของกลวิธีเพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา แบ่งออกเป็น
4 ขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส คือ

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) เป็น
ขั้นตอนในการอ่านและการพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจโจทย์
ปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the
information in the problem using the diagram) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องสอนตนเองให้อ่าน
ปัญหาเพื่อระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหาและนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้
แผนภาพ รูปภาพ เส้นหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem) เป็น
ขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้นหรือสัญลักษณ์ไปสู่การวางแผนการแก้
โจทย์ปัญหา โดยการวางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือใช้สัญลักษณ์

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียน
ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่ตนเองสร้างขึ้นเป็น
เครื่องมือในการนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหากระบวนการคำนวณหาค่าที่ต้องการ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์
ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส หมายถึง
กระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ครูจัดกิจกรรมหรือ
สถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดคำถามเพื่อทำการค้นคว้าข้อมูลนำมาวิเคราะห์
อย่างมีเหตุผล สามารถการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน
จนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยกลวิธีเอฟโอพีเอสจะร่วมในขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ของการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียน
เกิดความสงสัยใคร่รู้อยากรู้ อยากเห็นแล้วเกิดปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องสำรวจ
ตรวจสอบต่อไปด้วยตัวของผู้เรียนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันเป็นกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการวางแผนกำหนดการสำรวจ ตรวจสอบและลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ ครูมีหน้าที่ส่งเสริม กระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบเป็นไปด้วยดี

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบพร้อมทั้งวิเคราะห์อธิบายและเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้มีการอ้างอิงหลักฐาน ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์หรือองค์ความรู้เดิมแล้วลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ ครูจัดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ให้นักเรียนจะนำข้อสรุปหรือหลักการที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเอฟไอพีเอสตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) เป็นขั้นตอนในการอ่านและการพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องสอนตนเองให้อ่านปัญหาเพื่อระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหาและนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem) เป็นขั้นตอน ที่ผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ ไปสู่การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการวางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือใช้สัญลักษณ์

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่ตนเองสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหากระบวนการคำนวณหาค่าที่ต้องการ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเองด้วยการทำแบบทดสอบ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการของตนเองและครูทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียน พร้อมหาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงความคิดหรือพฤติกรรม

ตารางที่ 5 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ	ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น แล้วเกิดปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปด้วยตัวของผู้เรียนเอง	จัดกิจกรรมเพื่อยั่วให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และเกิดการตั้งคำถามผ่านกิจกรรมการทดลองหรือสถานการณ์ที่น่าสนใจ	ตั้งคำถามหรือประเด็นปัญหา
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา	นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจในปัญหาหรือเรื่องที่ จะศึกษาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้จากใบกิจกรรมกลุ่มว่าโจทย์ต้องการถามหาอะไร อะไรที่โจทย์กำหนดให้ และค้นหาคำสำคัญจากโจทย์ปัญหา แล้ววางแผนแก้ปัญหาทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์	จัดกิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนได้สำรวจและ ค้นหาเพื่อหาคำตอบ	นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาจัดกระทำ ด้วยวิธีต่าง ๆ

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ พร้อมทั้งวิเคราะห์ อธิบาย และเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้มีการอ้างอิงหลักฐาน ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ หรือองค์ความรู้เดิม แล้วลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล	ส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูล เช่น สร้างตาราง หรือกราฟ และตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการวิเคราะห์และอภิปรายอย่างมีเหตุผล	สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ พร้อมทั้งวิเคราะห์ อธิบายและเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้ มีการอ้างอิงหลักฐาน ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ หรือองค์ความรู้เดิม แล้วลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้	- ครูผู้สอนนำสถานการณ์ใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับเรื่องที่สอนให้นักเรียนมาแก้ปัญหา เพื่อกระตุ้นนักเรียนนำ	- จัดกิจกรรมเพื่อขยายความรู้ของนักเรียน โดยตั้งประเด็นให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่	- อธิบาย ตอบคำถามนำเสนอ เพื่อแสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	ความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือ ข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ โดยนักเรียนต้องมีการทำความเข้าใจปัญหา มีการวางแผน แก้ปัญหาแล้วทำการดำเนินการตามแผน จากนั้นทำการตรวจสอบผลที่ได้ - ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำกลวิธีเอฟไอพีเอส มา ช่วย ใน การ แก้ปัญหา	มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้น - ครูแนะนำกลวิธีเอฟไอพีเอส เพื่อให้ นักเรียนได้นำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา	- นักเรียนนำกลวิธีเอฟไอพีเอส เข้ามาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล	เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้ประเมิน องค์ความรู้ใหม่ของตนเอง และของเพื่อนร่วมชั้นเรียน	จัดสถานการณ์เพื่อให้ นักเรียนได้ประเมินตนเอง เพื่อตรวจสอบความรู้ของตนเองกับนักเรียนคนอื่น ๆ	ตอบคำถาม พูดอธิบายที่แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ตนเองได้ศึกษา และประเมินความรู้ของตนเอง

4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

4.1 ความหมายของโจทย์ปัญหา

ณัฐพร ศรีบุรณ์ (2543) ได้กล่าวไว้ว่า โจทย์ปัญหาหมายถึง คำถามที่ประกอบด้วย ภาษาหรือตัวเลข ซึ่งผู้แก้ปัญหามustใช้ความรู้และประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาทำการตัดสินใจ ประกอบกันในการตอบคำถามด้วยตนเอง

หน่วยศึกษานิเทศก์ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า โจทย์ปัญหาหมายถึง โจทย์ที่มีข้อความ เป็นภาษาหนังสือหรือโจทย์ที่เป็นเรื่องราวหรือโจทย์ที่เป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันทีทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณหรือตัวเลข เพื่อใช้ความรู้ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาลอง โดยจะต้องแปลความหมายวิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

โสมภิลัย สุวรรณ (2554) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบไปด้วย ภาษาและตัวเลขที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งผู้ที่คิดจะแก้ปัญหามustใช้ทักษะการตีความโจทย์มาเป็นสัญลักษณ์ก่อนและจะต้องคิดและตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการอะไรทางคณิตศาสตร์มาดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาลองได้ทันที

สุธิดา แสนวัง (2562) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาหมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วย ข้อความและตัวเลขไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันทีซึ่งจะต้องอาศัยการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน

จากความหมายของโจทย์ปัญหาลองข้างต้นสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา คือ ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะต่าง ๆ ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาลองหรือสถานการณ์นั้นอย่างเป็นกระบวนการและต้องอาศัยการฝึกฝน

4.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Dewey (1976) ให้ความหมายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลองว่า ความสามารถในการรับรู้และเข้าใจปัญหาลองเมื่อมีปัญหาลองเกิดขึ้น ผู้ที่ประสบปัญหาลองจะต้องรับรู้และเข้าใจปัญหาลองก่อนว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่าสิ่งใดคือสาเหตุของปัญหาลองต้องมีการระบุและแจกแจงปัญหาลองที่เกิดขึ้นซึ่งลักษณะมีความแตกต่างกันระดับยากง่ายที่แก้ไขต่างกัน จากนั้นต้องหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาลองและออกแบบรูปแบบวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาลองตั้งเป็นสมมุติฐานกำหนดเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาลองและผลที่ได้ไม่ถูกต้อง

ต้องเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จะได้วิธีที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุดจากนั้นนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสครั้งหน้าเมื่อพบสถานการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่พบมาแล้ว

Lamsdaine and Lamsdaine (1995) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาว่าเป็นความสามารถในการค้นพบการจัดการกับวิกฤตการณ์และทำการแยกส่วนวิเคราะห์คำหรือข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปหาคำตอบ

Polya (2004) ให้ความหมายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาว่า ความสามารถในการสำรวจและค้นพบปัญหาของโจทย์ด้วยวิธีต่าง ๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการหาและข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหาและตรวจสอบว่าการคำนวณผลการคำนวณถูกต้องหรือไม่

มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น และ ญาณภัทร สีหะมงคล (2554) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการหาแสดงวิธีการแก้ปัญหาสรุปคำตอบตรวจสอบคำตอบและสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาได้โดยวัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

พิจิตร ยังกดา (2557) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการเตรียมการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มาเลือกใช้สูตรดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบ

ปัทมาภรณ์ ศรีบุญ (2560) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การแปลความหมายของปัญหา พิจารณาปัญหาว่าต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง สาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาต้องอยู่รูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การเขียนรูปแบบ การเขียนแผนภาพ การเขียนสาระด้วยถ้อยคำของตนเอง

ปิยมาศ บุตตาน้อย (2564) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการสำรวจและการวิเคราะห์โจทย์ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยการนำความรู้ความเข้าใจมาเป็นพื้นฐานสำหรับการใช้ในการคำนวณหรือแก้โจทย์ปัญหาสามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอนซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จากความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ความสามารถในการค้นพบวิธีหา คำตอบของปัญหาด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยการพิจารณาว่าอะไรคือปัญหา อะไรคือข้อมูลที่ต้องการหาและอะไรข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์ได้ สามารถวางแผนเพื่อแก้โจทย์ปัญหาและดำเนินวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบ

4.3 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

Polya (1957) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าต้องอาศัยขั้นตอนต่าง ๆ 4 ขั้นตอนต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา (Understand The Problem) เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุดของกระบวนการแก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาจะเริ่มโดยการเข้าใจคำ วลี หรือประโยคย่อย ๆ ในตัวปัญหาก่อนจะถือว่ามีความเข้าใจในปัญหาก็คือเมื่อสามารถแยกแยะส่วนสำคัญของปัญหาแต่ละส่วนได้ ในที่นี้นักเรียนจะเชื่อมโยงปัญหามาอยู่ในภาษาของพวกเขาเองตามที่ประสบมาในแต่ละคน นักเรียนจะสำรวจปัญหาอย่างระมัดระวังจนสามารถวิเคราะห์แยกแยะ ระบุสิ่งที่ต้องการหาข้อมูลที่กำหนดเงื่อนไขที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับข้อมูลที่กำหนดให้

2. วางแผนแก้ปัญหา (Devising A Plan For Solving It) นับว่าเป็นขั้นที่ยากขั้นหนึ่งในกระบวนการแก้ปัญหาต้องได้รับการฝึกฝนทางการคิดและการให้เหตุผลเป็นอย่างดีเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความรู้ความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาก่อน รวมทั้งอาจจะใช้ประสบการณ์ที่เคยแก้ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงมาแล้วหรือมีส่วนใกล้เคียงกับปัญหาที่จะแก้เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดหรือสมมติฐานที่จะนำไปสู่ผลได้บ้างและมีข้อมูลใดบ้างที่จะนำไปสู่สิ่งที่ต้องการหา ซึ่งอาจไม่ใช่ข้อมูลที่กำหนดในตัวปัญหาโดยตรงหรืออาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่าเป็นขั้นที่นักเรียนสัมพันธ์ปัญหาไปสู่ประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์แต่ละคนแล้วรวบรวมข้อเท็จจริงทุกอย่างเข้าด้วยกันเพื่อตัดสินใจว่าจะทำวิธีใด นักเรียนเลือกยุทธวิธีและพิจารณาการกระทำที่เหมาะสมกับความเข้าใจของนักเรียนเป็นอย่างมาก

3. ดำเนินการตามแผน (Carry out Your Plan) เป็นขั้นตอนที่แสดงให้เห็นในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องจากขั้นที่ 2 คือ เมื่อวางแผนเสร็จแล้วก็จะไปเรียบเรียงและเติมรายละเอียดตามแผนที่วางไว้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น มีการตรวจรายละเอียดความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนตามลำดับการใช้ภาษาที่ชัดเจนเข้าใจและสมเหตุสมผลจะช่วยให้การแก้ปัญหาเป็นไปได้ง่ายขึ้น สุดท้ายก็ตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรซึ่งนักเรียนจะต้องลงมือทำในการแก้โจทย์ปัญหามักจะเป็นการคิดคำนวณนับเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา

4. การตรวจสอบ (Look Back To Examine The Solution Obtained) เป็นขั้นตอนที่มีประโยชน์อย่างยิ่งแต่มักจะถูกกละเลย เมื่อเราได้คิดและแสดงวิธีแก้ปัญหาแต่ละขั้นโดยละเอียดแล้วจะต้องตรวจสอบความถูกต้องและขั้นตอนการได้คำตอบมาด้วย เพราะจะช่วยให้เราเข้าใจปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา โดยเกิดความคิดที่จะดัดแปลงวิธีการแก้ปัญหาให้ง่ายหรือชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งอาจเกิดความคิดที่จะดัดแปลงวิธีการแก้ปัญหาให้ง่ายขึ้นหรือชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งอาจเกิดความคิดที่แก้ปัญหาเดิมซึ่งดัดแปลงข้อมูลไปบางอันนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่

Jitendra et al. (2010) ได้อธิบายขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (F-Find the Problem Type) ในขั้นตอนนี้ มุ่งเน้นให้นักเรียนอ่านและตีความปัญหาให้เป็นภาษาของนักเรียนเอง ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่า

นักเรียนรู้และไม่รู้อะไรในปัญหา โดยนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาซ้ำเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลในปัญหา ให้ชัดเจนและระบุประเภทของปัญหา นอกจากนั้นครูจะต้องมีการขยายความและอธิบายเกี่ยวกับสภาพของปัญหาเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและระบุประเภทของปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the Information in the Problem Using the Diagram) ในขั้นตอนนี้เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างตัวแทนของปัญหานักเรียนจะต้องมีความพร้อมที่จะใช้แผนภาพโครงสร้างความรู้ (Schematic Diagrams) ในการออกแบบหรือ สร้างตัวแทนของข้อมูลจากประโยคข้อความในปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลหรือจำนวนที่มีความสัมพันธ์กัน โดยเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงในแผนภาพและเขียนเครื่องหมายคำถามแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า จากนั้นนักเรียนต้องสรุปข้อมูลของปัญหาจากแผนภาพที่สมบูรณ์และทบทวนความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาอีกครั้ง นอกจากนั้นในขั้นตอนนี้ยังมีการขีดเส้นใต้ข้อมูลที่สำคัญและพิจารณาการเขียนจำนวนลงในแผนภาพตามวัตถุประสงค์และเรื่องราวของปัญหา โดยมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลสำคัญที่มีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสนใจและจดจำปัญหาได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (P-Plan to Solve the Problem) ในขั้นตอนนี้เน้น แผนการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมจากพื้นฐานของข้อมูลในปัญหาแต่ละประเภทจากนั้นถ่ายโยงข้อมูลในแผนภาพไปสู่สมการ

ขั้นที่ 4 การแก้ปัญหา (S-Solve the Problem) ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยเขียนคำตอบและหน่วยของคำตอบให้สมบูรณ์และมีการตรวจสอบการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาและขั้นตอนในการคำนวณอีกด้วย

Casey and Frazee (2012) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของปัญหา
2. เลือกข้อมูลจากคำสั่งปัญหา
3. เลือกข้อมูลจากหน่วยความจำ
4. การให้เหตุผล
5. ข้อผิดพลาดในการคำนวณ

กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ (2546) ระบุว่า กระบวนการแก้ปัญหานั้นมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญห จะต้องเข้าใจปัญหาว่าปัญหานั้นถามว่าอะไร มีข้อมูลอะไรแล้วบ้าง มีเงื่อนไขหรือข้อมูลอะไรเพิ่มเติมหรือไม่

ขั้นที่ 2 พร้อมแผนแก้ปัญห ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้พิจารณาแก้ปัญหสำหรับสูตรปัญหาเคมีนั้นผู้แก้ปัญหจะต้องทราบว่าแนวคิดอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหานี้ควรใช้วิธีคำนวณแบบใดจึงจะสะดวกและเหมาะสม

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหและประเมินผล เป็นการลงมือแก้ปัญหตามที่ได้วางแผนไว้และประเมินว่าวิธีที่ใช้มีความถูกต้องได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องกลับไปคิดว่าวิธีการที่ได้วางแผนไว้นั้นถูกต้องครบถ้วนหรือไม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญห ในการศึกษาครั้งนี้คำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์อื่น

จักรพันธ์ พิรัชชา (2553) สรุปว่า เมื่อพบปัญหาเกิดขึ้นจะต้องมีการหาวิธีการแก้ปัญห ซึ่งในการแก้ปัญหานั้นต้องมีกระบวนการที่ชัดเจน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์โจทย์ เป็นการอ่านโจทย์ที่กำหนดให้เพื่อทำความเข้าใจว่าโจทย์ต้องการทราบว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งใดคือสิ่งที่โจทย์ต้องการ

2. การสำรวจ เป็นการเตรียมแก้โจทย์ปัญหา โดยมีการระบุหลักการ กฎ ทฤษฎีที่ควรนำมาใช้รวมทั้งการหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมจากโจทย์ที่ไม่ได้กำหนด เพื่อให้สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่ต้องการได้

3. การเลือกวิธีแก้ปัญห เป็นขั้นตอนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการพิจารณาวิธีการหรือหลายวิธีแล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ โดยสรุปเป็นความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปสมการทางคณิตศาสตร์

4. การแก้ปัญห เป็นการใช้ทักษะการคำนวณเพื่อหาคำตอบของสมการที่เลือกไว้

5. การตรวจสอบและขยายผล เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ โดยการแทนค่าตัวแปรที่โจทย์ต้องการลงในสมการและค้นหามีวิธีการหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

จรรยา ดาสา (2553) ได้กล่าวว่า หลักการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีคำนวณมีหลักที่สำคัญอยู่ 4 ด้าน ซึ่งทุกด้านมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี คือ

1. การเข้าใจโจทย์หรือการตีโจทย์ หมายถึง 1) โจทย์ต้องการให้เราหาอะไร 2) เราต้องทราบข้อมูลอะไรบ้าง 3) โจทย์ให้ข้อมูลอะไรที่จำเป็นสำหรับการแก้โจทย์ปัญหา และ 4) มีข้อมูลอะไรที่เราต้องการทราบเพิ่มเติมบ้าง

2. การเชื่อมโยงแนวคิดที่เกี่ยวข้อง หมายถึง สามารถนำความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยแนวคิดที่นำมาใช้จะต้องถูกต้องครบถ้วนเนื่องจากการที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจะทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ดังนั้นผู้สอนต้องคำนึงถึงประเด็นที่สำคัญ 2 ประเด็น คือ 1) ครูผู้สอนต้องมั่นใจว่านักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีแล้วก่อนที่จะเริ่มให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา และ 2) ครูผู้สอนจะต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์เชื่อมโยงกับแนวคิดที่จำเป็นมากกว่าการสอนให้ผู้เรียนใช้สูตรในการคำนวณ

3. การเลือกหาวิธีการแก้โจทย์ให้เหมาะสม หมายถึง การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามความถนัดของตนเอง โดยวิธีที่นักเรียนนิยมใช้ในการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาเคมีคำนวณนั้นมี 3 วิธีหลัก ๆ คือ การใช้สูตร การเทียบบัญญัติไตรยางค์ และการตัดหน่วย โดยส่วนใหญ่ นักเรียนนิยมใช้สูตรในการคำนวณมากกว่าแบบอื่นเนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็ว แต่ก็พบปัญหว่านักเรียนใช้สูตรโดยขาดความเข้าใจอย่างแท้จริงและมักจะใช้หน่วยผิด เนื่องจากในการท่องสูตรนักเรียนไม่ได้พิจารณาหน่วยที่ใช้และในโจทย์ที่ซับซ้อนมากขึ้นนักเรียนจะไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนและในหนังสือแบบเรียนโดยทั่วไปจึงนิยมใช้การเทียบบัญญัติไตรยางค์หรือการตัดหน่วย เนื่องจากช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดที่เกี่ยวข้องได้ชัดเจนและยังพบว่านักเรียนส่วนหนึ่งประสบปัญหาในการคำนวณ เพราะหน่วยที่ใช้ในทางเคมีนั้นเป็นหน่วยที่นักเรียนไม่คุ้นเคย การใช้หลักการเปรียบเทียบกับหน่วยที่คุ้นเคยที่เรียกว่า analogy จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการคำนวณด้วยวิธีการเทียบบัญญัติไตรยางค์และการตัดหน่วยได้ดีขึ้น

4. การตรวจวิธีและการและคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบทั้งคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อในโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์อื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาได้ 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาได้ถ่องแท้
2. หาวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ใช้อุปกรณ์ของจริง ใช้การเขียนภาพ ใช้การเขียนตาราง เขียนรายการที่สำคัญของปัญหาคิดหาเหตุผล
3. ลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่คิดว่าได้ผล ถ้ายังไม่ได้ผลก็หาวิธีมาลองใหม่จนได้คำตอบ

4. ตรวจสอบคำตอบ

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556) เสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์และวางแผน เป็นขั้นการอ่านเพื่อทำความเข้าใจคิดวิเคราะห์โจทย์เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้น โดยพิจารณาจากคำสำคัญทางฟิสิกส์ การเขียนแผนภาพที่ระบุตัวแปรทางฟิสิกส์และวางแผนเพื่อเลือกมโนทัศน์ ทฤษฎี หลักการ สูตรต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ที่ต้องนำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาในขั้นถัดไป โดยสามารถทำได้ดังนี้

1.1 ค้นหาคำสำคัญ ชัดเจนได้คำสำคัญทางฟิสิกส์ส่วนที่โจทย์ต้องการทราบส่วนที่โจทย์กำหนดให้พร้อมแนบคำสำคัญนั้นด้วยสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์

1.2 สร้างแผนภาพ หลักการรวบรวมคำสำคัญทางฟิสิกส์แล้วให้เชื่อมโยงข้อความจากโจทย์และคำสำคัญให้เป็นแผนภาพ เช่น บันไดพาดกับกำแพง วัตถุผูกเชือกคล้องผ่านรอกพื้นเอียงทำมุมกับแนวระดับ พร้อมระบุสัญลักษณ์ ตัวแปรกำกับไว้ในกรอบข้างแผนภาพ การใช้เวกเตอร์แสดงทิศทางการเคลื่อนที่หรือเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) เพื่อที่จะให้ได้แนวการได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหา

1.3 หลักการทางฟิสิกส์ ก่อนการคำนวณหาคำตอบต้องวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาโดยรวบรวมสูตร กฎ สมการ นิยาม ทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์ที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา เช่น สมการการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงที่ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมแล้วอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ที่เลือกไว้ว่าสอดคล้องเหมาะสมกับโจทย์ปัญหาหรือไม่ โดยพิจารณาสูตร กฎ นิยาม สมการ หลักการที่นำมาใช้นั้นเกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ไม่ทราบค่าอย่างไร

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่สอดคล้องและต่อเนื่องจากขั้นที่ 1 โดยมีเป้าหมายสำคัญ คือ เป็นการนำความสัมพันธ์จากหลักการทางฟิสิกส์ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาค่าของตัวแปรที่ต้องการ โดยสามารถทำได้ดังนี้

2.1 การแก้สมการ ดำเนินการแก้สมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา ซึ่งหากมีการแก้สมการมากกว่า 1 สมการ เพื่อความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาควรกำหนดให้เป็นสมการที่ 1, 2 หรือ 3 ตามลำดับ หากการแก้โจทย์ปัญหานั้นต้องอาศัยหลักการคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์มาใช้ก็ควรเขียนสูตร สมการทางคณิตศาสตร์กำกับไว้ด้านข้างของกระดาษ

2.2 ตรวจสอบหน่วย ก่อนที่จะแทนค่าตัวเลขในสมการให้ทำการตรวจสอบหน่วย (Check Unit) ทั้งสองข้างของสมการว่าถูกต้องหรือไม่แล้วค่อยทำการแทนตัวเลขในสมการสุดท้ายของการแก้ปัญหาหากพบปัญหาสามารถกลับไปยังขั้นที่ผ่านมาหรืออาจปรับปรุงแผนการที่วางไว้

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากลงมือปฏิบัติแก้โจทย์ปัญหา เมื่อนักเรียนได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการแล้วต้องมารตรวจสอบคำตอบที่ได้เพื่อหาความ

ผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลเพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบนั้นมีความถูกต้อง โดยสามารถทำได้ดังนี้

3.1 พิจารณาความสมเหตุสมผล ตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ หน่วยที่ได้สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการทราบหรือไม่ คำตอบที่ได้ความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด

3.2 ทบทวนการหาคำตอบ หากคำตอบที่ได้ไม่สมเหตุสมผลหรือไม่ถูกต้องให้กลับไปทบทวนพร้อมแก้ไขให้ถูกต้อง โดยพิจารณาจากการเลือกใช้สูตรหรือหลักการว่ามีความถูกต้องหรือไม่ คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาผิดหรือไม่ ลืมการเปลี่ยนหน่วยหรือไม่ หรือดูค่าสำคัญที่ขีดเส้นใต้ไว้ที่โจทย์ว่าคำตอบนั้นตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

ณิชากรีย์ สืบพา (2561) เสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
2. วางแผนวิเคราะห์ เชื่อมโยงแนวคิดกับโจทย์ปัญหา
3. ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีที่เหมาะสม
4. ตรวจสอบวิธีการและคำตอบจากแก้โจทย์ปัญหา
5. สรุปผลและประเมินผลการแก้โจทย์ปัญหา

จากขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจะพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกรอบแนวคิดของ Jitendra (Jitendra et al., 2010) มาใช้ในงานวิจัย เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่ามีความเหมาะสมกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ซึ่งขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาสามารถแบ่งออกได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (F-Find the Problem Type) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องอ่านปัญหาซ้ำเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลในปัญหาให้ชัดเจนและระบุประเภทของปัญหา นอกจากนั้นครูจะต้องมีการขยายความและอธิบายเกี่ยวกับสภาพของปัญหาเพิ่มเติมช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและระบุประเภทของปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the Information in the Problem Using the Diagram) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องอ่านปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน โดยเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงในแผนภาพและเขียนเครื่องหมายคำถามแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า จากนั้นนักเรียนต้องสรุปข้อมูลของปัญหาจากแผนภาพที่สมบูรณ์และทบทวนความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (P-Plan to Solve the Problem) ในขั้นตอนนี้ เน้นแผนการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมจากพื้นฐานของข้อมูลในปัญหาแต่ละประเภท จากนั้นถ่ายทอดข้อมูลในแผนภาพไปสู่สมการ

ขั้นที่ 4 การแก้ปัญหา (S-Solve the Problem) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยเขียนคำตอบและหน่วยของคำตอบให้สมบูรณ์และมีการตรวจสอบการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาและขั้นตอนในการคำนวณอีกด้วย

4.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ (2539) ได้เสนอการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ว่าสามารถใช้เครื่องมือและวิธีการวัดที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1) การสังเกต การสังเกตการแก้ปัญหานักเรียนมี 2 วิธี ดังนี้

1.1) การสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นในเวลาที่นักเรียนตอบคำถามโดย พิจารณานักเรียนมีการใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ครูต้องบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนต่อไป

1.2) การสังเกตแบบตั้งใจ ต้องทำแบบรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการวัด

2) การประเมินตนเอง เป็นการให้นักเรียนได้ประเมินว่าตนเองมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหอย่างไร เมื่อพบปัญหาใช้วิธีใดแก้และในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาดตนเองติดขัดที่ขั้นตอนใด การประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหานักเรียนแต่ละคน

3) แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมในการแก้ปัญหานักเรียนเป็นแบบสำรวจที่สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกถึงพฤติกรรมของนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหาหรือการแสดงออกของขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างดี

4) แบบทดสอบข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนว่าอย่างไรในการแก้ปัญหานี้ ใดๆ โดยนักเรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาและครูมีการกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงตอนสุดท้ายทำให้คะแนนขั้นตอนละก็คะแนน

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้เสนอการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภทสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสมตามลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) แบบทดสอบหรือชุดคำถาม เป็นการตอบคำถามได้หลายลักษณะอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบการพูดหรือการปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ว่าเป็นปริมาณได้ ซึ่งแบบทดสอบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยได้ แบ่งเป็น 2 ประเภทตามรูปแบบของคำถาม

1.1) แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามและมีตัวเลือก ให้เลือกคำตอบสามารถแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบจับคู่และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

1.2) แบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามแต่ไม่มีตัวเลือก ผู้ตอบต้องเขียนคำตอบเองแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้นและแบบทดสอบอัตนัย

คงนิตา เคยนิยม และสุวิมล จรูญโสตร์ (2553) กล่าวว่า ควรใช้คำถามที่มีใช้ถาม ความจำความเข้าใจหรือคำถามที่มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น แต่ควรเป็นคำถามแบบ ปลายเปิดที่นักเรียนต้องคิดกว้างและหลากหลายใช้ความคิดระดับสูงในการตอบมีการนำข้อมูลความรู้ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่พัฒนาแนวคิดใหม่ประเมินความเหมาะสมและคิดสร้างสิ่งใหม่

เวชฤทธิ์ อังกะนัทธจักร (2555) กล่าวว่า การประเมินทักษะและกระบวนการ โดย ใช้การทดสอบเป็นการประเมินโดยใช้ข้อสอบและข้อสอบที่ใช้ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อสอบที่มีคำตอบไว้แล้วผู้สอบต้องตัดสินใจ เลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือพิจารณาข้อความที่ให้ว่าถูกหรือผิด ซึ่งการวัดและประเมินผลโดยใช้ข้อสอบ แบบปรนัยนั้นมุ่งวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็สามารถ นำมาใช้ในการวัดทักษะและกระบวนการได้ โดยขึ้นอยู่กับคำถามหรือปัญหาที่ถามข้อสอบประเภทนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1.1 ข้อสอบแบบถูก-ผิด เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก โดยมีข้อความให้ ผู้เรียนเลือกตอบว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือเท็จ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เป็นต้น

1.2 ข้อสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ เป็นข้อสอบที่ให้ผู้เรียนเติม คำหรือข้อความสั้น ๆ ลงในช่องว่าง

1.3 ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยข้อความเรียงกัน เป็นแถว โดยทั่วไปจะให้ข้อความทางซ้ายมือเป็นคำถามหรือตัวนำเรื่องและข้อความทางขวามือเป็น คำตอบหรือข้อเลือก ผู้เรียนจะต้องเลือกข้อความทางขวามือที่สอดคล้องหรือจับคู่กับข้อความทางซ้าย มือ โดยนำเอาตัวเลขหรือตัวอักษรหน้าข้อความทางขวามือมาใส่ไว้หน้าข้อความทางซ้ายมือที่มีความ สอดคล้องกัน

1.4 ข้อสอบแบบจัดลำดับ เป็นข้อสอบที่มักจะถามถึงขั้นตอนหรือ ลำดับของ การพิสูจน์หรือการพิจารณาว่าการแก้โจทย์ปัญหาต้องทำอะไรก่อนหรือหลัง

1.5 ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบแบบปรนัยที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการทดสอบของผู้สอนหรือในการทดสอบที่เป็นมาตรฐานเป็นข้อสอบที่คำถามแต่ละข้อมีตัวเลือกหลายตัวเลือกให้เลือก แต่ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

2. ข้อสอบแบบอัตนัย เป็นข้อสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามมาให้ ผู้ตอบแสดงความรู้ความเข้าใจและความคิดตั้งแต่กว้างจนถึงแคบที่สุดหรือเฉพาะเจาะจงตามที่โจทย์กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับความสามารถของตัวผู้สอบ ข้อสอบแบบอัตนัยสามารถวัดความสามารถของผู้เรียนได้หลายด้านทั้งในด้านความรู้และด้านทักษะและกระบวนการ การใช้ข้อสอบแบบอัตนัยจะช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนได้หลากหลายทักษะและหลากหลายมุมมอง เนื่องจากการเขียนของผู้เรียนนอกจากจะสะท้อนความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แล้วยังสะท้อนความรู้ วิธีคิด มโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารอีกด้วย แต่ไม่สามารถถ่ายทอดออกมาได้ ดังนั้นผู้สอนควรประเมินแยกกันระหว่างความสามารถในการเขียนกับทักษะและกระบวนการ

จารุวรรณ จันทมัตตุการ และคณะ (2562) กล่าวถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถวัดการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีเป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย โดยมีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้กับนักเรียนดำเนินการคิดแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา

จากเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบที่นำมาใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหานั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบปรนัย และ 2) แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาส่วนใหญ่จะวัดและประเมินผลตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องส่วนใดและจะได้แก้ไขได้ถูกต้อง สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแบบอัตนัย เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคีมีโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสอย่างไรบ้างและมีข้อบกพร่องในส่วนใดบ้าง

4.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Reys, Suydam & Lindquist (1995) ได้กำหนดระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาก็จะให้คะแนนตั้งแต่ 0 - 2 คะแนนตามรายละเอียดดังนี้

1. ด้านความเข้าใจ

0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย

1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน

2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

2. ด้านวางแผนการแก้ปัญหา

0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด

1 หมายถึง วางแผนได้ถูกต้องบางส่วน

2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

3. ด้านคำตอบ

0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม

1 หมายถึง คัดลอกผิดพลาด คำนวนผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหา

2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูกต้อง

ที่หลายคำตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2544) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาควรมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้องและได้เสนอเกณฑ์การประเมินในการแก้ปัญหาดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา

2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยค

คณิตศาสตร์ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

4. การตอบ

2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด

0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

เวชฤทธิ์ อังกะภักทธร (2555) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนเป็นเครื่องมือที่ช่วยประเมินเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติงานของผู้เรียน ซึ่งสามารถแยกแยะความสำเร็จในการเรียนหรือคุณภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยต้องมีการกำหนดมาตรฐานวัดและรายการของ

คุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละระดับกลุ่มในมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนอาจจะใช้วิธีการที่เรียกว่ารูบริก (Rubric)

รูบริก (Rubric) คือ ข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจากระดับที่ยอดเยี่ยมไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา โดยทั่วไปการให้คะแนนแบบรูบริกมี 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) คือ การให้คะแนนผ่านชิ้นงาน โดยดูภาพรวมของชิ้นงานนั้น ตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวมทักษะการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การให้คะแนนแบบภาพรวมของทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะ/ กระบวนการ	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การแก้ปัญหา	4 (ดีมาก)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมดและอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
	3 (ดี)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด แต่อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้บางส่วนยังไม่ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วนและพยายามอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวแต่ไม่ถูกต้อง
	1 (ปรับปรุง)	- มีร่องรอยการดำเนินการการแก้ปัญหาได้บางส่วนแต่ไม่มีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าว
	0 (ไม่พยายาม)	- ไม่มีร่องรอยการแก้ปัญหาหรือมีร่องรอยการแก้ปัญหาแต่ไม่ถูกต้อง

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เป็นการวิเคราะห์งานออกเป็นองค์ประกอบย่อยและกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละองค์ประกอบรวม ตัวอย่างของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็นการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการสรุปและตรวจคำตอบ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ

องค์ประกอบของทักษะ การแก้ปัญหา	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด - เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน - ไม่เข้าใจปัญหา
การวางแผนการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน - วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน - วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
การดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด - ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน - ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและตรวจคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - มีการสรุปคำตอบ แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ - ไม่มีการสรุป และไม่มีการตรวจคำตอบ

จากเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาก็กล่าวมาสรุปได้ว่า มีเกณฑ์การให้คะแนน 2 แบบ คือ 1) การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) และ 2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score rubric) ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนของรีส์ ชุดแคม และลินควิสต์ (Reys, Suydam & Lindquist, 1995) สิริพร ทิพย์คง (2544) และเวชฤทธิ์ อังกะระภัทรขจร (2555) ดังตาราง 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ขั้นที่ 1 การพิจารณา รูปแบบของโจทย์ปัญหา (F	เมื่อสามารถระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และ	เมื่อสามารถระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้ได้	เมื่อไม่สามารถระบุ สิ่งที่ โจทย์กำหนดให้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
– Find the problem type)	สิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้ ถูกต้องและครบถ้วน สมบูรณ์ทั้งหมด	ถูกต้องเพียงบางส่วน และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ถูกต้อง (หรือระบุเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง)	และ สิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้ หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของ โจทย์ปัญหาลงใน แผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram)	เมื่อจัดข้อมูลของ โจทย์ ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้ แผนภาพโครงสร้างได้ครบถ้วนถูกต้อง สมบูรณ์ (ระบุครบทั้ง ชื่อสาร และจำนวนของสารที่โจทย์ให้มาในแผนภาพ)	เมื่อจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้ แผนภาพโครงสร้างได้ไม่ครบถ้วนหรือได้บางส่วนเท่านั้น (ระบุ ชื่อสาร หรือจำนวนของสารที่โจทย์ให้มาในแผนภาพอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เมื่อไม่สามารถจัดข้อมูล ของโจทย์ ปัญหา ซึ่ง นำเสนอโดยใช้แผนภาพ โครงสร้างได้หรือไม่ เขียนตอบ
ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem)	เมื่อระบุสมการที่ใช้ ในการแก้ โจทย์ ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน (เขียนสูตรที่ใช้ได้ครบถ้วน)	เมื่อระบุสมการที่ใช้ใน การแก้ โจทย์ ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ ถูกต้องหรือได้บางส่วน	เมื่อไม่สามารถระบุ สมการที่ใช้ในการแก้ โจทย์ปัญหาตาม ข้อมูลของ โจทย์ได้ หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 4 การแก้ โจทย์ ปัญหา (S – Solve the problem)	เมื่อแสดงวิธีการแก้ โจทย์ปัญหา กระบวนการในการ คำนวณหาคำตอบได้ ถูกต้องละเอียด	เมื่อแสดงวิธีการแก้ โจทย์ปัญหา กระบวนการในการ คำนวณได้ถูกต้องแต่ คำตอบผิด / แสดง	เมื่อไม่แสดงวิธีการ แก้ โจทย์ปัญหา ไม่ สามารถแสดง กระบวนการในการ คำนวณได้และไม่ได้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
	ชัดเจน และระบุ หน่วยทางเคมีได้ ถูกต้องสมบูรณ์	วิธีการแก้โจทย์ปัญหา ได้ กระบวนการใน คำนวณได้ แต่ขาด ความละเอียด หา คำตอบได้ถูกและระบุ หน่วยทางเคมีได้ ถูกต้องเพียงอย่างใด อย่างหนึ่ง	คำตอบหรือไม่เขียน ตอบ

5. วิจัยเชิงปฏิบัติการ

5.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติ ดังนี้

Field (1997) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการศึกษาขนาดเล็กที่ดำเนินการโดยครูในชั้นเรียนเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ครูสะท้อนการปฏิบัติงานและเสริมพลังอำนาจให้แก่ครู

Miller (2000) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นวิธีการศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือห้องเรียน โดยครูอาจารย์ภายในโรงเรียน เพื่อเขียนผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะใช้ในการปรับปรุงการสอน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบการวิจัยที่สะท้อนถึงการตรวจสอบตนเอง เพื่อให้ผู้ร่วมวิจัยได้ปรับปรุงการปฏิบัติงานประการหนึ่งทำให้เข้าใจถึงการปฏิบัติงานของตนเองและทีมงานหรือองค์กรประการหนึ่งและตัดสินใจในการเลือกสถานการณ์ที่เหมาะสม เพื่อดำเนินการทางการศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพประการหนึ่ง

สรชัย พิศาลบุตร (2549) กล่าวว่า การทำวิจัยในชั้นเรียนเป็นการหาความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน ผู้สอน กระบวนการเรียนการสอนและสภาพแวดล้อมของห้องเรียนของครู ซึ่งเป็นผู้สอนอยู่ในห้องเรียนใดห้องเรียนหนึ่งในภาคการศึกษาของปีการศึกษาใด ๆ โดยทำวิจัยไปพร้อม ๆ กับการเรียนการสอนในห้องเรียนนั้นตามปกติ โดยที่นักเรียนนักศึกษาไม่ทราบว่าครูหรืออาจารย์กำลังทำวิจัยอยู่

สุวิมล ว่องวาณิช (2555) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่ทำโดยครูในชั้นเรียนเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้หรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน

เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองให้ทั้งตนเอง และกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสวิพากษ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้น เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของครูและนักเรียน

ประสาธต์ เนืองเฉลิม (2556) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครู ซึ่งต้องใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบในการแสวงหาคำตอบในสถานการณ์หรือบริบทของชั้นเรียน

สุกัญญา กิ่งกลาง (2564) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการรวบรวมสภาพปัญหาแล้วศึกษาค้นคว้าเพื่อค้นหาวิธีการปรับปรุงหรือวิธีการพัฒนาคุณภาพงานที่ปฏิบัติอยู่ให้ดีกว่าเดิมโดยเป็นการแก้ปัญหาอย่างเฉพาะเจาะจง

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยอย่างมีระบบ โดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะเรื่องเฉพาะจุด ซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างทันที่อาจจะส่งผลให้การสอนดีขึ้น จึงได้นำรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มาใช้ในการแก้ปัญหาคำตอบจากการจัดการเรียนรู้ออกให้นักเรียนของผู้วิจัยและงานที่ผู้วิจัยได้ปฏิบัติอยู่ให้มีคุณภาพ

5.2 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

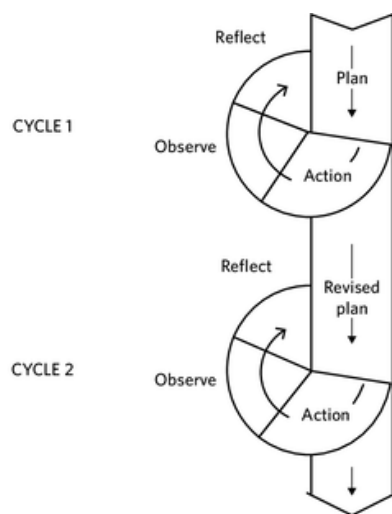
Kemmis and McTaggart (1988) ได้ให้ขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan) เป็นขั้นตอนสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นจริง
- ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นขั้นตอนที่นำนวัตกรรมไปใช้เพื่อแก้ไขปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยเข้าไปสังเกตปัญหา

ที่พบ

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflection) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลของการแก้ปัญหาจากการใช้นวัตกรรม โดยในการวิจัยแต่ละครั้งจะทำเป็นวงรอบดังภาพ 1

พูน ปณ จิต ชเว



ภาพที่ 1 วงรอบและขั้นตอนการวิจัยในแต่ละวงรอบตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart
ที่มา : Kemmis and McTaggart (Kemmis and M. 1988)

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกุล (2543) กล่าวว่า กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ดังนี้

1. การวางแผน (บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการวินิจฉัยวิเคราะห์) ในการวางแผนปฏิบัติ (Action plan) เมื่อผู้วิจัยมีข้อมูลพอเพียงและเข้าใจปัญหาชัดเจนแล้วให้พิจารณาประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการเริ่มวางแผนปฏิบัติ เช่น สิ่งที่ต้องการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงคืออะไร จะเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงอย่างไร มีขั้นตอนอย่างไร จะประสานกับผู้เกี่ยวข้องอย่างไร จะต้องใช้ทรัพยากรอะไรบ้าง มีข้อควรคำนึงในแง่จรรยาบรรณของการวิจัยอย่างไรบ้าง

2. การปฏิบัติเป็นขั้นตอนทดลองปฏิบัติ (Action or Implementation) ตามแผนที่ได้กำหนดไว้จะประกอบด้วย การดำเนินตามขั้นที่วางไว้และการกำกับดูแลวิธีการปฏิบัติให้เป็นไปตามแผน

3. การประเมินผลการปฏิบัติเป็นขั้นประเมินการปฏิบัติ (Evaluation) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อศึกษาผลจากการทดลองปฏิบัติ โดยพิจารณาทั้งผลที่มุ่งหวัง (Intended Effects) และผลข้างเคียง (Unintended Effects) พิจารณาข้อมูลหลายด้านหลายมุมมอง เพื่อช่วยให้การประเมินเที่ยงตรงมากที่สุดผลจากการประเมินนักวิจัยจะนำมาสรุปร่วมกัน เพื่อตัดสินใจว่าการปฏิบัตินั้นได้ผลน่าพอใจหรือควรทดลองปฏิบัติใหม่ ซึ่งในกรณีที่ต้องทดลองปฏิบัติใหม่ก็จะนำไปสู่การเริ่มต้นวงจรใหม่ของการวิจัยในประเด็นปัญหาเดิมต่อไป ซึ่งอาจต่อเนื่องเป็นเสมือนเกลียว (Spiral) กล่าวคือผลจากการประเมินอาจนำไปสู่การวางแผนและทดลองปฏิบัติใหม่จนกว่าจะบรรลุผลในทางปฏิบัติอย่างแท้จริง

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2549) ได้กำหนดรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan) หาปัญหา สาเหตุ หาวิธีการแก้ปัญหาวิธีการสอน รวบรวม ข้อมูลและวางแผนการสร้างเครื่องมือการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สร้างเครื่องมือและวางแผนการสอน

2. ขั้นปฏิบัติและรวบรวมข้อมูล (Act and Observe) วางแผนการวัดผล ความรู้ พื้นฐาน วัดความรู้พื้นฐาน วางแผนการปรับพื้นฐาน ปรับพื้นฐานและวิเคราะห์ผล วางแผนการสอน

3. ทบทวนและประเมินผลเพื่อปรับแผน (Reflect: Review & Evaluate) ประสาท เนืองเฉลิม (2556) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

(1) การสำรวจสภาพการปฏิบัติงาน (Reconnaissance) เป็นขั้นตอนของการสำรวจสภาพการปฏิบัติงานของครูว่ามีปัญหาอะไรบ้างแล้ววิเคราะห์ว่าปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุจากอะไรและจะสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขสภาพการปฏิบัติงานส่วนใดบ้าง

(2) การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนสำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดวิธีการและวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติ (Action) ให้ค้นคว้าคำตอบหรือพัฒนานวัตกรรมและการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงสภาพการปฏิบัติการที่เป็นปัญหา

(3) การลงมือปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นตอนการปฏิบัติการตามแผนที่กำหนด

(4) การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) หลังจากที่มีการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาตามแผน นักวิจัยต้องมีการสะท้อนผลการปฏิบัติว่ามีสิ่งใดที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาไปบ้าง เพื่อสรุปผลและวางแผนปรับปรุงใหม่หรือแก้ปัญหาใหม่ต่อไป

สุกัญญา กิ่งกลาง (2564) กล่าวว่า รูปแบบของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไขปรึกษาผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งออกแบบเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูล

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) วิเคราะห์ผลเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหาให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

ในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยเลือกวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยใช้ขั้นตอน 4 ขั้นตอนด้วยกัน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนสำรวจปัญหาในชั้นเรียนและนำปัญหานั้นมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการสอนที่เหมาะสมและแก้ปัญหาได้ ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติเป็นขั้นที่นำนวัตกรรมหรือแผนการสอนนั้น

ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย ชั้นที่ 3 ขึ้นสังเกตเป็นชั้นที่จะนำเครื่องมือต่าง ๆ ไปสังเกตและทดสอบกลุ่มเป้าหมาย และชั้นที่ 4 ขึ้นสะท้อนผลเป็นชั้นที่นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ว่าปัญหานั้นแก้ไขได้มากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นปัญหาสำหรับการวางแผนวงรอบถัดไป

6. บริบทของโรงเรียนสารคามพิทยาคม

6.1 ข้อมูลทั่วไป

โรงเรียนสารคามพิทยาคมเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่ที่ถนนนครสวรรค์ เทศบาลเมืองมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

6.2 โครงสร้างหลักสูตรของโรงเรียน

โครงสร้างหลักสูตรตามหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
ปรับปรุง พุทธศักราช 2560

แผนการเรียนที่เปิดสอน

- ห้องเรียนโครงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ภาษาอังกฤษเป็นสื่อ (EP)
- ห้องเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษภาษา: MLP
- ห้องเรียนกีฬา
- แผนการเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์
- แผนการเรียนคณิต-ภาษา
- แผนการเรียนคณิต-วิทยาศาสตร์

6.3 เป้าหมายของโรงเรียน

1. มีหลักสูตรสถานศึกษาที่หลากหลาย ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และพัฒนาการเรียนรู้ที่มุ่งสู่สากล บนพื้นฐานความเป็นไทย
2. ผู้เรียนมีความเป็นเลิศทางวิชาการ สื่อสารสองภาษา ล้ำหน้าทางความคิด ผลิตงานอย่างสร้างสรรค์ ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก
3. โรงเรียนมีระบบการบริหารระบบการเรียนรู้ ที่เอื้อต่อการเรียนการสอนตามมาตรฐานสากล
4. มีระบบ สารสนเทศ มาใช้ในการบริหารจัดการและเรียนรู้
5. มีเครือข่ายร่วมพัฒนาทั้งในและต่างประเทศ

ในการแบ่งห้องเรียนของนักเรียนแต่ละหลักสูตรนั้น แบ่งโดยใช้เกรดเฉลี่ยในการจัดห้องเรียน โดยนักเรียนที่มีคะแนนใกล้เคียงกันจะอยู่ห้องเรียนเดียวกันหรือแบ่งนักเรียนตามศักยภาพนั่นเอง

6.4 ปัญหาที่พบ

1. นักเรียนมีการเดินเรียนในการเปลี่ยนคาบเรียน ทำให้เวลาในการจัดการเรียนการสอนนั้นลดลง ทำให้นักเรียนบางคนเข้าเรียนช้า
2. ในการเรียนการสอน นักเรียนบางส่วนไม่น่าสนใจและแบบฝึกหัดมาเรียน ทำให้บางครั้งต้องเขียนใส่กระดาษหรือไม่เขียนอะไรเลยจนหมดคาบ
3. นักเรียนบางส่วนมักจะนอนหลับในคาบเรียน เล่นโทรศัพท์มือถือ

ปัญหาที่พบเกี่ยวกับการเรียนการสอน ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายทฤษฎีและหลักการในรายวิชาเคมีได้ วิเคราะห์โจทย์ปัญหาเคมีไม่ได้ ไม่รู้ว่าข้อมูลที่โจทย์ให้มากับสิ่งที่โจทย์ให้หาความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันอย่างไรและเมื่อเวลาให้ทำกิจกรรมนักเรียนจะลอกกันเพื่อให้มีงานส่งหรือค้นหาคำตอบจากอินเทอร์เน็ต โดยไม่ได้คิดหาคำตอบด้วยตนเอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 เป็นกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนกลุ่มนี้เรียนในหลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับกลางของหลักสูตรวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โดยจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในรายวิชาเคมีพบว่า เมื่อครูให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่จะวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ ไม่รู้ว่าข้อมูลที่โจทย์ให้มากับสิ่งที่โจทย์ให้หาความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันอย่างไรหรือถ้าได้ตัวแปรมาแล้ว นักเรียนก็จะพยายามหาสูตรแล้วแทนค่าตัวแปรจากที่โจทย์ให้มาทันที ซึ่งส่วนใหญ่ในการทำโจทย์เคมี สถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ให้มาก็ไม่ได้ให้ตัวแปรที่จะให้เรานำไปใช้ในการแทนค่าได้เลย ต้องหาจากข้อมูลที่โจทย์ให้มาอีกรอบก่อน ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเนื้อหาไม่มีแนวทางในการวิเคราะห์ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ไม่มีความรู้พื้นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สั้นง่าย ไม่กล้าถามครู ไม่ชอบการคำนวณและไม่ชอบทำการทดลอง ไม่ทบทวนความรู้ที่ได้รับหลังการเรียน เมื่อผู้วิจัยได้สำรวจปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีในชั้นเรียนนี้โดยการนำเอาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีพบว่า นักเรียนส่วนมากไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเชื่อมโยงแนวคิดกับโจทย์ปัญหาไม่ได้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ต่ำ ซึ่งมีจำนวน 25 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนกลุ่มนี้เป็นกลุ่มเป้าหมายในการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

สาวตรี มูลสุวรรณ (2557) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนเจริญศิลป์ “โพธิ์คำอนุสรณ์” จำนวน 66 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และแบบวัดการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติเอฟ (F-Test) และค่าสถิติ ANOVA ผลวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

ปริญญา ทองสอน และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชำนาญสามัคคีวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา และกลุ่มควบคุมจำนวน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ANCOVA (Analysis of covariance) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิรัตน์ ชันเขต และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 32 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นร้อยละ 51.58 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้นร้อยละ 71.04 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

อมรรัตน์ บัวจรัส (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนเพชรพิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 30 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 56 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ซึ่งห้องเรียนนั้นได้จัดแบบละความสามารถของนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับเก่ง ปานกลางและอ่อนอยู่ในห้องเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โชติรส อับสมบุญ (2564) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองไม้แก่นวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 25 คนที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาในการวิจัย 24 คาบ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS เรื่อง

ปริมาณสัมพันธ 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานคือ การทดสอบที (t-test for Dependent Samples และ t-test for One-Sample) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีความคงทนในการเรียนรู้

พิรवारณ วังทะพันธ์ (2564) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสเรื่อง เสียง กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสเรื่อง เสียง จำนวน 8 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง เสียง 3) แบบสังเกตพฤติกรรม การแก้โจทย์ปัญหา 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 7 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 19 คน และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 24 คน

รัตนพร บุรณะพล (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมายได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คนได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน 4) แบบสังเกตพฤติกรรม การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ของคะแนนเต็ม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 44.83 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 82.76 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 93.10

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Kipnis and Mara (2008) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่าในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง นักเรียนได้ฝึกความสามารถในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวของพวกเขาเองโดยมีหลากหลายระยะของขั้นตอนการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่เข้าร่วมในงานวิจัยนี้ได้แสดงความรู้ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ในการปฏิบัติกิจกรรมในแบบทดสอบ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบเชิงปฏิบัติการที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้สามารถช่วยให้นักเรียนมีโอกาสดึงทักษะปฏิบัติการเรียนรู้แบบ Metacognitive ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้อย่างกว้างขวาง

Na (2009) ได้ศึกษาผลของการแทรกแซงการเรียนการสอนโดยโครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema-based Intervention) ที่มีต่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีปัญหาในการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 คน ผลการวิจัยพบว่าการแทรกแซงการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema-based Intervention) สามารถส่งเสริมการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคูณและการหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างชัดเจน

Jitendra et al. (2011) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ที่ได้ออกแบบมาเพื่อใช้ในการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกี่ยวกับวิธีการทำความเข้าใจและแก้ปัญหาคำถาม อัตรส่วน มาตรการส่วนและเปอร์เซ็นต์การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานนี้ให้ความสำคัญกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหาผ่านแผนภาพโครงสร้างโดยมุ่งเน้นกระบวนการ 4 ขั้นตอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาและการเตือนตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและมีการปรับใช้กลวิธีแก้ปัญหามาพื้นฐานของสถานการณ์ปัญหา การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาผ่านครูในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 โรงเรียนโดยสุ่มเลือกห้องเรียนจำนวน 21 ห้องเพื่อเป็นห้องทดลองและห้องควบคุม ผลของการวิจัยพบว่าการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีประสิทธิภาพโดยตรงต่อการแก้ปัญหาคำถามของนักเรียน แต่ในการพัฒนาความคงทนเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาล้างจากการทดลอง 1 เดือน พบว่าการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานไม่ได้มีประสิทธิภาพในระยะยาวและไม่ได้มีผลต่อการเชื่อมโยงการแก้ปัญหาคำถามในบริบทอื่น ๆ

Rockwell (2012) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนอกทิสติกโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของการเรียนการสอนด้วยโครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema – based instruction) โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS) เพื่อปรับปรุงการบวกและลบโจทย์ปัญหาของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนนอกทิสติกระดับเกรด 1 และเกรด 6 ได้รับการสอนโดยใช้แผนภาพโครงสร้าง (Schematic diagrams) ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวกและการลบ ผลการศึกษาพบว่า การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีผลที่ดีขึ้นและผู้อบรมมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน

Shadreck and Enunuwe (2017) ได้ศึกษาการสอนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อเอาชนะความยากลำบากของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ การศึกษาครั้งนี้พยายามค้นหาความยากลำบากในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ วิชาเคมีของนักเรียนและการแก้โจทย์เหล่านั้นโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองแบบกึ่งทดลองมีผู้เข้าร่วมทั้งหมด 485 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา 8 แห่ง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดการทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ววิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงอนุมานและ ANCOVA จากการค้นพบปัญหา คือ ขาดความเข้าใจในเรื่องของจำนวนโมล ขาดความสามารถในการดุลสมการ ขาดความสามารถในการใช้ความสัมพันธ์ทางปริมาณสารสัมพันธ์ขาดความสามารถระบุสารกำหนดปริมาณ การหาผลได้ตามทฤษฎี และการระบุสารที่เหลือจากปฏิกิริยา การวิจัยยังพบว่าการสอนการแก้โจทย์ปัญหาช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 การสอนการแก้โจทย์ปัญหาทำให้การแก้โจทย์ปัญหาที่ยาก ๆ อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับวิธีการสอนแบบบรรยายปกติ ข้อเสนอแนะของนักการศึกษาเคมีว่าหากต้องการช่วยให้นักเรียนกลายเป็นผู้แก้โจทย์อย่างมีประสิทธิภาพและมีความมั่นใจควรวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนนอกจากนี้นักการศึกษาทางเคมีควรใช้เทคนิคการสอนในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนใช้เป็นแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาความยากลำบากในการแก้โจทย์เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

Skripsi (2022) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอนตามแนวทางโครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema – based instruction) โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS) ที่เกี่ยวกับเนื้อหากฎการเจนนับในทางคณิตศาสตร์วิทยาลัยการศึกษาและการฝึกอบรมครูมหาวิทยาลัยอิสลามแห่งจาการ์ตา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน Schema-Based Instruction (SBI) ด้วยกลวิธี FOPS ในเนื้อหากฎการเจนนับ โดยโครงสร้างความรู้เป็นฐานเป็นแนวทางและวิธีแก้โจทย์แบบแผนโดยใช้กลวิธี FOPS ซึ่งมีขั้นตอนคือการค้นหาประเภทของปัญหา การจัดระเบียบข้อมูลในปัญหาโดยใช้แผนผัง การวางแผนแก้โจทย์และการแก้โจทย์ ซึ่ง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับ 12 ของ SMA Perguruan Rakyat 1 จาการ์ตา โดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) วิธีการวิจัยที่ใช้คือการปรับเปลี่ยนแบบจำลอง 4 มิติของ Thiagarajan ด้วยการกำหนดออกแบบและพัฒนาขั้นตอนต่าง ๆ ผลการประเมินสื่อการสอนตามผู้เชี่ยวชาญระบุว่าสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.09 และมีข้อดีในด้านการประเมิน คะแนนเฉลี่ยของคำตอบของนักเรียนมีเกณฑ์ดีมาก คะแนนเฉลี่ย 4.40 ในทุกด้านมีเกณฑ์ดีมาก จากสิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นจะรวมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับชั้นเรียน 12 SMA/MA ได้

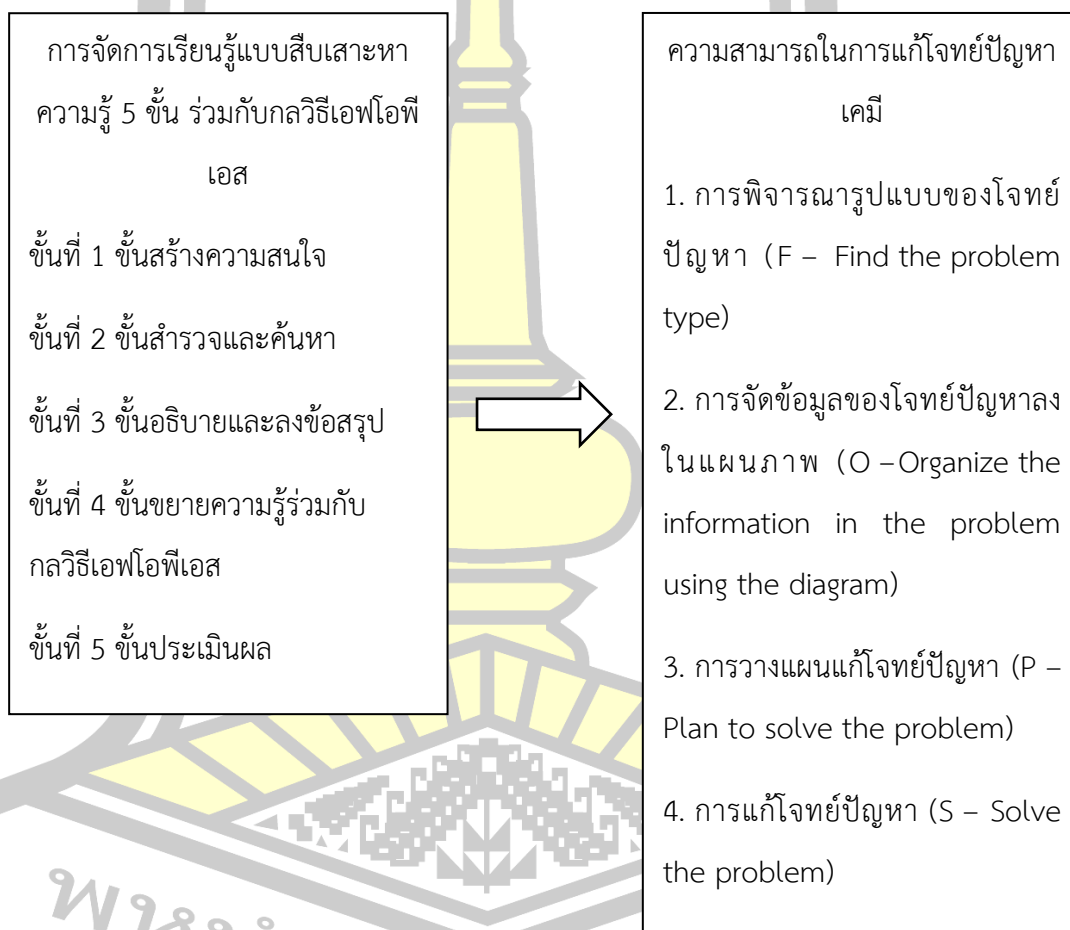
จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถสรุปได้ว่า กลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายเนื้อหาทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหาพัฒนาการรู้คิด การคิดเชิงเหตุผลอย่างมีคุณภาพรวมถึงสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและสามารถนำมาใช้จัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคต่าง ๆ ในการส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาได้ งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส



กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตามทฤษฎีของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) และกลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy) ตามทฤษฎีของ Jitendra et al. (2010)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอพโอพีเอส ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (Kemmis and M. 1988) โดยมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังรายละเอียดในหัวข้อดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. วิธีการดำเนินการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ผู้วิจัยเลือกใช้จากวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 25 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายจากการนำเครื่องมือแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี แบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ คะแนนรวม 24 คะแนนไปทดลองเพื่อยืนยันปัญหากับนักเรียนซึ่งมีลักษณะให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหาเรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ (ณิชาธิ์ สืบพา, 2561) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของ สิริพร ทิพย์คง (2544) จากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของนักเรียนมาคิดเป็นร้อยละแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4/7

นักเรียน คนที่	คะแนน (24)	ร้อยละ ที่ได้	ผลการประเมิน (เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 70)	นักเรียน คนที่	คะแนน (24)	ร้อยละ ที่ได้	ผลการประเมิน (เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 70)
1	21	87.50	ผ่าน	21	11	45.83	ไม่ผ่าน
2	17	70.83	ผ่าน	22	7	29.16	ไม่ผ่าน
3	8	33.33	ไม่ผ่าน	23	14	58.33	ไม่ผ่าน
4	21	87.50	ผ่าน	24	11	45.83	ไม่ผ่าน
5	18	75.00	ผ่าน	25	18	75.00	ผ่าน
6	8	33.33	ไม่ผ่าน	26	17	70.83	ผ่าน
7	15	62.50	ไม่ผ่าน	27	19	79.16	ผ่าน
8	11	45.83	ไม่ผ่าน	28	6	25.00	ไม่ผ่าน
9	9	37.50	ไม่ผ่าน	29	20	83.33	ผ่าน
10	17	70.83	ผ่าน	30	13	54.17	ไม่ผ่าน
11	8	33.33	ไม่ผ่าน	31	8	33.33	ไม่ผ่าน
12	21	87.50	ผ่าน	32	7	29.16	ไม่ผ่าน
13	11	45.83	ไม่ผ่าน	33	21	87.50	ผ่าน
14	21	87.50	ผ่าน	34	12	50.00	ไม่ผ่าน
15	7	29.16	ไม่ผ่าน	35	17	70.83	ผ่าน
16	12	50.00	ไม่ผ่าน	36	10	41.67	ไม่ผ่าน
17	9	37.50	ไม่ผ่าน	37	9	37.50	ไม่ผ่าน
18	11	45.83	ไม่ผ่าน	38	8	33.33	ไม่ผ่าน
19	21	87.50	ผ่าน	39	11	45.83	ไม่ผ่าน
20	11	45.83	ไม่ผ่าน	40	17	70.83	ผ่าน

จากตารางที่ 9 ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 40 คน พบว่ามีนักเรียนที่คะแนนความสามารถในการแก้

โรคภัยไข้เจ็บที่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวน 25 คน จากนักเรียนทั้งหมด 40 คน ซึ่งจะเป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อแก้ปัญหาคือความสามารถในการแก้โรคภัยไข้เจ็บที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส เนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้โรคภัยไข้เจ็บเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดความสามารถในการแก้โรคภัยไข้เจ็บเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบอัตนัย คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โรคภัยไข้เจ็บทำยวงรอบจำนวน 3 ชุด ชุดละ 9 ข้อ แต่ละข้อจะมีคะแนน 8 คะแนน ซึ่งคะแนนรวมทั้งหมดเท่ากับ 72 คะแนน โดยแต่ละข้อแบ่งออกเป็นการวัดความสามารถในการแก้โรคภัยไข้เจ็บ ลักษณะของข้อสอบเป็นการแก้โรคภัยไข้เจ็บเกี่ยวกับเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งวัดความสามารถ 4 ด้านตามกลวิธีเอฟโอพีเอส ดังนี้ ด้านการพิจารณาประเภทของโรคภัยไข้เจ็บ ด้านการจัดข้อมูลของโรคภัยไข้เจ็บลงในแผนภาพ ด้านการวางแผนแก้โรคภัยไข้เจ็บและด้านการแก้โรคภัยไข้เจ็บ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย คือ แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โรคภัยไข้เจ็บ และแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โรคภัยไข้เจ็บของนักเรียน โดยจะใช้การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่แสดงออกรายบุคคล ซึ่งสังเกตระหว่างการจัดการเรียนรู้

2) แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส หลังสิ้นสุดการปฏิบัติการในแต่ละวงรอบ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

1.3 ศึกษาเนื้อหาบทเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี และ หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ เพื่อแบ่งเนื้อหาและนำเนื้อหาออกมาออกแบบกิจกรรมภายในชั้นเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
แปลความหมาย สัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด	1	สมการเคมี	การเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีต้อง พิจารณาจากระบบ โดยกฎสัดส่วนคงที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับมวลของธาตุที่มารวมกันเป็นสารประกอบ พบว่าเมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นจะมีค่าคงที่เสมอ ส่วนกฎทรงมวลเป็นกฎที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยา พบว่าปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลรวมของสารก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลรวมของสารหลังทำปฏิกิริยา	1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณมวลของสารผลิตภัณฑ์ได้จากปฏิกิริยา 3. นักเรียนทำงานเป็นระเบียบ	2

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรแก๊ส	2	กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่	มวลของสารมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมลของสารในสมการเคมี โดยใช้มวลต่อโมล ในการเปลี่ยนโมลให้เป็นมวลของสาร $aA + bB \longrightarrow cC + dD$ โดยมีวิธีคำนวณดังนี้ - จากความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีของสาร B เปลี่ยนเป็นจำนวนโมลได้ดังนี้ จำนวนโมลของสาร B $= \frac{\text{ความเข้มข้นของสาร B}}{1000 \text{ mL ของสารละลาย B}} \times V \text{ ของสารละลาย}$ $= \text{โมลของสาร B} \times 10^{-3}$ - จากสมการที่ดุลแล้ว a b c และ d เป็นตัวเลขระบุจำนวนโมลของสารจะได้ความสัมพันธ์ของสารดังนี้ $b \text{ mol B} = c \text{ mol C} \text{ หรือ } \frac{b \text{ mol B}}{c \text{ mol C}}$ จำนวนโมลของ C = mol B $\times \left(\frac{c \text{ mol C}}{b \text{ mol B}} \right)$ - มวล C = จำนวนโมล ของสาร C $\times \left(\frac{\text{มวลของสาร C (g)}}{1 \text{ mol ของสาร C}} \right)$	- นักเรียนสามารถบอกขั้นตอนการหามวลของสารเมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้ - นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารเมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้ - นักเรียนตั้งใจเรียนรู้	1
คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง	3	มวลของสารใน	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเคมีในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึง	นักเรียนสามารถบอกขั้นตอนการหา	2

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
กับมวลสาร ความเข้มข้นของ สารละลาย และ ปริมาตรแก๊ส		สมการเคมี	สัดส่วนโดยโมล ของสารในปฏิกิริยาสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย $aA + bB \longrightarrow cC + dD$ โดยมีวิธีคำนวณดังนี้ จากความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีของสาร A ทำปฏิกิริยาสมมูลกับสาร B ที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน สามารถคำนวณความเข้มข้นของสาร B ได้ดังนี้ $1. \text{จำนวนโมลของสาร A} = \frac{\text{ความเข้มข้นของสาร A}}{1000 \text{ mL ของสารละลาย A}} \times V \text{ ของสารละลาย}$ $= \text{โมลของสาร A} \times 10^{-3}$ $2. \text{จำนวนโมลของ B} = \text{mol A} \times \left(\frac{b \text{ mol B}}{a \text{ mol A}} \right)$ $3. \text{ความเข้มข้นของ B (โมลาริตี)} = \frac{\text{จำนวนโมลของสาร B}}{\text{ปริมาตรของสาร B (mL)}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$	ความเข้มข้นของสารละลายเมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้ - นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายเมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้ - นักเรียนมีความตั้งใจทำงาน	
คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสารความเข้มข้นของ	4	ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวล	กฎของเกย์-ลุสแซก คือ ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ ปริมาตรของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เป็นแก๊ส สามารถแสดงด้วยอัตราส่วนของตัวเลขจำนวนเต็มที่มีค่าน้อย การหาสูตรโมเลกุลเมื่อบอก	นักเรียนอธิบายขั้นตอนการหาสูตรโมเลกุลได้	1

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
สารละลาย และ ปริมาตรแก๊ส			ปริมาตรแก๊สจะหาอัตราส่วนโดยโมลของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และแก๊สที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาคำนวณได้ดังนี้ - หาปริมาตรของแก๊สที่ STP - หาอัตราส่วนโดยปริมาตรอย่างต่ำ - อัตราส่วนโดยปริมาตร = อัตราส่วนโดยโมล - สูตรโมเลกุล	- นักเรียนสามารถคำนวณหาสูตรโมเลกุลได้ - นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงาน	
คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ความเข้มข้นของสารละลาย และ ปริมาตรแก๊ส	5	ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	กฎของอาโวกาโดร คือ ที่อุณหภูมิและความดันของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับจำนวนโมล ของแก๊ส $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$	- นักเรียนอธิบายกฎของอาโวกาโดรได้ - นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรของสาร (แก๊ส) ในปฏิกิริยาเคมีได้ - นักเรียนมีความตั้งใจเรียน	2
คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ความเข้มข้นของ	6	ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับ	ปริมาณของสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี เมื่อทราบสมการเคมี ทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณของสารในหน่วยต่าง ๆ ได้	นักเรียนสามารถบอกวิธีหาปริมาตรที่ STP ได้จากสมการเคมีได้	1

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
สารละลาย และ ปริมาตรแก๊ส		ปริมาตรแก๊ส		2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรแก๊สที่ STP ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลได้ 3. นักเรียนมีความตั้งใจเรียน	
คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนและผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	7	ปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	ปฏิกิริยาเคมีบางชนิดมีหลายขั้น ทำให้สมการเคมีที่เกี่ยวข้องมีหลายสมการ วิธีคำนวณหาจำนวนโมลสมการรวมทำได้ดังนี้ $aA + bB \longrightarrow cC \text{ สมการที่ 1}$ $dD + eC \longrightarrow hH \text{ สมการที่ 2}$ - หาสารตัวร่วมของ 2 สมการ - ทำให้จำนวนโมลของตัวร่วมสมการที่ 1 เท่ากับสมการที่ 2 - รวมทั้ง 2 สมการ - อาศัยความสัมพันธ์ของจำนวนโมลในสมการนำมาหาจำนวนโมลของสารที่ต้องการทราบค่า - ปริมาตร (L) = จำนวนโมล (mol) $\times$ $\left(\frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol}}\right)$	1. นักเรียนสามารถหาปฏิกิริยารวมได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรของสารได้จากสมการรวมในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้น 3. นักเรียนมีความตั้งใจเรียน	2

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	8	สารกำหนดปริมาณ	ในปฏิกิริยาเคมีเมื่อทราบปริมาณของสารใดสารหนึ่งจะสามารถหาปริมาณของสารในอีกสมการหนึ่งได้ $aA + bB \longrightarrow hH \text{ สมการที่ 1}$ $eE \longrightarrow cC + dD \text{ สมการที่ 2}$ - หาสารตัวร่วมของ 2 สมการ - ทำให้จำนวนโมลของตัวร่วมสมการที่ 1 เท่ากับสมการที่ 2 - รวมทั้ง 2 สมการ - อาศัยความสัมพันธ์ของจำนวนโมลในสมการนำมาหาจำนวนโมลของสารที่ต้องการทราบค่า	- นักเรียนอธิบายขั้นตอนการหามวลของสารตั้งต้นในสมการรวมในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนได้ - นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารตั้งต้นในสมการรวมในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นได้ - นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	1
คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนและผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	9	ผลได้ร้อยละ	ในปฏิกิริยาเคมีเมื่อทราบปริมาณของสารใดสารหนึ่งจะสามารถหาปริมาณของสารในอีกสมการหนึ่งได้ โดยวิธีคำนวณหาปริมาณทำได้ดังนี้ $aA + bB \longrightarrow hH \text{ สมการที่ 1}$ $eE + cC \longrightarrow dD \text{ สมการที่ 2}$ หาสารตัวร่วมของ 2 สมการ	นักเรียนสามารถอธิบายวิธีหามวลของสารผลิตภัณฑ์ในสมการรวมในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นได้	2

ผลการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			2. ทำให้จำนวนโมลของตัวร่วมสมการที่ 1 เท่ากับสมการที่ 2 3. รวมทั้ง 2 สมการ 4. อาศัยความสัมพันธ์ของจำนวนโมลในสมการนำมาหาจำนวนโมลของสารที่ต้องการทราบค่า สามารถหาได้ดังนี้ $\text{จำนวนโมล B} = \frac{\text{มวลของสาร B}}{\text{มวลอะตอม หรือ มวลโมเลกุล}}$ 5. จำนวนโมล C = $\frac{\text{มวลของสาร C}}{\text{มวลอะตอม หรือ มวลโมเลกุล}}$ 6. มวล C = จำนวนโมลของสาร C x $\left(\frac{\text{มวลของสาร C (g)}}{1 \text{ mol ของสาร C}} \right)$	2. นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารผลิตภัณฑ์ในสมการรวมในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นได้ 3. นักเรียนมีความตั้งใจเรียน	
รวม					14

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้และการนำไปใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.6 นำคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นสร้างความสนใจ เสนอสถานการณ์ที่อยู่ในชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ชั้นสำรวจและค้นหาปรับเปลี่ยนกิจกรรมให้ชัดเจนมากขึ้นและให้เหมาะสมกับอุปกรณ์และสารเคมีที่มีอยู่ภายในห้องปฏิบัติการของโรงเรียน ชั้นอธิบายและลงข้อสรุปให้ปรับเปลี่ยนคำถามให้สอดคล้องกับกิจกรรมในชั้นสำรวจและค้นหามากขึ้น และชั้นขยายความรู้ปรับจำนวนข้อของโจทย์ที่ให้นักเรียนได้ลงมือแก้ โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล ประกอบด้วย

1.7.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ Ph.D. (Education) อาจารย์ประจำวิชาภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.7.2 อาจารย์ ดร.มังกร ศรีสะอาด วท.ด. (เคมี) อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.7.3 นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม กศ.ม. (การวิจัยศึกษา) ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัย การประเมินผลการศึกษาและด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.7.4 นางสาวอรอุมา ศรีสารคาม วท.ม. (เคมีศึกษา) ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.7.5 นางสาวจรรยาลักษณ์ วรไตร พร.ด. (เคมีศึกษา) ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.8 นำการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 3.51 - 5.00 ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยรายแผนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเออยู่ระหว่าง 4.68 - 4.75 แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอ มีคุณภาพอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ข)

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสฉบับที่แก้ไขสมบูรณ์ ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เพื่อนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี กำหนดประเด็นในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส เข้าร่วมในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

2.2.1 ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

2.2.2 ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

2.2.3 ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

2.2.4 ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

2.3 ดำเนินการสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีและกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส วงรอบปฏิบัติการที่ 1

วงรอบ ปฏิบัติ การที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
1	1. สมการเคมี	4	3
	2. กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่	4	3
	3. มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี	4	3
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 1		12	9

ตารางที่ 12 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส วงรอบปฏิบัติการที่ 2

วงรอบ ปฏิบัติ การที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
2	4. ปฏิกริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวล	4	3
	5. ปฏิกริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	4	3
	6. ปฏิกริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	4	3
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 2		12	9

ตารางที่ 13 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส วงรอบปฏิบัติการที่ 3

วงรอบ ปฏิบัติ การที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
3	7. ปฏิกริยาเคมีหลายขั้นตอน	4	3
	8. สารกำหนดปริมาณ	4	3
	9. ผลได้ร้อยละ	4	3
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 3		12	9

2.4 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีตามกลวิธีเอฟโอพีเอส

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type)	นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด	นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงใน แผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram)	นักเรียนจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้ แผนภาพ โครงสร้างได้ ครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์	นักเรียนจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้ แผนภาพโครงสร้างได้ไม่ครบถ้วนหรือได้บางส่วนเท่านั้น	นักเรียนไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้ แผนภาพ โครงสร้างได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem)	นักเรียนสามารถระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้องหรือได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ ปัญหา (S – Solve the problem)	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้	นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณได้ถูกต้องแต่	นักเรียนไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ ปัญหา ไม่สามารถแสดง

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
	ถูกต้องละเอียด ชัดเจน และระบุหน่วยทางเคมี ได้ถูกต้อง สมบูรณ์	คำตอบผิด / แสดง วิธีการแก้โจทย์ ปัญหาได้ กระบวนการใน คำนวณได้ แต่ขาด ความละเอียด หา คำตอบได้ถูกและ ระบุ หน่วยทางเคมี ได้ถูกต้องเพียงอย่าง ใดอย่างหนึ่ง	กระบวนการใน การ คำนวณได้ และไม่ได้ คำตอบ หรือไม่เขียนตอบ

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ และเพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของข้อสอบกับสาระการเรียนรู้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะ โดยแก้ไขข้อสารเคมีให้ถูกต้อง ปรับความเหมาะสมของคำถามให้กระชับมากขึ้น

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับสาระการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้นไป มีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อสอบกับสาระการเรียนรู้ที่ชี้วัดถึงการแก้โจทย์ปัญหาเคมี คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ซึ่งผลการพิจารณาพบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 แสดงว่าแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีมีค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับสาระการเรียนรู้ที่ชี้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี (ภาคผนวก ข)

2.8 นำเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถระบุคำตอบในทางเคมีได้อย่างชัดเจน เช่น ข้อสอบข้อนี้ควรระบุสูตรทางเคมีให้ถูกต้อง

2.9 นำผลการประเมินเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 3.51 - 5.00 ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยของการให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเท่ากับ 5.00 เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่า เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ข)

2.10 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในงานวิจัยสำหรับเก็บข้อมูลต่อไป

3. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน

3.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสัมภาษณ์ คือ ข้อมูลความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ โดยกำหนดแนวคำถามที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นของนักเรียนต่อขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส

ตารางที่ 15 ประเด็นในการสัมภาษณ์ที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน

ประเด็น	คำถาม
ขั้นที่ 1 การพิจารณา รูปแบบของโจทย์ปัญหา	นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาต้องการให้หาสิ่งใดได้หรือไม่ อย่างไร
	จากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานักเรียนสามารถเขียนข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาได้หรือไม่ อย่างไร
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของ โจทย์ปัญหาลงใน แผนภาพ	นักเรียนสามารถเขียนวิธีการทางเคมีที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ หรือไม่ อย่างไร
	นักเรียนสามารถเขียนสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ได้หรือไม่ อย่างไร
ขั้นที่ 3 การวางแผนการ แก้โจทย์ปัญหา	นักเรียนสามารถระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้หรือไม่ อย่างไร
	นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร
ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ ปัญหา	นักเรียนสามารถแทนค่าที่ถูกกำหนดไว้ลงในสมการเพื่อหาคำตอบได้หรือไม่ อย่างไร
	นักเรียนสามารถคำนวณค่าจากสมการได้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร
	นักเรียนสามารถหาคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องตามลักษณะของโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งระบุหน่วยของคำตอบได้หรือไม่ อย่างไร
	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้หรือไม่ อย่างไร
วิธีการจัดการเรียนรู้	นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนวิชาเคมีที่พบคืออะไร และคิดว่าแนวทางแก้ไขต้องทำอย่างไร
	นักเรียนคิดว่าในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วน ไດบ้าง

3.4 นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยปรับข้อคำถามให้สอดคล้องกับประเด็นที่สัมภาษณ์

3.5 นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างประเด็นในการสัมภาษณ์กับข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้นไป มีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับประเด็นในการสัมภาษณ์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับประเด็นในการสัมภาษณ์
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับประเด็นในการสัมภาษณ์

3.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของประเด็นกับข้อคำถาม คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ซึ่งผลการพิจารณาพบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 แสดงว่าแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามสอดคล้องกับประเด็นในการสัมภาษณ์ (ภาคผนวก ข)

3.7 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา

- 4.1 ศึกษาการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา
- 4.2 ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา
- 4.3 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสังเกตพฤติกรรม
- 4.4 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา

ตารางที่ 16 ประเด็นที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมเพื่อบ่งชี้การมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี	พฤติกรรมที่สังเกต
การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา	นักเรียนจะต้องอ่านและพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุประเภทของปัญหา
การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	นักเรียนจะต้องระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหาและนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพ

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เคมี	พฤติกรรมที่สังเกต
	รูปภาพ เส้นหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้
การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา	นักเรียนจะต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้นหรือ สัญลักษณ์ ไปสู่การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการ วางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือ ใช้สัญลักษณ์
การแก้โจทย์ปัญหา	นักเรียนจะต้องดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่ตนเองสร้างขึ้นเป็น เครื่องมือในการนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการ คำนวณหาค่าที่ต้องการ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ ทราบและคำตอบที่ถูกต้อง

4.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และนำคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับแก้ไข โดยปรับพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและปรับให้พฤติกรรมที่ต้องการประเมินสามารถสังเกตได้

4.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่ปรับปรุงตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อพฤติกรรมแต่ละข้อกับขั้นตอนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อพฤติกรรมสอดคล้องกับขั้นตอนความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาเคมี

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อพฤติกรรมสอดคล้องกับขั้นตอนความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาเคมี

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อพฤติกรรมไม่สอดคล้องกับขั้นตอนความสามารถในการ
แก้โจทย์ปัญหาเคมี

4.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของประเด็นกับข้อคำถาม คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ซึ่งผลการพิจารณาพบว่า มีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อพฤติกรรมสอดคล้องกับขั้นตอนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี (ภาคผนวก ข)

4.8 นำแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่ประปรังแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส รูปแบบการวิจัยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ (Kemmis and McTaggart., 1988) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) และงานวิจัยชิ้นนี้ดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยแต่ละวงรอบปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning)

1) ผู้วิจัยเข้าสังเกตชั้นเรียน ในแง่ของบริบทชั้นเรียนและการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีการโต้ตอบกันในชั้นเรียนและกล้าที่จะตอบโต้กับครู มีปฏิสัมพันธ์กับครูตลอดเวลา แต่เมื่อเข้าวิชาเรียน นักเรียนบางคนยังตามครูสอนไม่ทันจึงทำให้ไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงยังค่อนข้างต่ำ

2) ผู้วิจัยนำเครื่องมือแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไปทดลองกับนักเรียนเพื่อหาปัญหาและยืนยันปัญหาที่แท้จริง

3) ผู้วิจัยนำปัญหาในชั้นเรียนมาวิเคราะห์และหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อบริบทของชั้นเรียน และผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

4) ผู้วิจัยทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาและแบบสัมภาษณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

วงรอบปฏิบัติการ	เรื่อง	เวลา (ชม.)
1	สมการเคมี	2
	กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่	1
	มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี	2
2	ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวล	1
	ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	2
	ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	1
3	ปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	2
	สารกำหนดปริมาณ	1
	ผลได้ร้อยละ	2
รวม		14

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงการมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี โดยอาศัยเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีและแบบสัมภาษณ์นักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

เป็นการประเมินผลหรือตรวจสอบกระบวนการวิจัยที่ดำเนินการมาว่าประสบผลสำเร็จหรือเกิดปัญหาอุปสรรคใดที่เป็นข้อจำกัดต่อการดำเนินการครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยจะทำการตรวจสอบปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในทุกแง่มุม เพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนา ปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติในครั้งต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามองค์ประกอบ ดังนี้

1. การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส โดยการวิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้ของแต่ละวงรอบปฏิบัติการ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในทุกแผนการเรียนรู้นำมาวิเคราะห์และสรุป

2. การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส โดยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละของคะแนน โดยวิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับเกณฑ์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการศึกษาหาร้อยละ

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของความถี่ของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนน

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาความเที่ยงตรง โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้มีคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ได้ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 ครั้งคือ ระหว่างเรียนทั้ง 3 ครั้ง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ถูกต้อง ตลอดจนการสื่อความหมายข้อมูลที่ตรงกัน ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 25 คน โดยวงรอบปฏิบัติการที่ 1 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 และวงรอบปฏิบัติการที่ 3 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีวงรอบปฏิบัติการละ 9 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 8 คะแนน การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยวงรอบปฏิบัติการที่ 1 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 และวงรอบปฏิบัติการที่ 3 สรุปจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสในแต่ละวงรอบปฏิบัติการเป็นไปดังตาราง 18

ตารางที่ 18 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีแบ่งตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

วงรอบปฏิบัติการที่	จำนวนนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย (คน)	จำนวนนักเรียน (คน)		จำนวนนักเรียนคิดเป็น ร้อยละของนักเรียน ทั้งหมด	
		ผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 70	ไม่ผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 70	ผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 70	ไม่ผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 70
วงรอบปฏิบัติการที่ 1	25	10	15	40.00	60.00
วงรอบปฏิบัติการที่ 2	25	17	8	68.00	32.00
วงรอบปฏิบัติการที่ 3	25	23	2	92.00	8.00

จากตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 25 คน หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละวงรอบปฏิบัติการ พบว่า โดยหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ของนักเรียนทั้งหมด และหลังจากเสร็จกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 17 คน คิดเป็นร้อยละ 68.00 ของนักเรียนทั้งหมด จนเมื่อหลังเสร็จสิ้นกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 23 คน คิดเป็นร้อยละ 92.00 ของนักเรียนทั้งหมด

การวิเคราะห์นักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในการจัดการเรียนรู้โดยวงรอบปฏิบัติการที่ 1 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 และวงรอบปฏิบัติการที่ 3 แสดงในตาราง 19

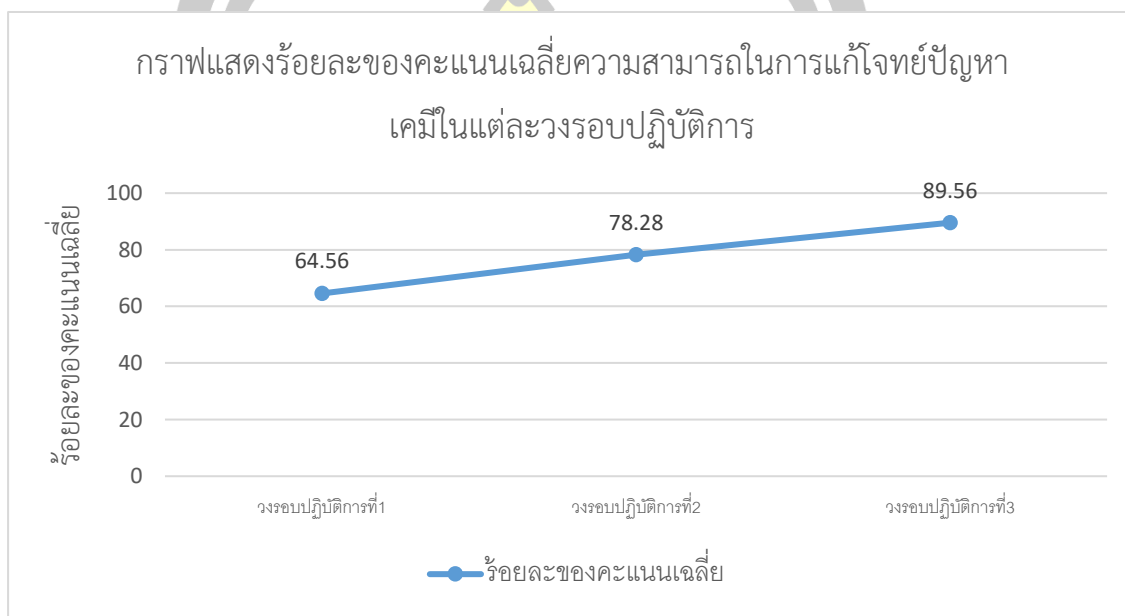
ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 25 คน ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

เลขที่	วงรอบปฏิบัติการที่ 1			วงรอบปฏิบัติการที่ 2			วงรอบปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนนเต็ม (72)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (72)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (72)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)
1	40	55.55	ไม่ผ่าน	61	84.72	ผ่าน	68	94.44	ผ่าน
2	38	52.78	ไม่ผ่าน	59	81.94	ผ่าน	61	84.72	ผ่าน
3	52	72.22	ผ่าน	64	88.89	ผ่าน	69	95.83	ผ่าน
4	24	33.33	ไม่ผ่าน	36	50.00	ไม่ผ่าน	47	65.28	ไม่ผ่าน
5	58	80.56	ผ่าน	62	86.11	ผ่าน	70	97.22	ผ่าน
6	41	56.94	ไม่ผ่าน	49	68.06	ไม่ผ่าน	69	95.83	ผ่าน
7	50	69.44	ไม่ผ่าน	61	84.72	ผ่าน	65	90.28	ผ่าน
8	33	45.83	ไม่ผ่าน	46	63.89	ไม่ผ่าน	60	83.33	ผ่าน
9	63	87.50	ผ่าน	63	87.50	ผ่าน	63	87.50	ผ่าน

เลขที่	วงรอบปฏิบัติการที่ 1			วงรอบปฏิบัติการที่ 2			วงรอบปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนนเต็ม (72)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (72)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (72)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)
10	60	83.33	ผ่าน	67	93.06	ผ่าน	68	94.44	ผ่าน
11	54	75.00	ผ่าน	60	83.33	ผ่าน	69	95.83	ผ่าน
12	35	48.61	ไม่ผ่าน	43	59.72	ไม่ผ่าน	54	75.00	ผ่าน
13	26	36.11	ไม่ผ่าน	30	41.67	ไม่ผ่าน	41	56.94	ไม่ผ่าน
14	63	87.50	ผ่าน	65	90.28	ผ่าน	68	94.44	ผ่าน
15	59	81.94	ผ่าน	61	84.72	ผ่าน	67	93.06	ผ่าน
16	44	61.11	ไม่ผ่าน	60	83.33	ผ่าน	64	88.89	ผ่าน
17	26	36.11	ไม่ผ่าน	51	70.83	ผ่าน	62	86.11	ผ่าน
18	38	52.78	ไม่ผ่าน	45	62.50	ไม่ผ่าน	69	95.83	ผ่าน
19	58	80.56	ผ่าน	65	90.28	ผ่าน	70	97.22	ผ่าน
20	48	66.67	ไม่ผ่าน	61	84.72	ผ่าน	72	100.00	ผ่าน
21	39	54.17	ไม่ผ่าน	49	68.06	ไม่ผ่าน	60	83.33	ผ่าน
22	61	84.72	ผ่าน	64	88.89	ผ่าน	68	94.44	ผ่าน
23	42	58.33	ไม่ผ่าน	54	75.00	ไม่ผ่าน	69	95.83	ผ่าน
24	69	95.83	ผ่าน	71	98.61	ผ่าน	72	100.00	ผ่าน
25	41	56.94	ไม่ผ่าน	62	86.11	ผ่าน	67	93.06	ผ่าน
$\bar{x}$	46.48	64.56	-	56.36	78.28	-	64.48	89.56	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70			10 คน	17 คน			23 คน		
คิดเป็นร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70			40.00	68.00			92.00		

จากตาราง 19 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 25 คน พบว่าวงจรรอบปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 64.56 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 78.28 และวงจรรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 89.56

จากตาราง 19 เมื่อเขียนกราฟแสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีแสดงดังภาพ 2



ภาพที่ 2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีในแต่ละวงจรรอบปฏิบัติการ

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเพิ่มมากขึ้นในแต่ละวงจรรอบปฏิบัติการ โดยในวงจรรอบปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในแต่ละวงจรรอบปฏิบัติการ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ได้ใน 3 วงรอบ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วงรอบปฏิบัติการที่ 1

1) ผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำยวงจรรอบปฏิบัติการที่ 1

การจัดการเรียนรู้ในวงจรรอบปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ให้ผ่านเกณฑ์

ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้จากวงจรรอบปฏิบัติการที่ 1 เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรรอบปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมการเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง มวลของสารในสมการเคมี

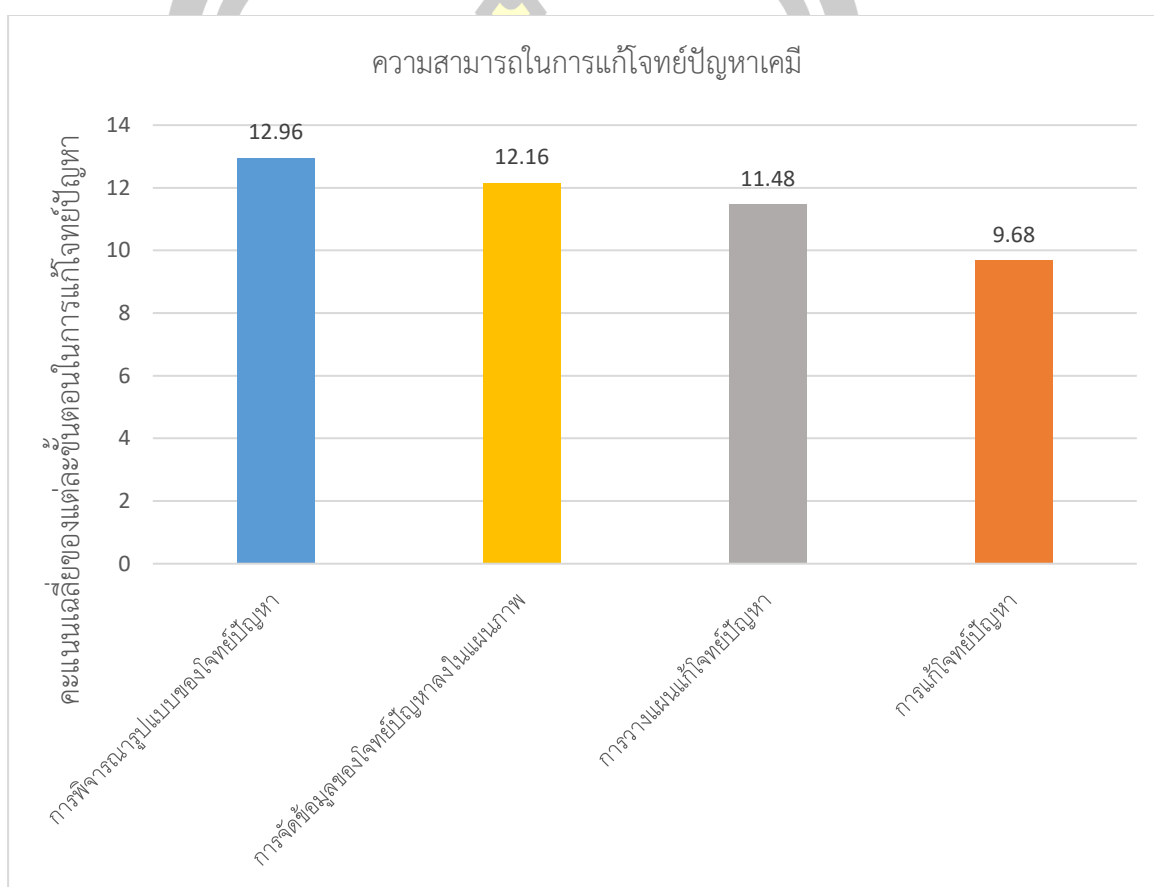
หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในวงจรรอบปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีรายบุคคล โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี แบบอัตนัยจำนวน 9 ข้อ คะแนนเต็ม 72 คะแนน ผลคะแนนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 25 คน โดยผลคะแนนจะแสดงในตาราง 20

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำยวงจรรอบปฏิบัติการที่ 1 (n = 25)

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี				รวม 72 คะแนน	ร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบของโจทย์ ปัญหา (18 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ (18 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)			
1	10	12	9	9	40	55.55	ไม่ผ่าน
2	12	11	9	6	38	52.78	ไม่ผ่าน
3	16	14	12	10	52	72.22	ผ่าน
4	9	6	5	4	24	33.33	ไม่ผ่าน
5	16	15	14	13	58	80.56	ผ่าน
6	12	10	10	9	41	56.94	ไม่ผ่าน
7	14	15	12	9	50	69.44	ไม่ผ่าน
8	12	10	7	4	33	45.83	ไม่ผ่าน

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี				รวม 72 คะแนน	ร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบของโจทย์ ปัญหา (18 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ (18 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)			
9	16	15	16	16	63	87.50	ผ่าน
10	15	14	16	15	60	83.33	ผ่าน
11	14	13	12	10	54	75.00	ผ่าน
12	11	9	9	6	35	48.61	ไม่ผ่าน
13	8	8	6	4	26	36.11	ไม่ผ่าน
14	16	15	17	15	63	87.50	ผ่าน
15	16	16	14	13	59	81.94	ผ่าน
16	13	13	11	7	44	61.11	ไม่ผ่าน
17	10	9	5	2	26	36.11	ไม่ผ่าน
18	10	9	11	8	38	52.78	ไม่ผ่าน
19	17	14	14	13	58	80.56	ผ่าน
20	10	10	14	14	48	66.67	ไม่ผ่าน
21	10	11	10	8	39	54.17	ไม่ผ่าน
22	18	16	15	12	61	84.72	ผ่าน
23	12	8	12	10	42	58.33	ไม่ผ่าน
24	18	17	17	17	69	95.83	ผ่าน
25	9	14	10	8	41	56.94	ไม่ผ่าน
$\bar{x}$	12.96	12.16	11.48	9.68	46.48	64.56	ผ่าน 10 คน
SD	3.08	3.02	3.54	4.12	3.08		

จากตาราง 20 แสดงผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 โดยมีกลุ่มเป้าหมาย 25 คน พบว่ามีนักเรียน 10 คน ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 46.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.08 เมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสทั้งหมด 4 ขั้นตอน แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1

จากภาพ 3 แสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสทั้งหมด 4 ขั้นตอน พบว่าขั้นตอนการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 12.96 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่นักเรียนบางคนยังเขียนขั้นตอนการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาไม่ครบถ้วนจึงทำให้ได้คะแนนในขั้นนี้ยังไม่เต็ม และคะแนนเฉลี่ยอันดับสอง คือ ขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพเท่ากับ 12.16 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

ได้ แต่ยังมีนักเรียนบางคนยังมองสิ่งที่โจทย์ให้มาเป็นภาพไม่ออกและเกิดความสับสนในการเขียนแผนภาพเนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีการเน้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ คะแนนเฉลี่ยอันดับสาม คือ ขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 11.48 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถบอกหลักการ ทฤษฎี สูตรที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่นักเรียนบางคนยังเขียนขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาไม่ครบถ้วนจึงทำให้ได้คะแนนไม่เต็ม ส่วนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 9.68 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนมากยังขาดทักษะการคิดคำนวณ เช่น การแก้สมการตัวแปรเดียว ส่งผลให้ในขั้นการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบไม่ถูกต้อง

2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม แบ่งออกเป็น 4 ประเด็น การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะการจัดการเรียนรู้ของวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่าผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนที่วัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มีความสอดคล้องกับคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม ดังตาราง 21

ตารางที่ 21 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1

คนที่	พฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี					ผลการประเมิน
	การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (2)	การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)	รวม 8 คะแนน	
1	1	0	1	0	2	ปรับปรุง
2	2	1	1	0	4	พอใช้
3	2	2	1	1	6	ดี

คนที่	พฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี				รวม 8 คะแนน	ผลการ ประเมิน
	การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (2)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)		
4	1	1	1	0	3	พอใช้
5	1	1	2	2	6	ดี
6	1	1	1	1	4	พอใช้
7	1	1	1	0	3	พอใช้
8	1	1	1	0	3	พอใช้
9	2	1	2	1	6	ดี
10	1	1	2	2	6	ดี
11	1	1	2	2	6	ดี
12	2	1	1	0	4	พอใช้
13	1	1	1	0	3	พอใช้
14	2	2	1	1	6	ดี
15	2	2	2	1	7	ดี
16	1	1	1	0	3	พอใช้
17	1	1	1	0	3	พอใช้
18	2	1	1	0	4	พอใช้
19	2	1	2	2	7	ดี
20	2	1	1	0	4	พอใช้
21	1	1	1	0	3	พอใช้
22	1	1	2	2	6	ดี
23	2	1	1	0	4	พอใช้
24	2	1	2	2	7	ดี
25	1	1	1	0	3	พอใช้

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่า พฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแต่ละคนมีคะแนนดังตาราง 21 มีพฤติกรรมที่แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุป พฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาค่ากว่าร้อยละ 70 ของคะแนน เต็ม เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 นักเรียนยังไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ไม่ครบถ้วนและประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึง ทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ เลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่การแก้ โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนยังไม่ครบถ้วน ยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 2 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพได้มี การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 4 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ ต้องการให้หาคำตอบได้ แต่ยังไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้แผนภาพได้อย่าง ชัดเจน มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน และไม่สามารถแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ได้

นักเรียนคนที่ 6 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วนแต่บอก ประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้น ได้ แต่ยังขาดการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน สามารถเลือกใช้สมการในการคำนวณหา คำตอบได้บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอน ได้บางส่วน

นักเรียนคนที่ 7 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพได้มี การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 8 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพได้มี การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

ได้มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้
ยังไม่ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 25 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่
โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพ
ได้มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้
ยังไม่ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

จากผลการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดย
ภาพรวม จะเห็นว่านักเรียนจำนวน 14 คน มีปัญหาในการพิจารณาารูปแบบของโจทย์ปัญหาบอกสิ่ง
ที่โจทย์กำหนดให้และประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ครบถ้วน และสามารถแสดงความคิดเห็น
ในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้นได้แต่ยังขาดการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน และเลือกใช้
สมการมาคำนวณได้แต่บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจนแต่แสดงวิธีในการแก้โจทย์ ปัญหา
ตามขั้นตอนได้บางส่วนแต่หาคำตอบได้ นอกจากนี้มีนักเรียนจำนวน 1 คน ที่มีปัญหาไม่สามารถเริ่ม
เขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ โดยภาพรวมจากการ
สังเกตจึงพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีปัญหारेื่องความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ประกอบกับแบบสังเกตพฤติกรรม ผู้วิจัยพบว่า
นักเรียนอยู่จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ของนักเรียนทั้งหมด ที่มีคะแนนจากแบบวัด
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมียังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยจึงได้
สอบถามนักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์เพื่อทราบถึงหลักการคิด ปัญหาที่ยังเหลืออยู่และหาแนว
ทางแก้ไขต่อไป

3) ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ประกอบด้วย 5
ประเด็น ได้แก่ 1) ขั้นการพิจารณาารูปแบบของโจทย์ปัญหา 2) ขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงใน
แผนภาพ 3) ขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา 4) ขั้นแก้โจทย์ปัญหา และ 5) วิธีการจัดการเรียนรู้
โดยที่ผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียดและแยกข้อมูลออกเป็นส่วยย่อยเพื่อนำ
ปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผลที่ได้
แสดงดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ อ่านโจทย์แล้วสามารถ
วิเคราะห์โจทย์ที่ครูกำหนดให้ได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถกำหนดขอบเขตปัญหาได้ครับ เพราะโจทย์ได้ซับซ้อน...”

(นักเรียนคนที่ 5 , 14 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...กำหนดขอบเขตของปัญหาได้ค่ะ เพราะมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้...”

(นักเรียนคนที่ 10 , 14 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

2. นักเรียนไม่สามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือตัวแปรที่ต้องการหาได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...ไม่รู้จะเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทำไมครับ ในเมื่อในโจทย์ก็บอกมาอยู่แล้ว บางทีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบ เพราะคิดว่าข้อมูลบางตัวไม่ได้ใช้...”

(นักเรียนคนที่ 4 , 14 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...กำหนดขอบเขตของปัญหาไม่ได้ครับ เพราะมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้...”

(นักเรียนคนที่ 13 , 14 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

3. นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาซึ่งนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถแสดงกระบวนการในการเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้ นักเรียนไม่มั่นใจและไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มวาดภาพใดก่อน โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...ไม่รู้จะเริ่มต้นวาดภาพครับ จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มายังไง...”

(นักเรียนคนที่ 1 , 14 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...ไม่รู้ว่าจะเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ตัวไหนบ้างครับ เพราะไม่รู้ว่าข้อมูลไหนที่จะได้ใช้ในการคำนวณ...”

(นักเรียนคนที่ 8 , 14 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

4. นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอในขั้นนี้ ทำให้เกิดความคิดไม่รอบคอบ เมื่อนำความรู้ สูตร หรือแนวคิดหลักมาประยุกต์เพื่อวางแผนแก้โจทย์ปัญหา โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...ในโจทย์ปัญหาที่มีการแก้แบบหลายขั้นตอนเป็นสิ่งที่ยาก จึงอยากให้ครูให้เวลาเพิ่มค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 25 , 14 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...ในบางครั้งก็สับสนไม่รู้ว่าในแผนที่วางไว้นั้นจะต้องแปลงหน่วยก่อนหรือไม่ ทำให้ไม่มั่นใจในการเริ่มลงมือทำตามแผนครับ...”

(นักเรียนคนที่ 17 , 14 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

5. นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดคำนวณ เกิดความสับสนในการเลือกใช้สูตรหรือการเปลี่ยนหน่วย ส่งผลให้ในขั้นการแก้ปัญหา เมื่อคำนวณหาคำตอบจึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เขียนสูตรไม่ได้ เนื่องจากไม่รู้ว่าควรจะใช้แนวคิดไหน อาจจะเป็นเพราะไม่รู้ว่าสิ่งที่โจทย์ให้มาคือตัวแปรอะไรคะ...”

(นักเรียนคนที่ 23 , 15 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...เวลาหาคำตอบแล้วผิดค่ะ เพราะสับสนการแก้สมการ และหารเลขยังผิด โดยเฉพาะการเปลี่ยนหน่วยของคำตอบที่ไม่เคยตอบถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ...”

(นักเรียนคนที่ 12 , 15 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...แก้โจทย์ปัญหาได้บ้าง แต่ยังไม่แม่นยำในการแก้สมการ และการย้ายข้าง...”

(นักเรียนคนที่ 16 , 15 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

6. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอน ซึ่งกลวิธีเอฟโอพีเอสที่ครูได้กำหนดให้ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาจะมีขั้นตอนที่เยอะกว่าปกติที่เคยเรียน ซึ่งปกตินักเรียนจะคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาที่เมื่อรู้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ แล้วเลือกใช้สมการหรือสูตรที่จะใช้คำนวณแล้วแสดงวิธีการหาคำตอบ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เนื้อหาค่อนข้างเยอะและยาก จำสูตรไม่ได้ อยากให้บทวนให้ทุกครั้งค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 25 , 15 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาค่อนข้างเยอะ สับสนในบางครั้ง แต่สนุกเพราะได้วาดรูปด้วยครับ”

(นักเรียนคนที่ 17 , 15 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีแบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียนประกอบกัน สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ไดว่านักเรียนจำนวน 15 คน ยังมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี โดยจะนำปัญหาไปปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและแนวทางเพื่อแก้ไขและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ได้แสดงผลดังตาราง 22

ตารางที่ 22 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหามิวนวรอบปฏิบัติกรที่ 2

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนสับสนกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีโอพีเอส 4 ขั้นตอน	1. ครูจะอธิบายขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนอีกครั้ง พร้อมทั้งลงรายละเอียดว่าแต่ละขั้นนักเรียนจะต้องทำอะไรบ้าง และให้ลองทำไปพร้อม ๆ กันในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา
2. นักเรียนไม่สามารถพิจารณารูปแบบของโจทย์ ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ ทั้งหมด เนื่องจากการที่นักเรียนยังไม่เล็งเห็นความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้	2. สร้างความตระหนักให้นักเรียนต่อ ความสำคัญของข้อมูลหรือโจทย์กำหนดให้ โดยครูผู้สอนทำการอธิบายให้นักเรียนทราบถึง ความสำคัญ ถ้าเลือกใช้ข้อมูลที่ถูกต้องจะสามารถทำให้ไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3. นักเรียนไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาซึ่งนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถแสดงกระบวนการในการเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้	3. ครูยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา ครูจะสาธิตและอธิบายวิธีการเขียนแผนภาพขั้นต้น การวางแผนโดยใช้แผนภาพ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมของการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาโดยใช้แผนภาพ รูป เส้น หรือสัญลักษณ์
4. นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอในขั้นนี้ ทำให้เกิดการคิดไม่รอบคอบเมื่อนำความรู้ สูตรหรือแนวคิดหลักมาประยุกต์เพื่อวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา	4. ครูเพิ่มเวลาในขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ให้นักเรียนมีเวลาคิด ทำความเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น และในการยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา ครูอธิบายการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อนำความรู้ สูตรมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมทั้งหมดของขั้นตอนในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา
5. นักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ในขั้นการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อคำนวณหาคำตอบ จึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง	5. สอนซ่อมเสริมนักเรียน เพื่อฝึกทักษะการคำนวณในเรื่องการแก้สมการ

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
6. เวลาไม่เพียงพอในการทำกิจกรรม	6.ครูผู้สอนต้องปรับกิจกรรมให้กระชับมากขึ้นกว่าเดิม และเลือกหัวข้อในการทำกิจกรรมที่มีความใกล้เคียงกับตัวนักเรียนมากขึ้น
7. เมื่อมีการอธิบายการแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนพูดเร็ว ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการแก้โจทย์ปัญหา	7.ครูพูดให้ช้าลง แจ้งกับนักเรียนว่า ถ้าครูพูดเร็วให้นักเรียนแจ้งทันที เพิ่มเวลาให้นักเรียนได้คิดและอธิบายซ้ำอีกครั้ง

2. วงรอบปฏิบัติการที่ 2

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 ได้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงเพื่อออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยครูผู้สอนพูดให้ช้าลง เพิ่มเวลาให้นักเรียนได้คิดและอธิบายซ้ำอีกครั้งเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย ครูผู้สอนอธิบายให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญของข้อมูลในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และอธิบายความเชื่อมโยงของตัวแปรแต่ละตัวในสูตรเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่โจทย์ให้มาและขอบเขตที่ต้องการหาได้ ครูผู้สอนอธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพี เอสทั้ง 4 ขั้นตอนอีกครั้งพร้อมทั้งลงรายละเอียดว่าแต่ละขั้นนักเรียนจะต้องทำอย่างไรบ้าง และให้ลองทำไปพร้อม ๆ กันในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในขั้นที่ 1 ขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ครูผู้สอนสร้างความตระหนักให้กับนักเรียนต่อความสำคัญของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ ขั้นที่ 2 ขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ครูผู้สอนยกตัวอย่าง สาธิตและอธิบายวิธีการเขียนแผนภาพขั้นตอนการวางแผนโดยใช้แผนภาพ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมของการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาโดยใช้แผนภาพ รูป เส้นหรือสัญลักษณ์ ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา แผนภาพ ครูผู้สอนยกตัวอย่างและอธิบายการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อนำความรู้หลักการหรือสูตรมาประยุกต์ใช้และอธิบายความเชื่อมโยงของตัวแปรแต่ละตัวในสูตรเพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมทั้งหมดของขั้นตอนในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 ขั้นการแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนนัดสอนซ่อมเสริมนักเรียน เพื่อฝึกทักษะการคำนวณในเรื่องการแก้สมการและการเปลี่ยนหน่วย และครูเพิ่มเวลาในขั้นการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนมีเวลาคิดคำนวณได้มากขึ้น อีกทั้งครูผู้สอนเพิ่มการยกตัวอย่างในการตรวจสอบคำตอบเป็นตัวอย่างให้นักเรียนได้ศึกษาประกอบกับทำแบบฝึกหัดในโจทย์ที่มีการตรวจสอบผลที่ไม่ซับซ้อน

1) ผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำยวงรอบปฏิบัติการที่ 2

เมื่อทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมตามการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาจากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปฏิกริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง กิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

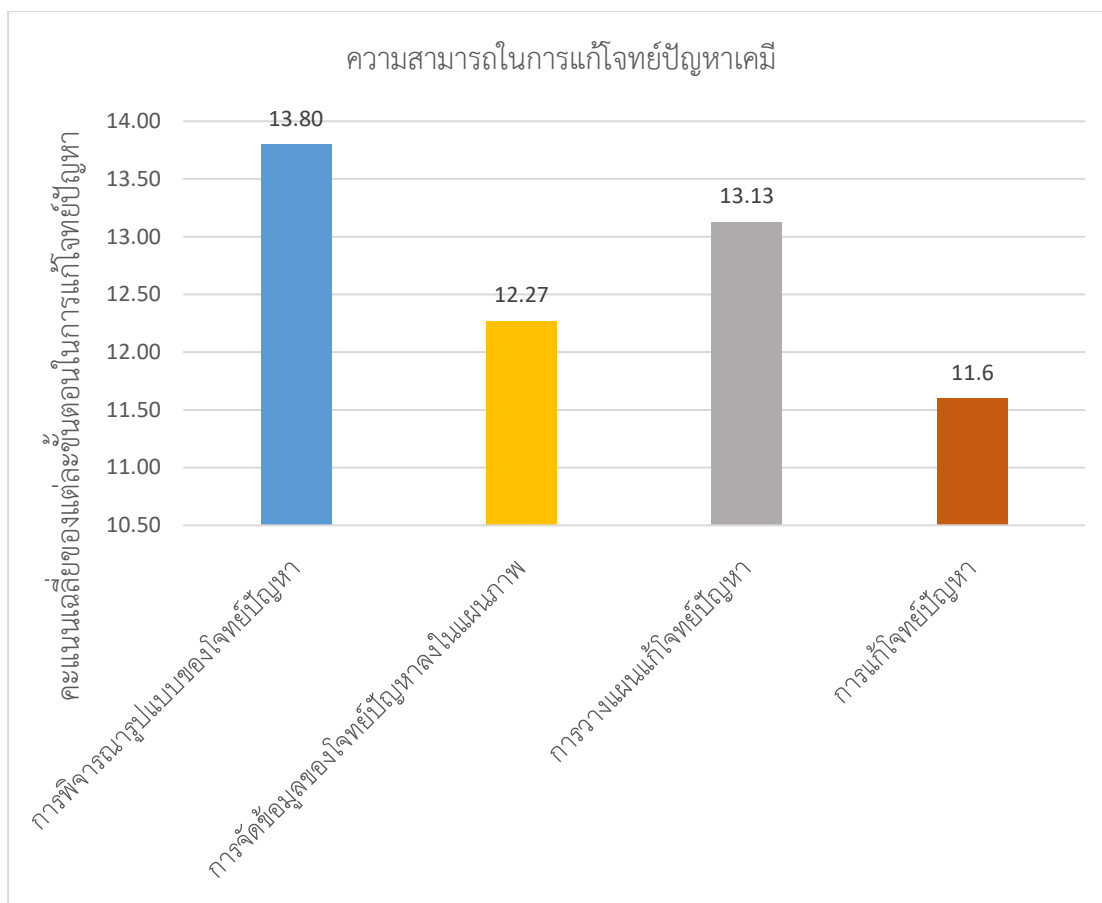
หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีรายบุคคล โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 9 ข้อ คะแนนเต็ม 72 คะแนน ผลคะแนนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 คน โดยผลคะแนนจะแสดงในตาราง 23

ตารางที่ 23 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำวงรอบปฏิบัติการที่ 2 (n = 15)

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี				รวม 72 คะแนน	ร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบของโจทย์ ปัญหา (18 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ (18 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)			
1	16	14	16	15	61	84.72	ผ่าน
2	14	13	17	15	59	81.94	ผ่าน
4	10	9	9	8	36	50.00	ไม่ผ่าน
6	16	12	12	9	49	68.06	ไม่ผ่าน
7	17	16	15	13	61	84.72	ผ่าน
8	12	10	12	12	46	63.89	ไม่ผ่าน

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี				รวม 72 คะแนน	ร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบของโจทย์ ปัญหา (18 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ (18 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)			
12	13	10	10	10	43	59.72	ไม่ผ่าน
13	9	9	6	6	30	41.67	ไม่ผ่าน
16	16	15	16	13	60	83.33	ผ่าน
17	14	12	14	11	51	70.83	ผ่าน
18	12	11	12	10	45	62.50	ไม่ผ่าน
20	16	15	15	15	61	84.72	ผ่าน
21	12	11	14	12	49	68.06	ไม่ผ่าน
23	14	12	13	10	49	68.06	ไม่ผ่าน
25	16	15	16	15	62	86.11	ผ่าน
$\bar{x}$	13.80	12.27	13.13	11.60	50.80	71.02	ผ่าน 7 คน
SD	2.43	2.31	3.04	2.80	9.89		

จากตาราง 23 แสดงผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 โดยมีกลุ่มเป้าหมาย 15 คน พบว่ามีนักเรียน 7 คน ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 50.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.89 เมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสทั้งหมด 4 ขั้นตอน แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีตามกลวิธีเอฟโอพีเอสของนักเรียน
ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 4 แสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสทั้งหมด 4 ขั้นตอน พบว่าขั้นตอนการพิจารณาแบบของโจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 13.80 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่นักเรียนบางคนยังเขียนขั้นตอนการพิจารณาแบบของโจทย์ปัญหาไม่ครบถ้วนจึงทำให้ได้คะแนนในขั้นนี้ยังไม่เต็ม และคะแนนเฉลี่ยอันดับสอง คือ ขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 13.13 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถบอกหลักการ ทฤษฎี สูตรที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ แต่นักเรียนบางคนยังเขียนขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาไม่ครบถ้วนจึงทำให้ได้คะแนนไม่เต็ม คะแนนเฉลี่ยอันดับสาม คือ ขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพเท่ากับ 12.27 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ แต่ยังมีนักเรียนบางคนยังมองสิ่งที่โจทย์ให้มาเป็นภาพไม่ออกและเกิดความสับสนในการเขียนแผนภาพเนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีการเน้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ส่วนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 11.60 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนมากยัง

ขาดทักษะการคิดคำนวณ เช่น การแก้สมการตัวแปรเดียว ส่งผลให้ในขั้นการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบไม่ถูกต้อง

2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม แบ่งออกเป็น 4 ประเด็น การพิจารณาารูปแบบของโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา และการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะการจัดการเรียนรู้ของวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่าผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนที่วัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มีความสอดคล้องกับคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม ดังตาราง 24

ตารางที่ 24 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี				รวม 8 คะแนน	ผลการ ประเมิน
	การพิจารณารูปแบบของ โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)		
1	1	2	2	2	7	ดี
2	2	2	1	1	6	ดี
4	1	1	1	0	3	พอใช้
6	1	1	1	1	4	พอใช้
7	1	2	2	1	6	ดี
8	1	1	1	0	3	พอใช้
12	2	1	1	0	4	พอใช้
13	1	1	1	0	3	พอใช้

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี				รวม 8 คะแนน	ผลการ ประเมิน
	การพิจารณารูปแบบของ โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)		
16	2	2	2	1	7	ดี
17	2	1	2	1	6	ดี
18	2	1	1	0	4	พอใช้
20	2	1	2	1	6	ดี
21	1	1	1	0	3	พอใช้
23	2	1	1	0	4	พอใช้
25	2	2	2	1	7	ดี

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายพบว่า พฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแต่ละคนมีคะแนนดังตาราง 24 มีพฤติกรรมที่แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลดกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนคนที่ 4 นักเรียนยังไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบถ้วนและประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ เลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่การแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนยังไม่ครบถ้วน ยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 6 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพได้มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 8 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบได้ แต่ยังไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้แผนภาพได้อย่างชัดเจน มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน และไม่สามารถแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ได้

นักเรียนคนที่ 12 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วนแต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้นได้ แต่ยังขาดการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน สามารถเลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วน

นักเรียนคนที่ 13 นักเรียนยังไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบถ้วนและประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ เลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่การแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนยังไม่ครบถ้วน ยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 18 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพได้มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 21 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพได้มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 23 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพได้มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

จากผลการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม จะเห็นว่านักเรียนจำนวน 10 คน มีปัญหาในการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ครบถ้วน และสามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้นได้แต่ยังขาดการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน และเลือกใช้สมการมาคำนวณได้แต่บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจนแต่แสดงวิธีในการแก้โจทย์ ปัญหา

ตามขั้นตอนได้บางส่วนแต่หาคำตอบได้ นอกจากนี้มีนักเรียนจำนวน 7 คน ที่มีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งแสดงกระบวนการตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ชัดเจนจึงทำให้ไม่ได้คำตอบที่ถูก โดยรวมจากการสังเกตจึงพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีปัญหารื่องความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ประกอบกับแบบสังเกตพฤติกรรม ผู้วิจัยพบว่ามีนักเรียนอยู่จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 32.00 ของนักเรียนทั้งหมด ที่มีคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมียังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยจึงได้สอบถามนักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์เพื่อทราบถึงหลักการคิด ปัญหาที่ยังเหลืออยู่และหาแนวทางแก้ไขต่อไป

3) ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ประกอบด้วย 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา 2) ขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ 3) ขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา 4) ขั้นแก้โจทย์ปัญหา และ 5) วิธีการจัดการเรียนรู้ โดยที่ผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียดและแยกข้อมูลออกเป็นส่วยย่อยเพื่อนำปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ผลที่ได้แสดงดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ อ่านโจทย์แล้วสามารถวิเคราะห์โจทย์ที่ครูกำหนดให้ได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถกำหนดขอบเขตปัญหาได้ครับ เพราะโจทย์ได้ชี้ชัดขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 7 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...กำหนดขอบเขตของปัญหาได้ค่ะ เพราะมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้...”

(นักเรียนคนที่ 20 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

2. นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...ไม่รู้จะเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทำไมครับ ในเมื่อในโจทย์ก็บอกมาอยู่แล้ว บางทีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบ เพราะคิดว่าข้อมูลบางตัวไม่ได้ใช้...”

(นักเรียนคนที่ 12 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...กำหนดขอบเขตของปัญหาไม่ได้ครับ เพราะมีความไม่เข้าใจในโจทย์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้...”

(นักเรียนคนที่ 21 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

3. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาซึ่งนำเสนอข้อมูลโดยใช้ แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เริ่มเข้าใจในบางส่วนแล้วค่ะ แต่ก็ยังไม่มั่นใจว่าจะเริ่มต้นวาดภาพ จาก สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มายังไง...”

(นักเรียนคนที่ 10 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...เขียนได้ครับ เพราะว่าเริ่มเข้าใจ และครูให้เทคนิคการจำสูตรต่าง ๆ จึง ทำให้เลือกใช้สูตรได้...”

4. นักเรียนไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ เนื่องจากนักเรียน ยังไม่สามารถแสดงกระบวนการในการเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้ นักเรียนไม่มั่นใจและไม่รู้ว่าจะต้อง เริ่มวาดภาพใดก่อน โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...นำข้อมูลมาเขียนเป็นแผนภาพไม่ได้ค่ะ เพราะไม่รู้ว่าจะเขียนออกมาเป็น แผนภาพยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 18 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

5. นักเรียนสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบ ของนักเรียน ดังนี้

“...เริ่มระบุได้ เพราะเข้าใจมากขึ้น แต่ก็อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมอยู่เรื่อย ๆ เพื่อความถูกต้อง...”

(นักเรียนคนที่ 11 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

6. นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำ กิจกรรมไม่เพียงพอในขั้นนี้ ทำให้เกิดการคิดไม่รอบคอบ เมื่อนำความรู้ สูตร หรือแนวคิดหลักมา ประยุกต์เพื่อวางแผนแก้โจทย์ปัญหา โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เขียนสูตรไม่ได้ค่ะ เนื่องจากไม่รู้ว่าจะใช้แนวคิดไหน...”

(นักเรียนคนที่ 18 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

7. นักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ เกิดความสับสนในการเลือกใช้สูตร หรือการ เปลี่ยนหน่วย ส่งผลให้ในขั้นการแก้ปัญหา เมื่ocalculatค่าตอบจึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง โดยจะเห็น จากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เวลาหาคำตอบแล้วผิดค่ะ เพราะสับสนการแก้สมการ และหารเลขยังผิด โดยเฉพาะการเปลี่ยนหน่วยของคำตอบที่ไม่เคยตอบถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ...”

“...สามารถคำนวณตามกระบวนการที่วางแผนไว้ได้ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 17 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...แก้โจทย์ไม่ทัน อยากให้ครูเพิ่มเวลาครับ...”

(นักเรียนคนที่ 6 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

8. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอน ซึ่งกลวิธีเอฟโอพีเอสที่ครูได้กำหนดให้ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหามีขั้นตอนที่เยอะกว่าปกติที่เคยเรียน ซึ่งปกตินักเรียนจะคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาที่เมื่อรู้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ แล้วเลือกใช้สมการหรือสูตรที่จะใช้คำนวณแล้วแสดงวิธีการหาคำตอบ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เนื้อหาค่อนข้างเยอะ แต่ครูสามารถทำให้เข้าใจได้ ชอบเทคนิคที่ครูใช้สอน...”

(นักเรียนคนที่ 20 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...เป็นวิธีการเรียนรู้ที่สนุก แปลกใหม่ แต่เนื้อหาค่อนข้างข้งข้งยาก ต้องทำความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 25 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...แก้โจทย์ไม่ทัน อยากให้ครูเพิ่มเวลาครับ...”

(นักเรียนคนที่ 8 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีแบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียนประกอบกัน สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้นักเรียนจำนวน 8 คน ยังมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี โดยจะนำปัญหาไปปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและแนวทางเพื่อแก้ไขและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ได้แสดงผลดังตาราง 25

ตารางที่ 25 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอในขั้นนี้ ทำให้เกิดการคิดไม่รอบคอบ	1. ครูเพิ่มเวลาในขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ให้นักเรียนมีเวลาคิด ทำความเข้าใจ เนื้อหาได้มากขึ้น และในการยกตัวอย่างการแก้ โจทย์ปัญหา ครูอธิบายการวางแผนการแก้

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
เมื่อนำความรู้ สูตรหรือแนวคิดหลักมาประยุกต์เพื่อวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา	โจทย์ปัญหาเมื่อนำความรู้ สูตรมาประยุกต์ใช้เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมทั้งหมดของขั้นตอนในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา
2. นักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ในขั้นการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อคำนวณหาคำตอบจึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง	2. สอนซ่อมเสริมนักเรียน เพื่อฝึกทักษะการคำนวณในเรื่องการแก้สมการ การเปลี่ยนหน่วย

3. วงรอบปฏิบัติการที่ 3

ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ได้วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงเพื่อออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยครูเพิ่มเวลาในขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนมีเวลาคิด ทำความเข้าใจ เนื้อหาได้มากขึ้นและในการยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา ครูอธิบายการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อนำความรู้ สูตรมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมทั้งหมดของขั้นตอนในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและมีการสอนซ่อมเสริมนักเรียนเพื่อฝึกทักษะการคำนวณในเรื่องการแก้สมการ การเปลี่ยนหน่วย

1) ผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำยวงรอบปฏิบัติการที่ 3

เมื่อทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟพีเอส เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมตามการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาจากวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ปฏิกริยาเคมีหลายขั้นตอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง สารกำหนดปริมาณ

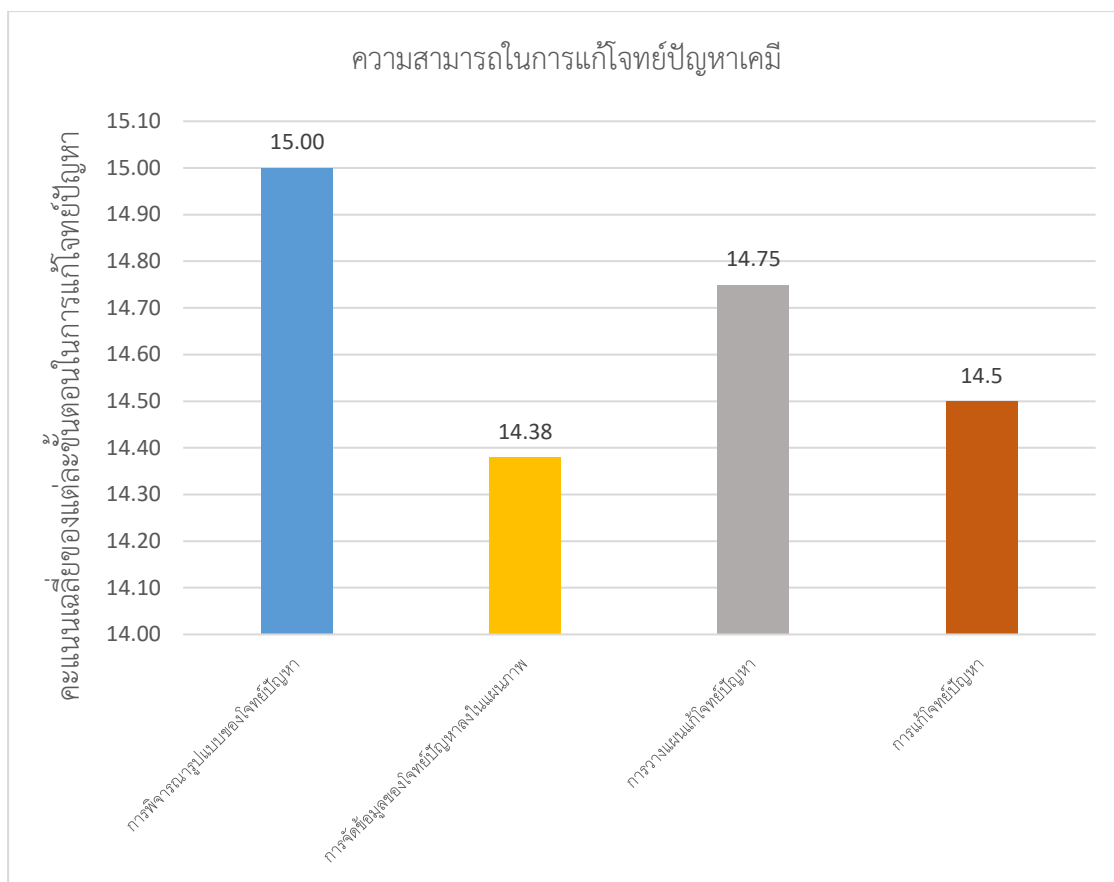
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ผลได้ร้อยละ

หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีรายบุคคล โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 9 ข้อ คะแนนเต็ม 72 คะแนน ผลคะแนนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 คน โดยผลคะแนนจะแสดงในตาราง 26

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ทำวงจรรอบปฏิบัติการที่ 3 (n = 8)

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 72 คะแนน	ร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบของโจทย์ ปัญหา (18 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ (18 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (18 คะแนน)			
4	11	12	12	12	47	65.28	ไม่ผ่าน
6	17	17	18	17	69	95.83	ผ่าน
8	16	14	15	15	60	83.33	ผ่าน
12	15	13	13	13	54	75.00	ผ่าน
13	11	10	10	10	41	56.94	ไม่ผ่าน
18	17	17	17	18	69	95.83	ผ่าน
21	15	14	16	15	60	83.33	ผ่าน
23	18	18	17	16	69	95.83	ผ่าน
$\bar{x}$	15.00	14.38	14.75	14.50	58.63	81.42	ผ่าน 6 คน
SD	2.67	2.77	2.82	2.67	10.65		

จากตาราง 26 แสดงผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรรอบปฏิบัติการที่ 2 โดยมีกลุ่มเป้าหมาย 8 คน พบว่ามีนักเรียน 6 คน ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 58.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.65 เมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสทั้งหมด 4 ขั้นตอน แสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสของนักเรียนใน
วงรอบปฏิบัติการที่ 3

จากภาพ 5 แสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสทั้งหมด 4 ขั้นตอน พบว่าขั้นตอนการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.00 คะแนน ขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.38 คะแนน ส่วนขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.75 และ 14.50 ตามลำดับ ซึ่งจากภาพ 5 ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 จะเห็นว่านักเรียนมีการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาการแก้โจทย์ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยในขั้นตอนนี้ดีและคะแนนที่สูง โดยในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสผู้วิจัยจึงเน้นในขั้นตอนการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา อธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเล็งเห็นความสำคัญของข้อมูลในโจทย์กำหนดมาให้ให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ และขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนสามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้แผนภาพได้ครบถ้วนสมบูรณ์จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงไปสู่ทฤษฎีความสัมพันธ์หรือสูตรที่จะใช้ในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาและแก้โจทย์ปัญหาออกมาเป็นคำตอบ

จึงทำให้คะแนนในขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาและขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพของนักเรียนเพิ่มขึ้น และโดยภาพรวม แล้วพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังจากจบรอบปฏิบัติการที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 50.80 เป็น 58.63 คะแนน

2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม แบ่งออกเป็น 4 ประเด็น การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา และการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะการจัดการเรียนรู้ของวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่าผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนที่วัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มีความสอดคล้องกับคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม ดังตาราง 27

ตารางที่ 27 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี					รวม 8 คะแนน	ผลการ ประเมิน
	การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (2)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)			
4	1	1	1	0	3		พอใช้
6	2	2	1	1	6		ดี
8	2	1	2	1	6		ดี
12	2	2	2	1	7		ดี
13	1	1	1	0	3		พอใช้
18	2	1	2	2	7		ดี
21	2	2	1	1	6		ดี

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี				รวม 8 คะแนน	ผลการ ประเมิน
	การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (2)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)		
23	2	2	1	1	6	ดี

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายพบว่า พฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแต่ละคนมีคะแนนดังตาราง 27 มีพฤติกรรมที่แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลดกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนคนที่ 6 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการ ให้หาคำตอบได้ชัดเจน ครบถ้วนสามารถบอกสัญลักษณ์ของตัวแปรที่พิจารณาออกมาจากโจทย์ปัญหา ได้เหมาะสมมากขึ้น สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ชัดเจน การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกและบอกขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาได้ชัดเจน จึง ทำให้สามารถแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาเพื่อจะ หาคำตอบได้เหมาะสม นำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาแทนค่าในสูตรสมการได้ถูกและได้คำตอบที่ ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 8 นักเรียนเข้าใจในโจทย์ปัญหาสามารถบอกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องสมบูรณ์และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน ครบถ้วน สามารถ แสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ดีชัดเจน ครบถ้วน ในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้บอกขั้นตอนในการ วางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ชัดเจน และแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้ วางแผนแก้โจทย์ปัญหาเพื่อจะหาคำตอบได้ชัดเจน

นักเรียนคนที่ 12 นักเรียนสามารถบอกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่ โจทย์กำหนดได้ถูกต้องสมบูรณ์และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นใน การจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ชัดเจน ครบถ้วน การ วางแผนแก้โจทย์ ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้บอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

โดยมีหลักการที่ ชัดเจน สามารถแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้ โจทย์ปัญหาได้ และได้คำตอบที่ถูก

นักเรียนคนที่ 18 นักเรียนเข้าใจในโจทย์ปัญหาสามารถบอกประเด็นที่มีความ เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องสมบูรณ์และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน ครบถ้วน สามารถ แสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพ ได้ดีชัดเจน ครบถ้วน ในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้บอกขั้นตอน ในการ วางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ชัดเจน และแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ ได้ วางแผนแก้โจทย์ปัญหาเพื่อจะหาคำตอบได้ชัดเจน

นักเรียนคนที่ 21 นักเรียนสามารถบอกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่ โจทย์กำหนดได้ถูกต้องสมบูรณ์และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน สามารถแสดง ความคิดเห็นใน การจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ชัดเจนครบถ้วน การ วางแผนแก้โจทย์ ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้บอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีหลักการที่ชัดเจน สามารถแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้ โจทย์ปัญหาได้และได้คำตอบที่ถูก

นักเรียนคนที่ 23 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและบอกประเด็นในสิ่งที่ โจทย์ต้องการ ให้หาคำตอบได้ชัดเจนครบถ้วนสามารถบอกสัญลักษณ์ของตัวแปรที่พิจารณาออกมา จากโจทย์ปัญหาได้เหมาะสมมากขึ้น สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ชัดเจน การ วางแผนแก้โจทย์ ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกและบอกขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาได้ชัดเจน จึง ทำให้สามารถแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผน แก้โจทย์ปัญหาเพื่อจะหาคำตอบได้เหมาะสม นำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาแทนค่าในสูตรสมการได้ถูก และได้คำตอบที่ถูกต้อง

จากผลการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดย ภาพรวม จะเห็นว่ามึนักเรียนจำนวน 2 คน ที่มีคะแนนยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ยัง มีปัญหาในการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และประเด็นในสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบไม่ครบถ้วน และสามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้นได้แต่ยังขาด การเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน และเลือกใช้สมการมาคำนวณได้แต่บอกขั้นตอนการแก้ โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจนแต่แสดงวิธีในการแก้โจทย์ ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนแต่หาคำตอบได้

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ประกอบกับแบบสังเกตพฤติกรรม ผู้วิจัยพบว่า มี นักเรียนอยู่จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8.00 ของนักเรียนทั้งหมด ที่มีคะแนนจากแบบวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมียังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยจึงได้

สอบถามนักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์เพื่อทราบถึงหลักการคิด ปัญหาที่ยังเหลืออยู่และหาแนวทางแก้ไขต่อไป

3) ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ประกอบด้วย 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ขั้นการพิจารณาารูปแบบของโจทย์ปัญหา 2) ขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ 3) ขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา 4) ขั้นแก้โจทย์ปัญหา และ 5) วิธีการจัดการเรียนรู้ โดยที่ผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียดและแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเพื่อนำปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ผลที่ได้แสดงดังนี้

1. นักเรียนสามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ อ่านโจทย์แล้วสามารถวิเคราะห์โจทย์ที่ครูกำหนดให้ได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถกำหนดขอบเขตปัญหาได้ครับ เพราะโจทย์ได้ซับซ้อน...”

(นักเรียนคนที่ 7 , 28 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...กำหนดขอบเขตของปัญหาได้ค่ะ เพราะมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้...”

(นักเรียนคนที่ 20 , 28 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

2. นักเรียนสามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาซึ่งนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพรูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เริ่มเข้าใจในบางส่วนแล้วค่ะ แต่ก็ยังไม่มั่นใจว่าจะเริ่มต้นวาดภาพ จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มายังไง...”

(นักเรียนคนที่ 10 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...เขียนได้ครับ เพราะว่าเริ่มเข้าใจ และครูให้เทคนิคการจำสูตรต่าง ๆ จึงทำให้เลือกใช้สูตรได้...”

3. นักเรียนบางคนไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...นำข้อมูลมาเขียนเป็นแผนภาพไม่ได้ค่ะ เพราะไม่รู้ว่าจะเขียนออกมาเป็นแผนภาพยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 4 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

4. นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มที่จะสามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอในขั้นนี้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เริ่มระบุได้ เพราะเข้าใจมากขึ้น แต่ก็อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมอยู่เรื่อย ๆ เพื่อความถูกต้อง...”

(นักเรียนคนที่ 23 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

5. มีนักเรียนยังไม่สามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอในขั้นนี้ โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เขียนสูตรไม่ได้ค่ะ เนื่องจากไม่รู้ว่าจะใช้แนวคิดไหน...”

(นักเรียนคนที่ 13 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

6. นักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ในขั้นการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อคำนวณหาคำตอบ จึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...แก้โจทย์ไม่ทัน เพราะยังสูตรไม่ได้ ยังไม่มั่นใจว่าต้องใช้สูตรไหนบ้าง...”

(นักเรียนคนที่ 23 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...แก้โจทย์ไม่ทัน อยากให้ครูเพิ่มเวลาครับ...”

(นักเรียนคนที่ 4 , 21 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

7. นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอน โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...เนื้อหาค่อนข้างเยอะ แต่ครูสามารถทำให้เข้าใจได้ ชอบเทคนิคที่ครูใช้สอน...”

(นักเรียนคนที่ 12 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“...เป็นวิธีการเรียนรู้ที่สนุก แปลกใหม่ แต่เนื้อหาค่อนข้างยาก ต้องทำความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 23 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียนประกอบกัน สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้นักเรียนจำนวน 2 คน ยังมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี โดยจะนำปัญหาไปปรับปรุงแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและแนวทางเพื่อแก้ไขและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป ได้แสดงผลดังตาราง 28

ตารางที่ 28 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในวงรอบปฏิบัติการต่อไป

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนบางส่วนไม่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอในชั้นนี้ ทำให้เกิดการคิดไม่รอบคอบเมื่อนำความรู้ สูตรหรือแนวคิดหลักมาประยุกต์เพื่อวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา	1. ครูเพิ่มเวลาในชั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ให้นักเรียนมีเวลาคิด ทำความเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น และในการยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา ครูอธิบายการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา เมื่อนำความรู้ สูตร มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมทั้งหมดของขั้นตอนในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา
2. นักเรียนบางส่วนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ในชั้นการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อคำนวณหาคำตอบ จึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง	2. สอนซ่อมเสริมนักเรียน เพื่อฝึกทักษะการคำนวณในเรื่องการแก้สมการ



บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 25 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ในรายวิชาเคมี เนื้อหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 27 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน ซึ่งวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี 4 ด้าน ดังนี้ ด้านการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ด้านการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ด้านการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา และด้านการแก้โจทย์ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีและแบบสัมภาษณ์นักเรียน เมื่อได้รับข้อมูลจากการใช้เครื่องมือวิจัยกับกลุ่มเป้าหมายแล้วผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปผล

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจำนวน 25 คน พบว่า จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวนเพิ่มขึ้นดังนี้ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 10 คน ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 15 คน และวงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 23 คน

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ นักเรียนทั้งหมด 25 คน พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ นักเรียนทั้งหมด 15 คน พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มี 7 คน คิดเป็นร้อยละ 68.00

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ นักเรียนทั้งหมด 8 คน พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มี 6 คน คิดเป็นร้อยละ 92.00

อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในรายวิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนทั้งหมด 25 คน มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีพัฒนาขึ้นในแต่ละวงรอบปฏิบัติการตามลำดับ โดยพบว่าจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวนเพิ่มขึ้นดังนี้ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 10 คน วงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 17 คน และวงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 23 คน และพบว่านักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้ใช้สถานการณ์โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดความสนใจ เกิดคำถาม เพื่อทำการค้นคว้าข้อมูลมา

วิเคราะห์อย่างมีเหตุผล มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ถึงวิธีการที่จะใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหาโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ (ทิตินา แคมมณี, 2552) นักเรียนมีการพัฒนาทางด้านความคิด ส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา เกิดความคงทนในการเรียนรู้ และทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยครูผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ให้คำแนะนำและจัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) เมื่อนักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนสามารถทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เกิดเป็นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดเป็นทักษะกระบวนการคิดที่จะประยุกต์ความรู้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ช่วยให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์โดยตรงในการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ในกิจกรรมในขั้นการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสมีการแบ่งขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาออกเป็น 4 ขั้นตอน อย่างชัดเจน คือ ขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาและขั้นการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเป็นไปตามลำดับ ซึ่งกลวิธีเอฟโอพีเอสได้ให้ความสำคัญกับการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ เพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถเห็นภาพรวมของโจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจน เพราะการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพจะเป็นการเขียนแผนภาพแทนข้อความซึ่งจะช่วยให้เข้าใจสิ่งนั้น ๆ มากขึ้นโดยเฉพาะโจทย์ปัญหาที่ยาก เป็นข้อความที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อน ซึ่งแผนภาพนี้จึงเป็นตัวช่วยสำคัญที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาได้มากขึ้น (รมิตา ชื่นเปรมชีพ, พรเทพ จันทราอุกฤษณ์ และรากร เอ็งปัญญา, 2560) ซึ่งในขั้นขยายความรู้ได้มีการสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลยใบกิจกรรมหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นและสนุกสนานในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อรับของรางวัลและในบางครั้งครูผู้สอนได้เปลี่ยนให้ทั้งกลุ่มที่โดนสุ่มออกมานำเสนอทุกคน เพื่อที่จะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มนั้นได้นำเสนอทุกคน โดยนำเสนอคนละขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส เมื่อนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ส่งผลให้มีการเรียนรู้ถึงวิธีการใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหา (ทิตินา แคมมณี, 2552) และนักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเป็นไปตามลำดับแต่ละขั้นตอน จนเกิดเป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของพิรารณ วังทะพันธ์ (2564) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง ในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ พบว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้รอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนทั้งชั้นเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของ

คะแนนเต็ม และอมรรัตน์ บัวจำรัส (2560) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกลวิธีเอฟโอพีเอส ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่โรงเรียนเพชรพิทยาสรรค์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และปริญญา ทองสอน (2560) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีของกลุ่มนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 โดยมีรายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการดังนี้

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเฉลี่ยเท่ากับ 46.48 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 64.56 พบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ดี อาจเนื่องมาจากเป็นวิธีที่เน้นการใช้คำถามเป็นหลักและใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสที่เน้นการแก้โจทย์ปัญหาควบคู่กับการเตือนตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและได้เรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง (Kalyuga, 2006) โดยในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องใช้การเตือนตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น ทั้งนี้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ยังมีนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ยังขาดการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา สับสนกับสูตรสมการที่ใช้ในการคิดคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหา (กรมวิชาการ, 2545) เมื่อคำนวณหาคำตอบจึงส่งผลให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง ซึ่ง สุวรร กาญจนมยุร (2533) กล่าวว่าความสามารถในการคิดคำนวณเป็นองค์ประกอบที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ การที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้ที่ตนมีอยู่ไปวิเคราะห์โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ จะต้องอาศัยองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น องค์ประกอบด้านการคิดคำนวณ การฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา โดยในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเคมีสามารถสรุปได้ว่านักเรียนสามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ แต่ยังมีนักเรียนบางคนยังมองสิ่งที่โจทย์ให้มาเป็นภาพไม่ออกและเกิดความสับสนในการเขียนแผนภาพเนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีการเน้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ นักเรียนสามารถบอกหลักการ ทฤษฎี สูตรที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่นักเรียนบางคนยังเขียนขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาไม่ครบถ้วนจึงทำให้ได้คะแนนไม่เต็ม ส่วนการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนส่วนมากยังขาดทักษะการคิดคำนวณ เช่น การแก้สมการตัวแปรเดียว ส่งผลให้ในขั้นการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

ไม่ถูกต้อง จากแบบสังเกตความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีและการสัมภาษณ์นักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนอยากรู้และเกิดการตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้จากประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) ดังนั้นการกระตุ้นนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วยการซักถามประเด็นปัญหา การถกประเด็นปัญหา การทบทวนความรู้เดิม ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนการสอนควรจะอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว (นันทิยา บุญเคลือบ, 2540) และในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องใช้การเตือนตนเองเพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหของตนเอง ซึ่ง Kramarski, Mevarech and Arami (2002), Kramarski and Mizrachi (2006), and Pintrich (2002) ได้กล่าวไว้ว่าการเตือนตัวเอง เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มีความสำคัญต่อความสามารถในกลวิธีคิดและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะที่ดีในการทำกับตนเอง

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ผู้วิจัยได้ปรับปรุงโดยครูผู้สอนพูดให้ช้าลง เพิ่มเวลาให้นักเรียนได้คิดและอธิบายซ้ำอีกครั้ง เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย ครูผู้สอนอธิบายให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญของข้อมูลในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และอธิบายความเชื่อมโยงของตัวแปรแต่ละตัวในสูตรเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่โจทย์ให้มาและขอบเขตที่ต้องการหาได้ ครูผู้สอนอธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอสทั้ง 4 ขั้นตอนอีกครั้งพร้อมทั้งลงรายละเอียดว่าแต่ละขั้นนักเรียนจะต้องทำอย่างไรบ้าง และให้ลองทำไปพร้อม ๆ กันในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเฉลี่ยเท่ากับ 56.36 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 78.28 พบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.66 แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่เพิ่มมากขึ้น จากแบบสังเกตพฤติกรรมการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีและแบบสัมภาษณ์นักเรียน พบว่านักเรียนสามารถพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ แต่ยังมีบางคนเลือกสูตรในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ตรงกับโจทย์ปัญหา วางแผนแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าในทุกขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหามีค่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกด้าน ทั้งนี้อาจมาจากการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและการใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาตามแนวการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานจนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ และสอดคล้องกับแนวคิดของ Jitendra et al. (2010) ที่กล่าวว่า กลวิธีเอฟโอพีเอส เป็น

กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดการเรียนรู้การสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจในปัญหาและสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยเชื่อมโยงจากความรู้เดิมที่มีอยู่และจำแนกลักษณะหรือจัดหมวดหมู่ของข้อมูลในปัญหาเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสม

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้วิจัยได้เพิ่มเวลาในขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนมีเวลาคิดทำความเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น และในการยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาครูอธิบายการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อนำความรู้สูตรมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมทั้งหมดของขั้นตอนในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเฉลี่ยเท่ากับ 64.48 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 89.56 พบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 และหลังสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ยังมีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่ยังมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เนื่องจากนักเรียนขาดเรียนบ่อยส่งผลให้นักเรียนเรียนไม่ทันเพื่อน ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส โดยในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเคมีสามารถสรุปได้ว่านักเรียนสามารถพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ลงในแผนภาพได้หลากหลายมุมมองและชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส โดยการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพของแต่ละคนนั้นจะได้รับอิทธิพลจากการแบ่งปัน การแลกเปลี่ยนความคิดของคนในกลุ่ม และการฝึกฝนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้แผนภาพเป็นประจำ ดังนั้นจึงส่งผลให้เกิดความคิดที่แตกต่างและหลากหลายรวมถึงได้ฝึกฝนกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนทำให้มีคะแนนสูงขึ้นในทุกด้าน อีกทั้งมีการเสริมแรงด้วยการให้คะแนนซึ่งสามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ Skinner ที่ Hergenhahn and Olson (Herganhahn, B.R. and Olson, 1993) ได้กล่าวไว้ว่าในการสอนการให้การเสริมแรงหลังการตอบสนองที่เหมาะสมของผู้เรียนจะช่วยเพิ่มอัตราการตอบสนองที่เหมาะสมนั้นได้ ดังเช่นถ้าหากนักเรียนตอบคำถามที่ครูถามได้ก็จะได้รับคะแนนพิเศษ ซึ่งนักเรียนก็就会有ความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้น และการทำงานร่วมกันได้ดีขึ้น

ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนได้ เนื่องจากหลังจบวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 23 คนจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 25 คน ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการเน้นให้นักเรียนฝึกฝนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

ตระหนักให้รู้ถึงข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อให้นักเรียนได้นำข้อมูลมาใช้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาประกอบในการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ และการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิรวรรณ วังทะพันธ์ (2564) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส เรื่อง เสียง ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rockwell (2012) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ผลการศึกษาพบว่า การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสมีผลที่ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

ครูวิทยาศาสตร์ที่ต้องการนำวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสควรให้ความสำคัญในเรื่องต่อไปนี้

- 1) ผู้สอนจะต้องอธิบายลักษณะการจัดกิจกรรมและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจและชัดเจน ซึ่งจะทำให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างเต็มความสามารถและมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 2) ผู้สอนควรที่จะกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นให้ชัดเจน และเหมาะสมกับกิจกรรม เพื่อดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและป้องกันไม่ให้เกิดความวุ่นวายขึ้นในชั้นเรียนเมื่อมีเวลาที่ว่างระหว่างการจัดกิจกรรม
- 3) ข้อจำกัดของเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรมีความเหมาะสมต่อความสามารถและบริบทของนักเรียน
- 4) ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณที่ดีก่อนเริ่มมีการจัดการเรียนรู้ เพราะเป็นทักษะที่สำคัญในขั้นการแก้โจทย์ปัญหา
- 5) ควรมีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอสจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบคาบเรียนคู่หรือคาบ 2 ชั่วโมง เนื่องจากมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมและการแก้โจทย์ปัญหาค่อนข้างเยอะจึงไม่เหมาะกับคาบเรียนเดี่ยวหรือคาบ 1 ชั่วโมง หากมีความจำเป็นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบคาบเรียนเดี่ยวควรมีการปรับกิจกรรมให้กระชับมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้สูงขึ้น จึงควรนำไปใช้การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป เช่น นำการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน

2) จากการศึกษาพบว่าควรนำกลวิธีเอฟโอพีเอสไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหากับเนื้อหาอื่น ๆ ในรายวิชาเคมี ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ี้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีได้ครอบคลุมทุกเรื่องหรือไม่



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพมหานคร : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2539). *การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์การศึกษา*. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จรรยา ดาสา. (2553). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเคมีคำนวณ*. [สิงหาคม – กรกฎาคม 2553]. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 38 (167), 44 – 48.
- จักรพันธ์ พิรักษา. (2553) *การเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ Polya กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น . มหาวิทยาลัยขอนแก่น/ขอนแก่น. DOI : https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/KKU.the.2010.153.*

- จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2561). *การรู้วิทยาศาสตร์*. ใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์. หน่วยที่ 4 (พิมพ์ครั้งที่ 6, 4-10). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ณัฐพร ศรีบุณธ์. (2543). *การสร้างแบบทดสอบอัตโนมัติ/อวินิจัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธา.
- ทิตนา แคมมณี. (2557). *ปลูกโลกการสอนให้มีชีวิตคู่ ห้องเรียนแห่งศตวรรษใหม่ (สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน Ed. 1 ed.)*. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิง.
- ทิตนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 18)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวลจิตต์ เขวากิตติพงศ์. (2560). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์*. Veridian E-Journal สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัย ศิลปากร, 10(1), 111 - 127.
- นวลจิตต์ เขวากิตติพงศ์. (2562). *การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 12(1), 40-54.
- นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism*. วารสาร สสวท. ปีที่ 25, ฉบับที่ 96, (ม.ค.-มี.ค. 2540), หน้า 11-15.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปัทมาภรณ์ ศรีบุญ. (2560). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกทักษะ โรงเรียนวัดตะกล้า*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล. (2543). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พันธ์ ทองชุม. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิจิตร ยังดำ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม 1 ของนักเรียน ระดับชั้น ปวส.1 สาขาวิชาก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง (รายงานการวิจัยในชั้นเรียน). นครศรีธรรมราช: วิทยาเทคนิคทุ่งสง.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น และญาณภัทร สีหะมงคล (2554). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(4), 62-69.

โรงเรียนสารคามพิทยาคม. (2565). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา ปีการศึกษา 2565.

มหาสารคาม : งานทะเบียนวัดผลโรงเรียนสารคามพิทยาคม.

วรทยา มณีรัตน์ และปิยรัตน์ ดรบัณฑิต. (2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(2), 297-306.

เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร.(2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการ เรียนรู้, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสรรสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *คู่มือครูรายวิชา
พื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สสทศ.
ลาดพร้าว.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์ และคณะ. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 อี ที่เน้นพัฒนา
ทักษะการคิดขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : บริษัท 21 เซ็นจูรี จำกัด.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิด
ขั้นสูง : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ชารอักษร.
- สรชัย พิศาลบุตร. (2549). *การทำวิจัยในชั้นเรียน:เรียนรู้กันได้ ใน 5 ชั่วโมง (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ:
วิทย์พัฒน์.
- สุร กาญจนมยุร. (2533). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เล่ม 3*. กรุงเทพฯ :ไทย
วัฒนาพานิช.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. พิมพ์ครั้งที่
3. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *วิธีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพ
พิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สาโรช ไชยรักษ์. (2546). *นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: บริษัทบุ๊คพ้อยท์
จำกัด.
- สาวิตรี มูลสุวรรณ. (2557). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่มีต่อ
ความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหา บัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย*.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุจินต์ สุทธิวรากล. (2558). *การพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ
วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว23101 ตามแนวคิดของโพลยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับการ
สอนซ่อม เสริมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุ
ราษฎร์ธานี. วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*.

- สุธิดา แสนวัง. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการ.* กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- สุวิมล ว่องพานิช. (2555). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน.* พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- เสริมศรี ลักษณะศิริ. (2540). *หลักการสอน.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- โสมภิลัย สุวรรณ. (2554). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลลำพูน.* วิทยานิพนธ์หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- หน่วยศึกษานิเทศก์. (2545). *การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- หน่วยศึกษานิเทศก์. (2545). *เอกสารเสริมความรู้กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- Devine, T. G. (1986). *Teaching Reading Comprehension: From Theory to Practice.* Boston: MA: Allyn and Bacon.
- Dewey, J. (1976). *Moral Principle in Education.* Boston : Houghton Mifflin.
- Field. J. (1997). *Classroom research.* ELT Journal. (15), 192-193. Retrieved 4 August 2023, from <http://www.cdnet2.car.chula.ac.th>.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of education.* New York: McGraw-hill book.
- Hafsah, T., Rosnani, H., Zurida, I., Kamaruzaman, J., & Yin, K. Y. (2014). The influence of students' concept of mole, problem representation ability and mathematical ability on stoichiometry problem solving. *Scottish Journal of Arts, Social Sciences and Scientific Studies*, 21(1), 3-21.

- Jitendra, A. K. , & et al. (2010). *Schema-Based Instruction: Facilitating Mathematical Word Problem Solving for Students with Emotional and Behavioral Disorders*. Preventing School Failure, 54 (3), 145–151.
- Jitendra, A. K. , & Hoff, K. (1996). *The Effects of Schema-Based Instruction on the Mathematical Word- Problem-solving Performance of Students with Learning Disabilities*. Journal of Learning Disabilities, 29 (4), 422-443.
- Jitendra, A. K. , & Star. J. R. (2011). *Meeting the Needs of Students With Learning Disabilities in Inclusive Mathematics Classrooms: The Role of Schema - Based Instruction on Mathematical Problem Solving*. Theory into Practice, 50 (1), 12 19.
- Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen , J.,& Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology* ,93,579-588.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner*. Geelong: Deakin university.
- Lumsdaine, M., & Lumsdaine, E. (1995). Thinking preferences of engineering students: Implications for curriculum restructuring. *Journal of engineering education*, 84(2), 193-204.
- Marshall, S. (1995). *Schemas in problem solving*. New York : Cambridge University.
- Miller, A. C (2000). *Collaborative: Action research*. South Florida center for education leaders. Retrieved August 2, 2023, from <http://www.fau.edu/divdep/coe/sfeeladhend.htm>
- Na,K. E. (2009) .The Effect of Schema – Based Intervention on the Mathematical Word Problem Solving Skills of Middle School Students with Learning Disabilities The University of Texas at Austin.
- NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th Edition, National Academies Press, Washington DC.

Polya, George. (1957). *How to solve it*. A new aspect of mathematical method.

Garden City, New York: Doubleday company.

Reys, R. E., et al. (1995). *Helping learn mathematics*. Massachusetts: Merrill an Imprint of Prentice Hall.

Rumelhart, D. E. (1981). “*The building blocks of cognition*” In Guthrie. J , ed.

Comprehension and reading research reviews. p. 5. NJ : Lawrence rence.

Schwab, J. R., Tucci, S., & Jolivette, K. (2013). *Integrating schema-based instruction and response cards for students with learning disabilities and challenging behaviors*. BeyondBehavior, 22, 24-30

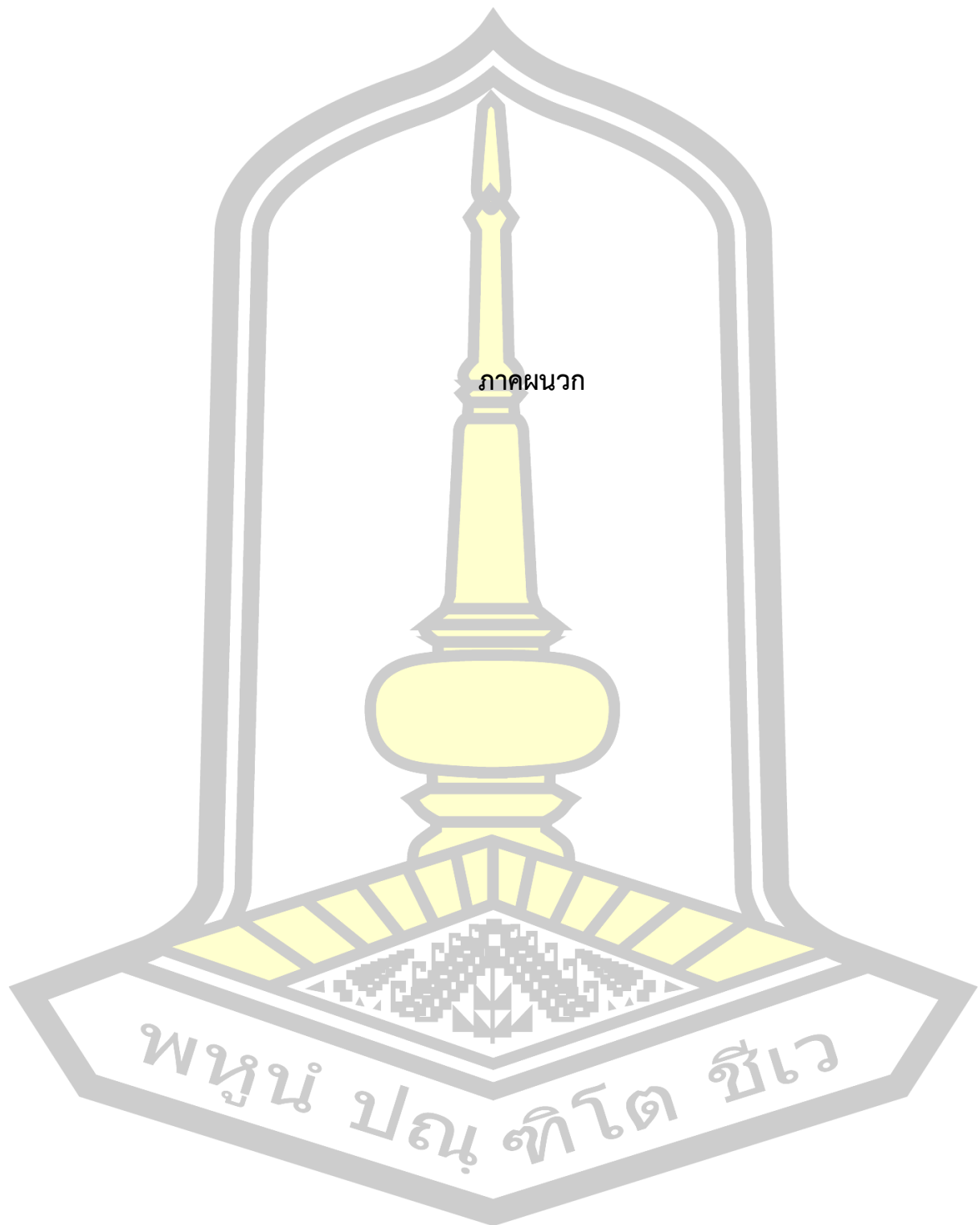
Skinner, B.F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts

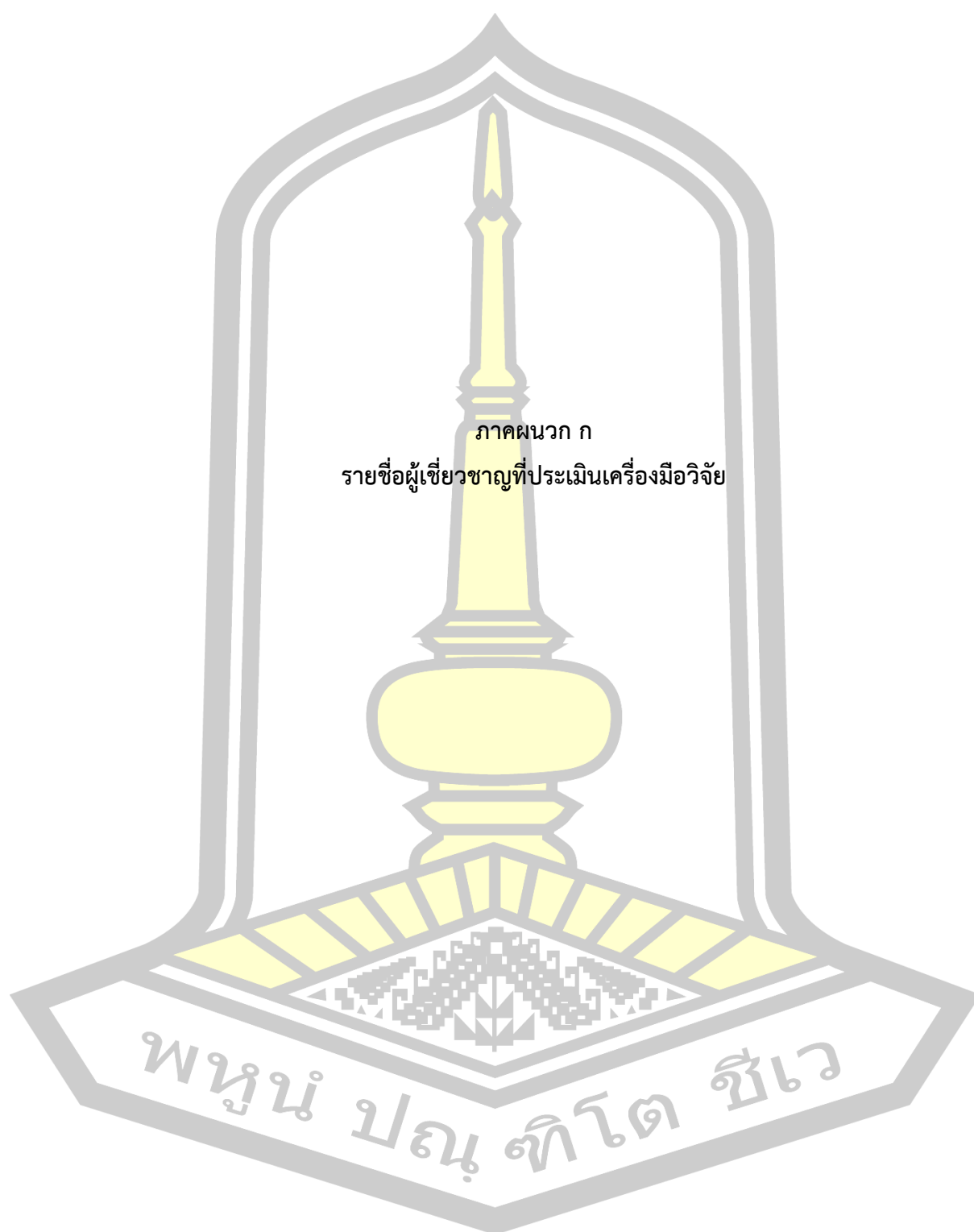
Skripsi, B. (2022). *Pengembangan Bahan Ajar Model Schema-Based Instruction (SBI) Dengan Strategi FOPS Pada Materi Kaidah Pencacahan*.uinjkt.ac.id

Smith, K.J. (1991). *Problem Solving*. California : Book/Cole.

Trowbridge, L. W. & Bybee, R.W. (1996). *Teaching Secondary School Science*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

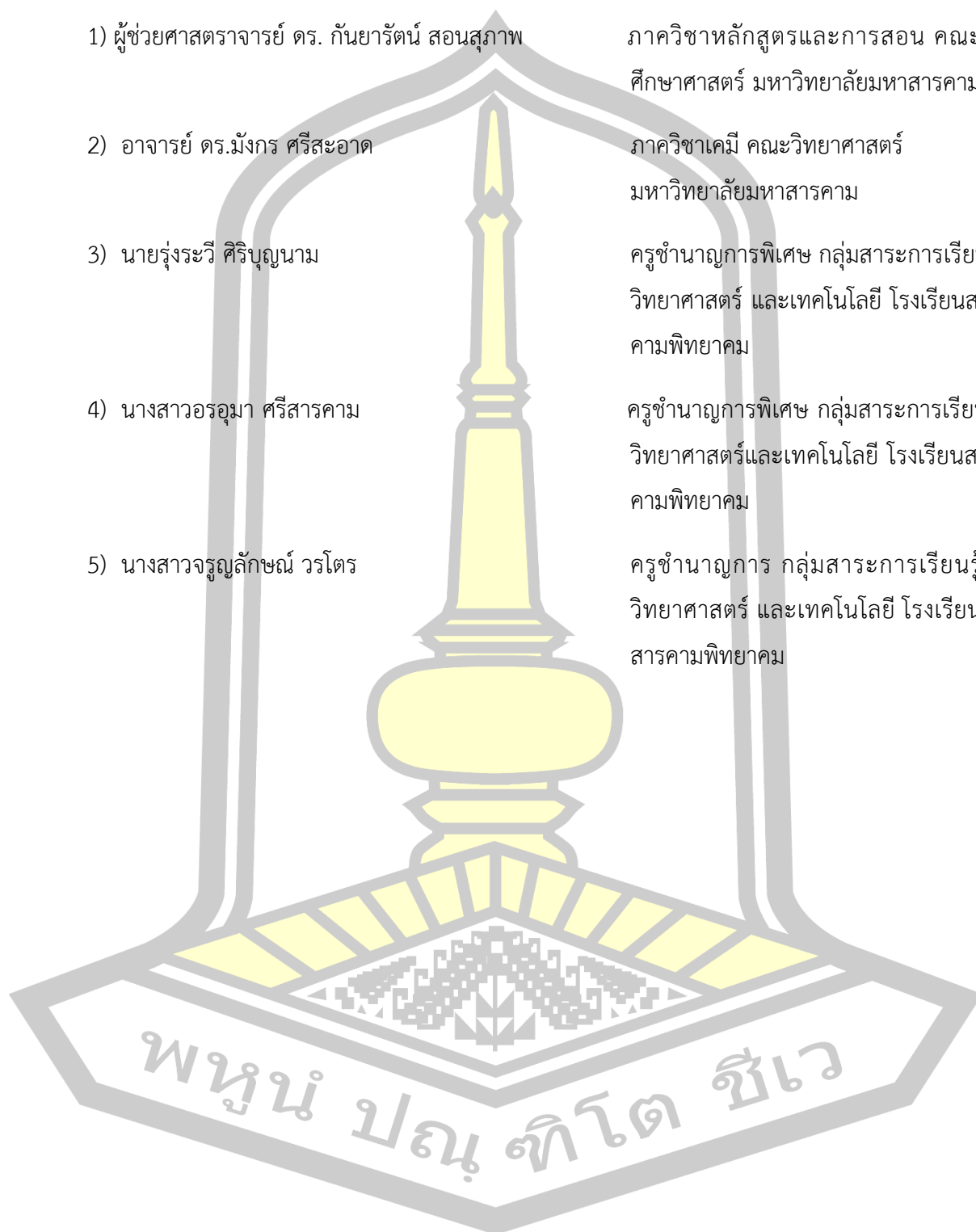






รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องมือวิจัย

- | | |
|---|---|
| 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ | ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2) อาจารย์ ดร.มังกร ศรีสะอาด | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 3) นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม | ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสาร
คามพิทยาคม |
| 4) นางสาวอรอุมา ศรีสารคาม | ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาร
คามพิทยาคม |
| 5) นางสาวจรรยาลักษณ์ วรไตร | ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียน
สารคามพิทยาคม |





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ว570

วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ

ด้วย นางสาวกมลสิริ สุดจันทร์ฮาม นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ว570

วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.มังกร ศรีสะอาด

ด้วย นางสาวกมลสิริ สุดจันทร์ฮาม นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญรัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว570

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

มหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

9 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม

ด้วย นางสาวกมลสิริ สุดจันทร์ฮาม นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0991752853



ที่ อว 0605.5(2)/ว570

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

มหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

9 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวอรุมา ศรีสารคาม

ด้วย นางสาวกมลสิริ สุดจันทร์ฮาม นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0991752853



ที่ อว 0605.5(2)/ว570

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

9 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวจรรยาฤกษ์ วรโคตร

ด้วย นางสาวกมลสิริ สุดจันทร์ฮาม นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

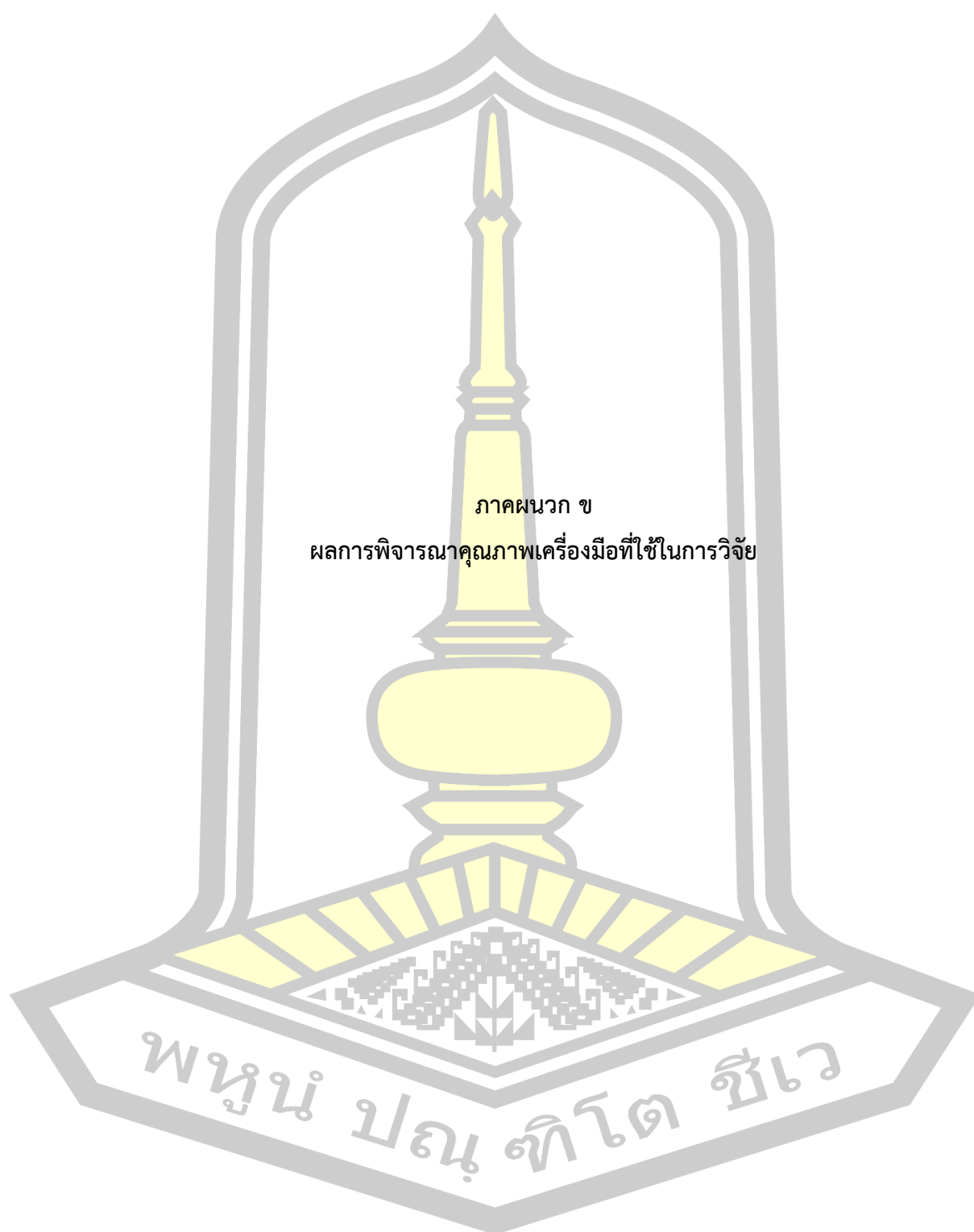
เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0991752853



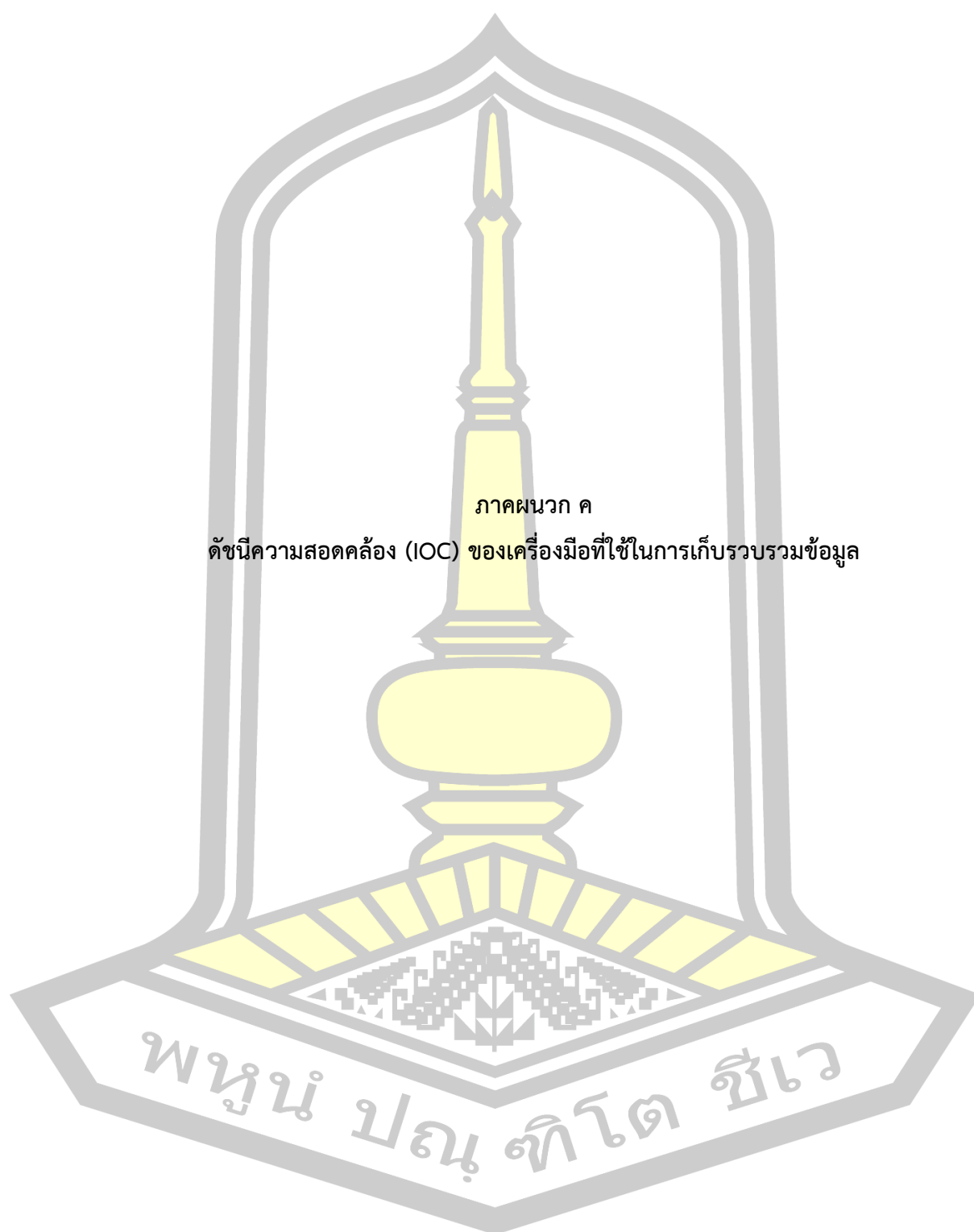
ตารางที่ 29 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5
ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									รวม	ระดับความเหมาะสม
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8	แผน ที่ 9		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้											
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.40	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.76	มากที่สุด
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.82	มากที่สุด
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	4.80	4.80	4.60	4.80	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4.60	4.80	4.80	4.60	4.60	4.40	4.40	4.60	4.60	4.60	มากที่สุด
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.20	4.20	4.67	มากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									รวม	ระดับความเหมาะสม
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8	แผน ที่ 9		
ความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาเคมี ของนักเรียน											
2. กิจกรรมการเรียนรู้											
2.1 กิจกรรมการ เรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.60	4.80	4.80	4.80	4.78	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการ เรียนรู้เป็นไปตาม ขั้นตอนของการ จัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเอพไอพี เอส	4.40	4.60	4.60	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.44	มาก
2.2.1 ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา	4.80	4.80	4.80	4.40	4.40	4.60	4.80	4.80	4.80	4.69	มากที่สุด
2.2.2 ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของ โจทย์ปัญหาลงใน แผนภาพ	4.60	4.60	4.80	4.60	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.73	มากที่สุด
2.2.3 ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.60	4.60	4.76	มากที่สุด
2.2.4 ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	มากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									รวม	ระดับความเหมาะสม
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8	แผน ที่ 9		
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน	5.00	5.00	5.00	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.87	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี	4.80	4.80	4.60	4.60	4.60	4.40	4.40	4.40	4.60	4.58	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.60	4.60	4.60	4.80	4.73	มากที่สุด
2.6 ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.60	4.60	4.76	มากที่สุด
3. สื่อการจัดการเรียนรู้											
3.1 สื่อการจัดการเรียนมีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.80	4.80	4.80	4.53	มากที่สุด
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.82	มากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									รวม	ระดับความเหมาะสม
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8	แผน ที่ 9		
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี	4.60	4.60	4.40	4.60	4.60	4.60	4.60	4.40	4.40	4.53	มากที่สุด
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน	4.80	4.60	4.60	5.00	5.00	4.80	4.80	4.60	4.60	4.76	มากที่สุด
4. การวัดและประเมินผล											
4.1 วิธีการวัด สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	4.80	4.80	4.60	4.80	4.60	4.80	4.80	4.80	4.73	มากที่สุด
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.82	มากที่สุด
4.3 เกณฑ์การประเมินผลมีความชัดเจนและเหมาะสม	4.60	4.60	4.60	4.60	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.71	มากที่สุด
รวม	4.71	4.75	4.73	4.70	4.74	4.69	4.74	4.68	4.73	4.72	มากที่สุด



ภาคผนวก ค

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 30 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ใน
 วงรอบปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 12 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

สาระ การ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สมการ เคมี	จากปฏิกิริยาเคมี ต่อไปนี้ $2\text{KI (aq)} + \text{Pb(NO}_3)_2 \text{ (aq)} \rightarrow 2\text{PbI}_2 \text{ (s)} + 2\text{KNO}_3 \text{ (aq)}$ ถ้าใช้โพแทสเซียมไอ โอไดต์ (KI) 0.4 โมล จะมีเลด (II) ไอโอไดต์ (PbI_2) เกิดขึ้นกี่กรัม	1.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	เมื่อเผาแก๊สโพรเพน (C_3H_{10}) 2.6 ลิตร ใน อากาศกับแก๊ส ออกซิเจน 1.2 ลิตร ได้แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.21 ลิตร และ ไอน้ำ 1 ลิตร นักเรียน สามารถหาจำนวนโม ลของแก๊สโพร เพน และไอน้ำได้อย่างไร	2.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระ การ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
		2.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
การสังเคราะห์ แอมโมเนีย ทำได้โดย ใช้แก๊สไนโตรเจนและ แก๊สไฮโดรเจน ซึ่ง พบว่าที่สภาวะ STP ใช้แก๊สไนโตรเจน 104 ลิตร และแก๊ส ไฮโดรเจน 68.4 ลิตร จงหาจำนวนโมลของ แก๊สไนโตรเจนและ แก๊สไฮโดรเจน	3.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา		1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	3.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ		1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	3.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา		1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	3.4 การแก้ โจทย์ปัญหา		1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
เมื่อนำแผ่น โลหะทองแดงบาง ๆ 12.8 กรัม ทำ ปฏิกิริยากับ	4.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา		1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระ การ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	สารละลายซิลเวอร์ไนเตรด ปริมาตร 125 มิลลิลิตร ได้ตะกอนของโลหะเงิน และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต จงหาจำนวนโมลของแผ่นโลหะทองแดงและสารละลายซิลเวอร์ไนเตรดที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา	4.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่	แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) ประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนร้อยละ 82.4 และไฮโดรเจนร้อยละ 17.6 โดยมวล ถ้านำแก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจนมาอย่างละ 10 กรัม เพื่อเตรียมแก๊สแอมโมเนีย จะมีแก๊สไฮโดรเจนเหลือกี่กรัม	1.1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระ การ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	สาร A 3 กรัม ทำ ปฏิกิริยากับสาร B 5 กรัม เกิดสาร C และ สาร D พบว่ามีสาร C เกิดขึ้น 2.5 กรัม จง หาว่าเกิดสาร D ทั้งหมดกี่กรัม	2.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	เมื่อนำโพแทสเซียมไฮ ไดรด์มาทำปฏิกิริยา กับเลด (II) ไนเตรต จะได้ผลิตภัณฑ์เป็น เลด (II) ไฮไดรด์ และโพแทสเซียมไน เตรต ถ้านำ โพแทสเซียมไฮไดรด์ 3.32 กรัม มาละลาย ในน้ำแล้วเติมเลด (II) ไนเตรตลงไป 3.50	3.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระ การ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	กรัม หลังจาก ปฏิกิริยาเกิดอย่าง สมบูรณ์ จะได้ตะกอน ของเลด (II) ไฮไดรด์ 4.61 กรัม และมีเลด (II) ไนเตรตเหลืออยู่ 0.19 กรัม ถ้าการ ทดลองนี้เป็นไปตาม กฎทรงมวล จะมี โพแทสเซียมไนเตรต ขึ้นกี่กรัม	3.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	เมื่อเผาโลหะ แมกนีเซียม (Mg) 2.64 กรัม ในอากาศ ได้แมกนีเซียม ออกไซด์ (MgO) เกิดขึ้น 4.40 กรัม และเมื่อนำโลหะ แมกนีเซียม 2.42 กรัม มาเผากับ ออกซิเจน (O ₂) 1.61 กรัม จะเกิดเป็น แมกนีเซียมออกไซด์ ทั้งหมด จงหาว่า	4.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระ การ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	1) ผลการทดลองนี้ เป็นไปตามกฎสัดส่วน คงที่หรือไม่ 2) อัตราส่วนโดยโมล เฉลี่ยของแมกนีเซียม ต่อออกซิเจนที่ทำ ปฏิกิริยาพอดีกันเป็น สารประกอบนี้มีค่า เท่าใด									
มวลของ สารใน ปฏิกิริยา เคมี	ปฏิกิริยาการเผาไหม้ แก๊สมีเทน (CH ₄) เกิดขึ้นดังสมการ $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ จงคำนวณมวลของไอน้ำ (H ₂ O) ที่เกิดขึ้น จากปฏิกิริยาเผาไหม้ ของแก๊สมีเทน 24 กรัม (มวลโมเลกุล ของ H ₂ O = 18 และ CH ₄ = 16)	1.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	การผลิตกรดฟอสฟอริก (H ₃ PO ₄) เพื่อ การค้าจะใช้ปฏิกิริยา เคมีดังสมการ	2.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระ การ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 (\text{s}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 3\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{s}) + 2\text{H}_3\text{PO}_4 (\text{aq})$ จงคำนวณมวลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับแคลเซียมฟอสเฟต ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) 100 กรัม (มวลโมเลกุลของ $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ และ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 310$)	2.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	การถลุงแร่คาลโคไพไรต์หรือแร่ทองแดง (CuFeS_2) เพื่อให้ได้โลหะทองแดงบริสุทธิ์เป็นดังสมการเคมีต่อไปนี้ $6\text{CuFeS}_2 (\text{s}) + 15\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 6\text{FeO} (\text{s}) + 12\text{SO}_2 (\text{g})$	3.1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระ การ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	ถ้าใช้แร่คาลโคไพไรต์ ปริมาณ 1,840 กิโลกรัม จะเกิด แก๊สซัลเฟอร์ได ออกไซด์ (SO ₂) กี่กรัม (มวลโมเลกุลของ CuFeS ₂ = 183.5 และ SO ₂ = 64)	3.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	เมื่อนำน้ำ (H ₂ O) มา แยกด้วยกระแสไฟฟ้า จนได้แก๊สไฮโดรเจน (H ₂) และแก๊ส ออกซิเจน (O ₂) ดัง สมการ $\text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightarrow \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$ หากใช้น้ำ (H ₂ O) จำนวน 675 กรัม จน หมดจะเกิดแก๊ส ออกซิเจน (O ₂) กี่กรัม (มวลโมเลกุลของ H ₂ O = 18 และ O ₂ = 32)	4.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 31 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ใน
 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 12 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ปฏิกิริยา เคมีที่ เกี่ยวข้องกับ กับมวล	เมื่อเผาแก๊สคลอรีน ลงในสารละลาย โพแทสเซียมไฮดรอก ไซด์ที่ร้อน เกิดปฏิกิริยาเคมีดัง สมการ $3\text{Cl}_2(\text{g}) + 6\text{KOH}(\text{aq}) \longrightarrow 5\text{KCl}(\text{aq}) + \text{KClO}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ เมื่อต้องการ โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.45 โมล จะต้องใช้ โพแทสเซียมไฮดรอก ไซด์ (KOH) กี่กรัม	1.1 การ พิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.3 การวางแผน แก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.4 การแก้โจทย์ ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	พิจารณาการ เกิดปฏิกิริยาเคมี ต่อไปนี้ $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{CaCl}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) +$	2.1 การ พิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	AgCl (s)สมการเคมียังไม่ดุล ถ้าต้องการให้มีซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) เกิดขึ้น 10 กรัม จะต้องใช้แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl ₂) ในปฏิกิริยานี้กี่กรัม	2.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	การผลิตกรดฟอสฟอริก (H ₃ PO ₄) เพื่อการค้าจะใช้ปฏิกิริยาเคมีดังสมการ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 (\text{s}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow 3\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{s}) + 2\text{H}_3\text{PO}_4 (\text{aq})$ จงคำนวณมวลของกรดซัลฟิวริก (H ₂ SO ₄) ที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับแคลเซียมฟอสเฟต (Ca ₃ (PO ₄) ₂) 100 กรัม (กำหนดให้มวลโมเลกุลของ H ₂ SO ₄	3.1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	= 98 และ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 310$)									
เมื่อนำน้ำ (H ₂ O) มา แยกด้วย กระแสไฟฟ้า จนได้ แก๊สไฮโดรเจน (H ₂) และแก๊สออกซิเจน (O ₂) ดังสมการ $\text{H}_2\text{O (g)} \longrightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$สมการเคมียังไม่ ดุล หากใช้น้ำ (H ₂ O) จำนวน 675 กรัมจน หมดจะเกิดแก๊ส ออกซิเจน (O ₂) กี่ กรัม	4.1 การ พิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	4.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	4.3 การวางแผน แก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	4.4 การแก้โจทย์ ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
ปฏิกิริยา เคมีที่ เกี่ยวข้อง	จงหาความเข้มข้น ของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์	1.1 การ พิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการเรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	IOC	แปลผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
กับความเข้มข้นของสารละลาย	(NaOH) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายกรดซัลฟิวริก (H ₂ SO ₄) เข้มข้น 0.2 โมลต่อลิตร ปริมาตร 12.4 มิลลิลิตร H ₂ SO ₄ (aq) + 2NaOH (aq) → Na ₂ SO ₄ (aq) + 2H ₂ O (l)	1.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	ถ้าใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายเลด (II) ไนเตรต (Pb(NO ₃) ₂) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เมื่อปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้	2.1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 (\text{aq}) \rightarrow 2\text{KI} (\text{aq})$ $\text{PbI}_2 (\text{s}) + 2\text{KNO}_3 (\text{aq})$	2.4 การแก้โจทย์ ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	โลหะสังกะสี (Zn) ทำปฏิกิริยากับ สารละลายกรด ไฮโดรคลอริก (HCl) เขียนสมการเคมีได้ ดังนี้ $\text{Zn} (\text{s}) + \text{HCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2 (\text{s}) + \text{ZnCl}_2 (\text{aq})$ ถ้าใช้โลหะสังกะสี 13.07 กรัม จะต้อง ใช้สารละลายกรด ไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 โมลต่อลิตร ปริมาตรกี่มิลลิเมตร	3.1 การ พิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.3 การวางแผน แก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		3.4 การแก้โจทย์ ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	ปฏิกิริยาเคมีระหว่าง โลหะทองแดง (Cu) และสารละลายซิล เวอร์ไนเตรต (AgNO_3) เขียนแสดง ได้ดังนี้	4.1 การ พิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการเรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	IOC	แปลผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	ปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ $\text{C (s)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CH}_4\text{(g)}$ ที่ STP ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจน 13.44 ลิตร จะทำปฏิกิริยาพอดีกับถ่านกัมมันต์กี่กรัม	4.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดปฏิกิริยาดังนี้	2.1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
$6\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{g}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots$ สมการเคมีดุลแล้ว พืชต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กี่ลิตร จึงจะสามารถสังเคราะห์กลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ได้ 36 กรัม	2.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	2.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	2.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในอากาศสามารถถูกกำจัดได้โดยให้ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ดังสมการเคมีนี้ $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_2$สมการเคมียังไม่ดุล จงคำนวณหามวลของแคลเซียม	3.1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	คาร์บอนที่ต้องใช้ ในการทำปฏิกิริยา กับแก๊ส SO_2 ที่มี ปริมาตร 1.12 ลิตร ที่ STP									
	ฟอสฟอรัสสามารถ ทำปฏิกิริยาพอดีกับ แก๊สคลอรีนได้ดัง สมการข้างล่างนี้ $\text{P (s)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)}$ $\longrightarrow \text{PCl}_3 \text{ (g)}$สมการเคมียังไม่ ดุล ถ้าต้องการให้มีแก๊ส ฟอสฟอรัสไตรคลอ ไรด์ (PCl_3) เกิดขึ้น 825 กรัม จะต้องใช้ แก๊สคลอรีน (Cl_2) ในการทำปฏิกิริยาที่ ลิตรที่ STP	4.1 การ พิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.2 การจัด ข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงใน แผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.3 การวางแผน แก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.4 การแก้โจทย์ ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

พูน ปณ จิต ชีเว

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ได้จากการเผา หินปูน (CaCO ₃) ปฏิกิริยาเคมีที่ เกิดขึ้นเขียนแสดงได้ ดังนี้ CaCO ₃ (s) Δ → CaO (s) + CO ₂ (g)(1) CaO (s) + SO ₂ (g) →CaSO ₃ (s)(2) เมื่อใช้หินปูนหนัก 500 กรัม จง คำนวณหามวลของ แก๊สซัลเฟอร์ได ออกไซด์ที่ถูกกำจัด ได้	2.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	2.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
แก๊สไฮโดรเจน ไซยาไนด์ (HCN) สามารถเตรียมได้ ดังนี้ (สมการเคมียัง ไม่ดุล) NH ₃ (g) + O ₂ (g) → NO (g) + H ₂ O (g).....(1)	3.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	$\text{NO (g)} + \text{CH}_4 \text{ (g)} \longrightarrow \text{HCN (g)} + \text{H}_2\text{O (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)} \dots (2)$ ในการเกิดปฏิกิริยา ถ้าใช้แก๊สออกซิเจน (O_2) 15 ลิตร จะ เกิดแก๊สไฮโดรเจน ไซยาไนด์ปริมาตรกี่ ลิตร	3.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	3.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	4.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	ซิลิคอนที่ใช้ใน ชิ้นส่วนอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์ มี ขั้นตอนการผลิต เพื่อให้ได้ซิลิคอน บริสุทธิ์ดังสมการ ต่อไปนี้ $\text{SiO}_2 \text{ (s)} + \text{C (s)} \longrightarrow \text{Si (s)} + \text{CO (g)} \dots (1)$ $\text{Si (s)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)} \longrightarrow \text{SiCl}_4 \text{ (g)} \dots (2)$	4.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	$\text{SiCl}_4 (\text{g}) + \text{H}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{Si} (\text{s}) + \text{HCl} (\text{g}) \dots\dots(3)$ ถ้าต้องการซิลิคอน (Si) 100 กิโลกรัม จะต้องใช้คาร์บอน (C) ในการผลิตกี่ กิโลกรัม	4.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
สาร กำหนด ปริมาณ	แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล) $\text{CaCO}_3 (\text{s}) + \text{HCl} (\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$ เมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 50 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก 0.5 โมล จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่ลิตรที่ STP จงหาว่า	1.1 การพิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.3 การวางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5.1 สารใดเป็นสาร กำหนดปริมาณ 5.2 มีแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นกี่ลิตรที่ STP										
	จากปฏิกิริยาเคมี ต่อไปนี้ $\text{H}_2\text{S (g)} + \text{SO}_2$ $\longrightarrow \text{S (s)} +$ $\text{H}_2\text{O (l)}$ ถ้าผสมแก๊ส ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) กับ แก๊สซัลเฟอร์ได ออกไซด์ (SO_2) อย่างละ 5 กรัม เมื่อ ปฏิกิริยาเคมีเกิด อย่างสมบูรณ์ จงหาว่า	2.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		2.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	6.1 สารใดเป็นสาร กำหนดปริมาณ 6.2 สารใดที่เหลือ และเหลือกี่กรัม		1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	ปฏิกิริยาการเผาไหม้ แก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) อย่างไม่สมบูรณ์เป็น	3.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ดังนี้ (สมการเคมียัง ไม่ดุล) $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ในการทดลองโดยใส่ แก๊สบิวเทน 5 มิลลิลิตร ให้ทำ ปฏิกิริยากับแก๊ส ออกซิเจน 10 มิลลิลิตร จงหาว่า 7.1 สารใดเป็นสาร กำหนดปริมาณ 7.2 มีแก๊ส คาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดขึ้นกี่กรัม	3.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
ผสมสารละลายกรด ไฮโดรคลอริก (HCl) ที่มีความเข้มข้น 1.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร กับ สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์	4.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	4.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	

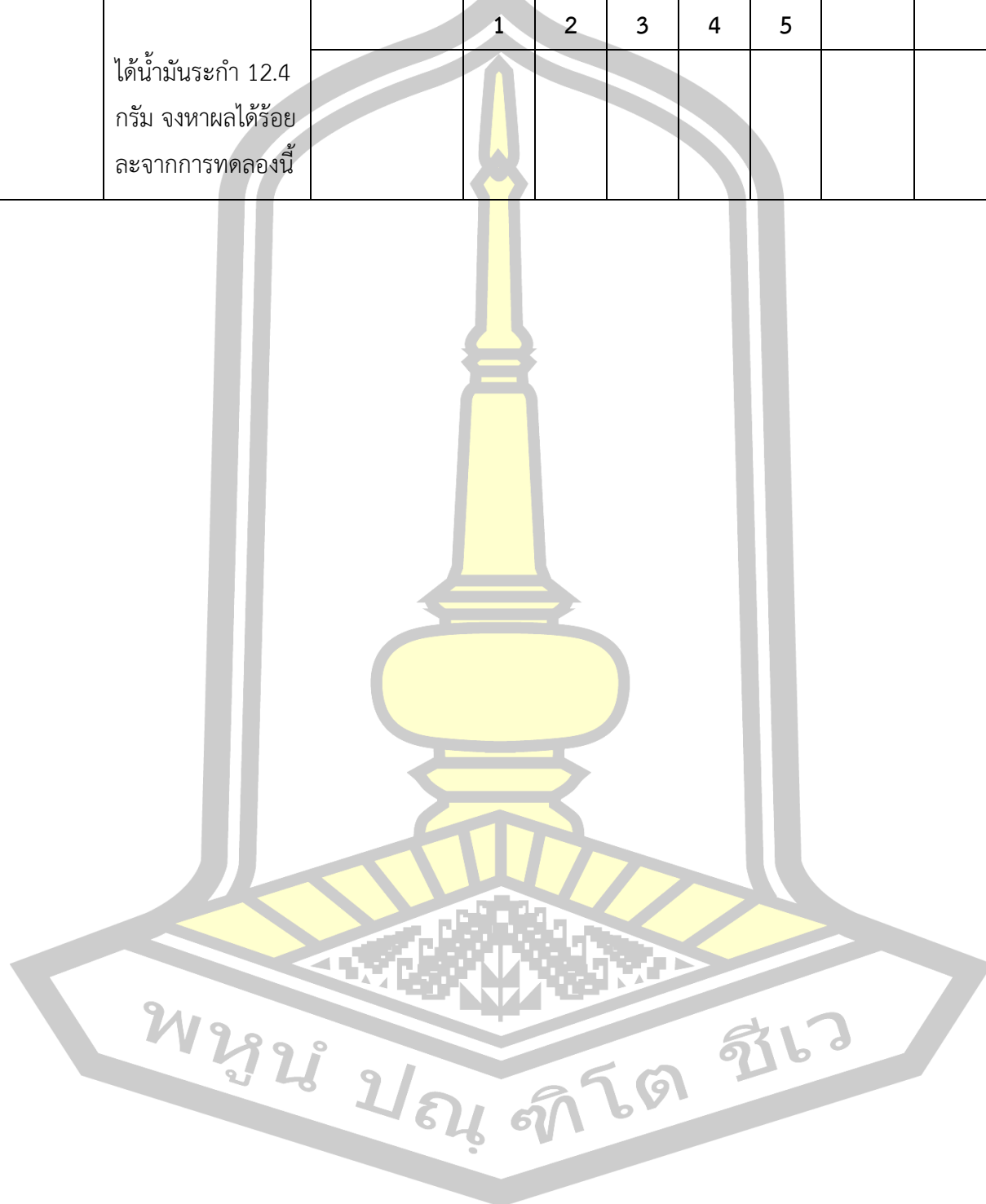
สาระการเรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	IOC	แปลผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	(NaOH) ที่มีความเข้มข้น 0.8 โมลต่อลิตร ปริมาตร 40 มิลลิลิตร ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงได้ดังนี้ $\text{HCl (aq)} + \text{NaOH (aq)} \longrightarrow \text{NaCl (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$ จงหาว่า 8.1 สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ 8.2 เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะได้สารละลายโซเดียมคลอไรด์มีความเข้มข้นกี่โมลาร์ ถ้าปริมาตรของสารไม่เปลี่ยนแปลง	4.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		4.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
ผลได้ร้อยละ	ปฏิกิริยาการสลายตัวของผงฟูหรือโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) เมื่อ	1.1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
		1.2 การจัดข้อมูลของ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ได้รับความร้อน เป็นไปดังสมการนี้ $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ สมการ เคมียังไม่ดุล ถ้าเผาโซเดียม ไฮโดรเจน คาร์บอเนตจำนวน 336 กรัม จะได้ โซเดียมคาร์บอเนต 169.9 กรัม จงหา ผลได้ร้อยละของ โซเดียมคาร์บอเนต	โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ									
	1.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	1.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	จากการทดลองนำ กรดบิวทานอิก ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$) 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับ สารละลายเอทานอล ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) 3.14 กรัม ได้สารเอทิลบิว ทานอเอต ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$) และน้ำ (H_2O)	2.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
	2.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
			1	2	3	4	5			
เป็นไปตามสมการ ดังนี้ $C_6H_{12}O_2(aq) + C_2H_6O(aq) \longrightarrow C_4H_8O_2(aq) + H_2O(l)$สมการเคมีดุลแล้ว ถ้าการทดลองพบว่า ได้สารเอทิลบิวทาโนเอตเกิดขึ้น 5.3 กรัม จงคำนวณหาผลได้ร้อยละของปฏิกิริยานี้	2.3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	2.4 การแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
แก๊สแอมโมเนีย (NH ₃) ทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) ได้แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH ₄ Cl) ซึ่งเป็นของแข็งสีขาว เป็นไปดังสมการนี้ $NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$สมการเคมีดุลแล้ว	3.1 การพิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.3 การวางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	3.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	ถ้าในการ เกิดปฏิกิริยานี้ใช้ แอมโมเนียทั้งสิ้น 0.2 กรัม จงคำนวณหา 11.1 มวลของ แอมโมเนียมคลอ ไรด์ที่เกิดขึ้นตาม ทฤษฎี 11.2 ผลได้ร้อยละ ของปฏิกิริยาเคมี ถ้า ใช้แอมโมเนียมคลอ ไรด์เกิดขึ้น 0.2 กรัม									
น้ำมันระกำ (methyl salicylate) เตรียม ได้จากปฏิกิริยา ต่อไปนี้ $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3 (\text{s}) + \text{CH}_4\text{O} (\text{l}) \longrightarrow \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 (\text{l}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ จากการทดลอง พบว่า เมื่อใช้กรดซาลิ ลิลิก 15 กรัม ทำ ปฏิกิริยากับเมทา นอล 11.2 กรัม จะ	4.1 การ พิจารณา รูปแบบของ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	4.2 การจัด ข้อมูลของ โจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	4.3 การ วางแผนแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	
	4.4 การแก้ โจทย์ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	

สาระการ เรียนรู้	โจทย์ปัญหาเคมี	ข้อสอบที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	ได้น้ำมันระกำ 12.4 กรัม จงหาผลได้ร้อยละ จากการทดลองนี้									

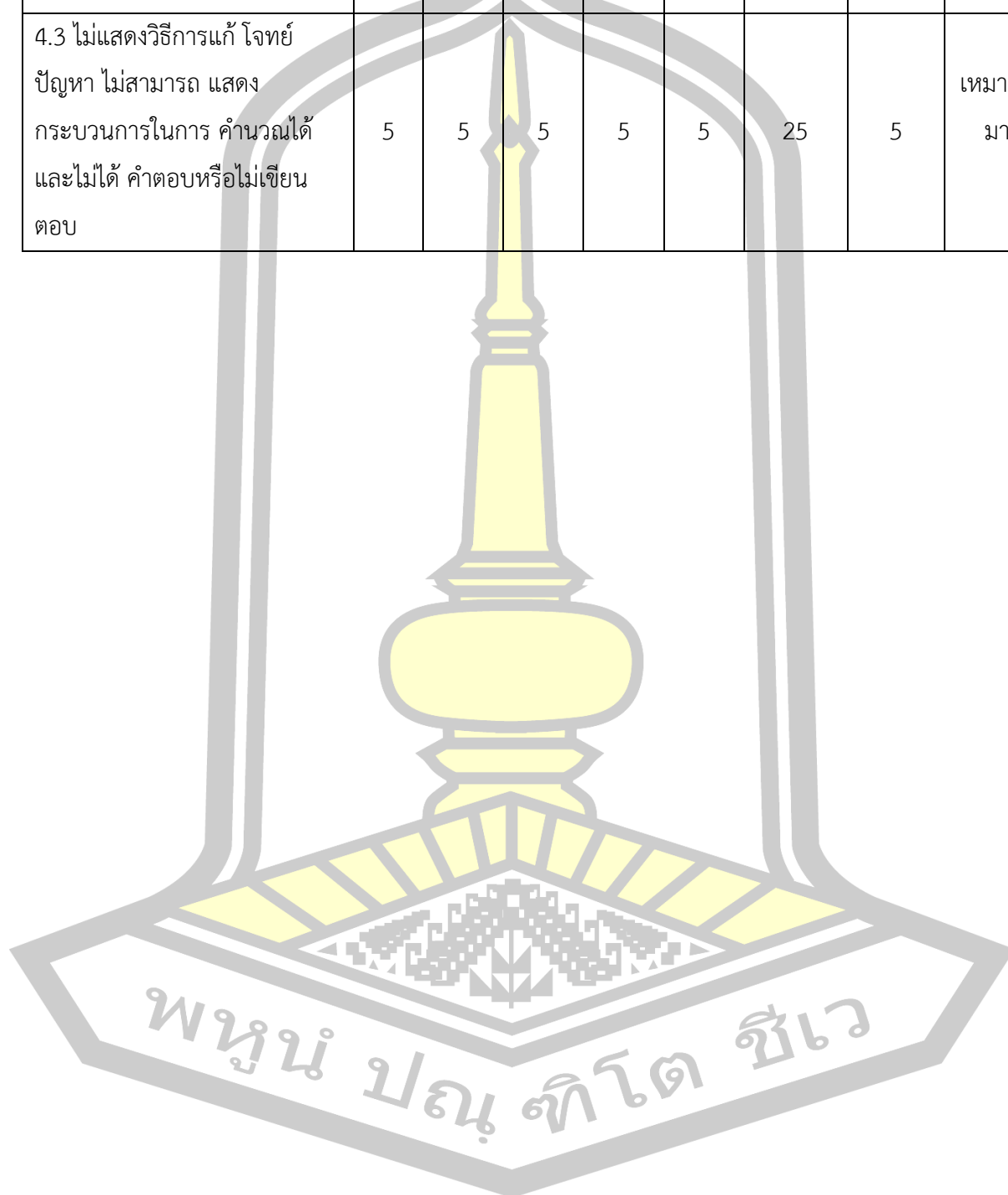


ตารางที่ 33 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการ
แก้โจทย์ปัญหา

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type)								
1.1 สามารถระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้ ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
1.2 สามารถระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้ได้ ถูกต้องเพียงบางส่วนและระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
1.3 ไม่สามารถระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และ สิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้ หรือไม่เขียนตอบ	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงใน แผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram)								
2.1 จัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดย ใช้ แผนภาพ โครงสร้างได้ ครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
2.2 จัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดย ใช้ แผนภาพ โครงสร้างได้ไม่ ครบถ้วนหรือได้บางส่วน เท่านั้น	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
2.3 ไม่สามารถจัดข้อมูล ของ โจทย์ปัญหา ซึ่ง นำเสนอโดยใช้								

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
แผนภาพ โครงสร้างได้หรือไม่ เขียนตอบ	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสม มาก
ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem)								
3.1 นักเรียนสามารถระบุสมการ ที่ใช้ใน การแก้โจทย์ปัญหาตาม ข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสม มาก
3.2 ระบุสมการที่ใช้ใน การแก้ โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ ได้ถูกต้องหรือได้บางส่วน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสม มาก
3.3 ไม่สามารถระบุ สมการที่ใช้ ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูล ของโจทย์ได้หรือไม่เขียนตอบ	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสม มาก
ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem)								
4.1 สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ ปัญหา กระบวนการ ใน การ คำนวณหาคำตอบได้ ถูกต้อง ละเอียด ชัดเจน และระบุหน่วย ทางเคมี ได้ถูกต้อง สมบูรณ์	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสม มาก
4.2 แสดงวิธีการแก้โจทย์ ปัญหา กระบวนการ ใน การคำนวณได้ ถูกต้องแต่ คำตอบผิด / แสดง วิธีการ แก้โจทย์ปัญหาได้ กระบวนการ ในคำนวณ ได้แต่ ขาดความละเอียด หาคำตอบ ได้ ถูกและระบุ หน่วยทางเคมีได้ ถูกต้องเพียง อย่างใดอย่างหนึ่ง	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสม มาก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4.3 ไม่แสดงวิธีการแก้ โจทย์ ปัญหา ไม่สามารถ แสดง กระบวนการในการ คำนวณได้ และไม่ได้ คำตอบหรือไม่เขียน ตอบ	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสม มาก



ตารางที่ 34 ค่าดัชนีความสอดคล้องแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธี
เอฟโอพีเอส

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type)								
1.1 การพิจารณาข้อมูลปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจปัญหาและระบุประเภทของปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงใน แผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram)								
2.1 การระบุข้อมูลสำคัญของโจทย์ปัญหา และนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพรูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem)								
3.1 ต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพรูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ ไปสู่การ	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
วางแผนแก้โจทย์ปัญหา								
ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem)								
4.1 การแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่ตนเองสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง



ตารางที่ 35 ค่าดัชนีความสอดคล้องแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหา

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	1	2	3	4	5			
1. การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา								
1.1 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาต้องการให้หาสิ่งใดได้หรือไม่อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 จากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานักเรียนสามารถเขียนข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาได้หรือไม่อย่างไร								
2. การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ								
2.1 นักเรียนสามารถเขียนวิธีการทางเคมีที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2.2 นักเรียนสามารถเขียนสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ได้หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3. การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา								

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3.1 นักเรียนสามารถ ระบุสมการที่ใช้ใน การแก้โจทย์ปัญหา ตามข้อมูลของโจทย์ ได้หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3.2 นักเรียนสามารถ ดำเนินการตามแผนที่ วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4. การแก้โจทย์ปัญหา								
4.1 นักเรียนสามารถ แทนค่าที่ถูกระบุ ไว้ในสมการเพื่อหา คำตอบได้หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4.2 นักเรียนสามารถ คำนวณค่าจาก สมการได้ถูกต้อง หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4.3 นักเรียนสามารถ หาคำตอบที่ได้ว่ามี ความถูกต้องตาม ลักษณะของโจทย์ ปัญหาพร้อมทั้งระบุ หน่วยของคำตอบได้ หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

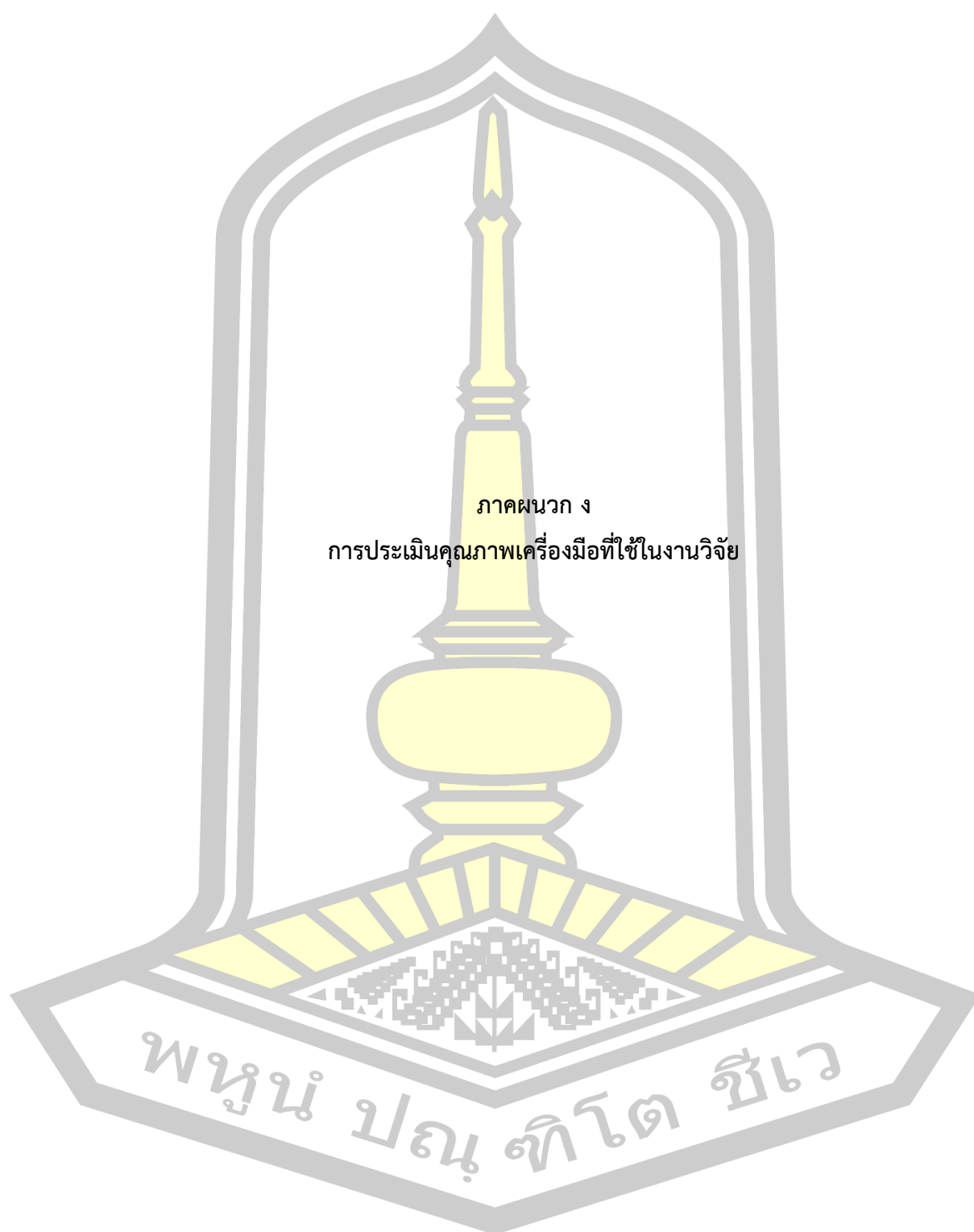
รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4.4 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้หรือไม่อย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5. วิธีการจัดการเรียนรู้								
5.1 นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนวิชาเคมีที่พบคืออะไร และคิดว่าแนวทางแก้ไขควรทำอย่างไร	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5.2 นักเรียนคิดว่าในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้



รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3.1 นักเรียนสามารถระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้หรือไม่ อย่างไร	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
3.2 นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
4. การแก้โจทย์ปัญหา								
4.1 นักเรียนสามารถแทนค่าที่ถูกระบุกำหนดไว้ในสมการเพื่อหาคำตอบได้หรือไม่ อย่างไร	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
4.2 นักเรียนสามารถคำนวณค่าจากสมการได้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
4.3 นักเรียนสามารถหาคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องตามลักษณะของโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งระบุหน่วยของคำตอบได้หรือไม่ อย่างไร	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4.4 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้หรือไม่อย่างไร	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
5. วิธีการจัดการเรียนรู้								
5.1 นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนวิชาเคมีที่พบคืออะไร และคิดว่าแนวทางแก้ไขต้องทำอย่างไร	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก
5.2 นักเรียนคิดว่าในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมาก





แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชา เคมี 2 รหัส ว31231
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่
 ผู้สอน นางสาวกมลสิริ สุตจันทร์ฮาม เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

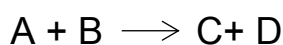
สาระเคมี 2. เข้าใจในการเขียนและดุลสมการเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ 9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร

สาระสำคัญ

กฎทรงมวล คือ ปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา

หรือ มวลก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลหลังการเกิดปฏิกิริยา



การคำนวณเรื่องกฎทรงมวลจาก มวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลสารหลังการเกิดปฏิกิริยา

กฎสัดส่วนคงที่ คือธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มารวมตัวกันเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นย่อมมีค่าคงที่เสมอ

สาระการเรียนรู้

กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.1 นักเรียนสามารถทำการทดลองหาปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีได้

2.2 นักเรียนสามารถใช้กฎสัดส่วนคงที่คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 นักเรียนใฝ่รู้ กล้าซักถาม และมีความรับผิดชอบ
ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. สรุปเรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ในสมุด
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล
3. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

กิจกรรมการเรียนรู้

รูปแบบการสอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟพีเอส

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1.1 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนเพื่อทบทวนความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง สมการเคมี ดังนี้

- สมการเคมีหมายความว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ สมการเคมี คือ การอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารที่เป็นประโยชน์ต่อความสามารถทำให้สั้นและเข้าใจตรงกัน โดยใช้สูตรเคมีและสัญลักษณ์)

- รูปแบบทั่วไปของสมการเคมีประกอบด้วยอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ รูปแบบทั่วไปของสมการเคมีจะประกอบด้วย สารตั้งต้น (reactant) ลูกศรและผลิตภัณฑ์ (product))

- นักเรียนคิดว่าเมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น สามารถสังเกตได้จากอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ มีฟองแก๊ส มีตะกอน สีของสารเปลี่ยนไป อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง มีกลิ่นเกิดขึ้น เป็นต้น)

1.2 ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี โดยครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณสาร ได้แก่ โมล จำนวนอนุภาค มวล ปริมาตรแก๊ส และความเข้มข้นของสารละลาย โดยครูยกตัวอย่างปริมาณใดปริมาณหนึ่ง แล้วให้นักเรียนคำนวณเพื่อหาคำตอบในปริมาณที่ต้องการ ดังนี้

- แก๊สออกซิเจน 1 โมล จะมีมวล จำนวนอนุภาค และปริมาตรเท่าใด

(แนวคำตอบ : แก๊สออกซิเจน 1 โมล จะมีมวล 32 กรัม มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาค และมีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP)

- แก๊สแอมโมเนีย 34 กรัม จะมีจำนวนโมล จำนวนอนุภาค และปริมาตรเท่าใด

(แนวคำตอบ : แก๊สแอมโมเนียม 34 กรัม จะมีจำนวน 2 โมล มีจำนวนอนุภาค 1.204×10^{24} อนุภาค และมีปริมาตร 44.8 ลิตร ที่ STP)

- กรดซัลฟิวริก 3.01×10^{23} อนุภาค จะมีจำนวนโมล มวล และปริมาตรเท่าใด

(แนวคำตอบ : กรดซัลฟิวริก 3.01×10^{23} อนุภาค จะมีจำนวน 0.5 โมล มีมวล 49 กรัม ส่วนปริมาตรไม่สามารถระบุได้ เพราะกรดซัลฟิวริกไม่ใช่แก๊ส)



1.3 จากภาพ ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับการต้มน้ำในหม้อที่มีฝาปิดสนิทกับหม้อที่เปิดฝา ถ้าเราใส่น้ำลงไปเท่ากันแล้วนำไปต้มให้เดือด จนกระทั่งเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง น้ำในหม้อทั้งสองใบนี้จะมีน้ำเหลืออยู่เท่ากันหรือไม่

2. ขั้นสำรวจ (Exploration)

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จำนวน 8 กลุ่ม จากนั้นให้แต่ละกลุ่มทำการทดลองที่แตกต่างกัน ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 และ 5 ทำการทดลองในภาชนะเปิด ระหว่างสารละลาย HCl กับ CaCO_3
- กลุ่มที่ 2 และ 6 ทำการทดลองในภาชนะปิด ระหว่างสารละลาย HCl กับ CaCO_3
- กลุ่มที่ 3 และ 7 ทำการทดลองในภาชนะเปิด ระหว่างสารละลาย PbI_2 กับ KI
- กลุ่มที่ 4 และ 8 ทำการทดลองในภาชนะปิด ระหว่างสารละลาย PbI_2 กับ KI

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลอง

3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

3.1 ครูให้นักเรียนเสนอผลการทดลองที่ได้หน้าชั้นเรียนและวิเคราะห์ร่วมกัน

3.2 ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับผลการทดลอง ดังนี้

- จากการทดลองในภาชนะเปิด ระหว่างสารละลาย HCl กับ CaCO_3 มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและมวลของสารหลังทำปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ : มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและหลังทำปฏิกิริยามีค่าเท่าเดิม)

- จากการทดลองในภาชนะปิด ระหว่างสารละลาย HCl กับ CaCO_3 มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและมวลของสารหลังทำปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ : มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและหลังทำปฏิกิริยามีค่าเท่าเดิม)

- จากการทดลองในภาชนะเปิด ระหว่างสารละลาย PbI_2 กับ KI มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและมวลของสารหลังทำปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ : มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและหลังทำปฏิกิริยามีค่าเท่าเดิม)

- จากการทดลองในภาชนะปิด ระหว่างสารละลาย PbI_2 กับ KI มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและมวลของสารหลังทำปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ : มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและหลังทำปฏิกิริยามีค่าเท่าเดิม)

3.3 จากการทดลองระหว่างสารละลาย HCl กับ CaCO_3 และ PbI_2 กับ KI ในภาชนะเปิดและภาชนะปิด นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้างจากการทดลองทั้งหมด

(แนวคำตอบ : จากการทดลองทั้งในภาชนะเปิดและภาชนะปิด สังเกตได้ว่า มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและหลังทำปฏิกิริยามีค่าเท่าเดิม)

3.4 จากการทดลองระหว่างสารละลาย HCl กับ CaCO_3 และ PbI_2 กับ KI ในภาชนะเปิดและภาชนะปิดทั้งหมด จะเห็นว่ามวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยามีค่าเท่ากับมวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา เรียกกฎนี้ว่า กฎทรงมวล

3.5 ให้นักเรียนพิจารณตารางปริมาณของทองแดงและกำมะถันที่ทำปฏิกิริยากัน
พอดี จากการทดลองเตรียมสารประกอบคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ดังนี้

การทดลองที่	มวลของสารที่ทำปฏิกิริยากันพอดี	
	มวลของทองแดง (กรัม)	มวลของกำมะถัน (กรัม)
1	1.0	0.5
2	2.0	1.0
3	3.0	1.5
4	4.0	2.0
5	5.0	2.5

3.6 เมื่อนำทองแดงเผาพร้อมกับกำมะถัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือสารใด

(แนวคำตอบ : คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต)

3.7 ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับผลการทดลองในการเตรียมสารประกอบคอปเปอร์ (II)
ซัลเฟต ดังนี้

- จากการทดลองที่ 1 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบมวลของทองแดงและ
มวลของกำมะถัน ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ $\frac{\text{มวลของทองแดง}}{\text{มวลของกำมะถัน}} = \frac{1.0}{0.5}$ หรือ 2 : 1)

- จากการทดลองที่ 2 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบมวลของทองแดงและ
มวลของกำมะถัน ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ $\frac{\text{มวลของทองแดง}}{\text{มวลของกำมะถัน}} = \frac{2.0}{1.0}$ หรือ 2 : 1)

- จากการทดลองที่ 3 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบมวลของทองแดงและ
มวลของกำมะถัน ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ $\frac{\text{มวลของทองแดง}}{\text{มวลของกำมะถัน}} = \frac{3.0}{1.5}$ หรือ 2 : 1)

- จากการทดลองที่ 4 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบมวลของทองแดงและ
มวลของกำมะถัน ได้อย่างไร

$$\text{(แนวคำตอบ)} \quad \frac{\text{มวลของทองแดง}}{\text{มวลของกำมะถัน}} = \frac{4.0}{2.0} \quad \text{หรือ } 2 : 1$$

- จากการทดลองที่ 5 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบมวลของทองแดงและมวลของกำมะถัน ได้อย่างไร

$$\text{(แนวคำตอบ)} \quad \frac{\text{มวลของทองแดง}}{\text{มวลของกำมะถัน}} = \frac{5.0}{2.5} \quad \text{หรือ } 2 : 1$$

- จากการทดลองที่ 1 – 5 มวลของทองแดงและมวลของกำมะถัน เป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ : มวลของทองแดงที่ทำปฏิกิริยากับกำมะถันเพิ่มขึ้นตามมวลของกำมะถัน โดยเมื่อคำนวณอัตราส่วนระหว่างมวลของทองแดงกับกำมะถันแต่ละครั้งมีค่าประมาณ 2 : 1 จึงกล่าวได้ว่าทองแดงทำปฏิกิริยากับกำมะถันด้วยอัตราส่วนโดยมวลเท่ากับ 2 : 1)

3.8 จากผลการทดลองการเตรียมสารประกอบคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต พบว่าอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบคงที่เสมอ เรียกกฎนี้ว่า กฎสัดส่วนคงที่)

3.9 ครุยยกตัวอย่างการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ และครูเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส 4 ขั้นตอน และแนะนำขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีทำไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

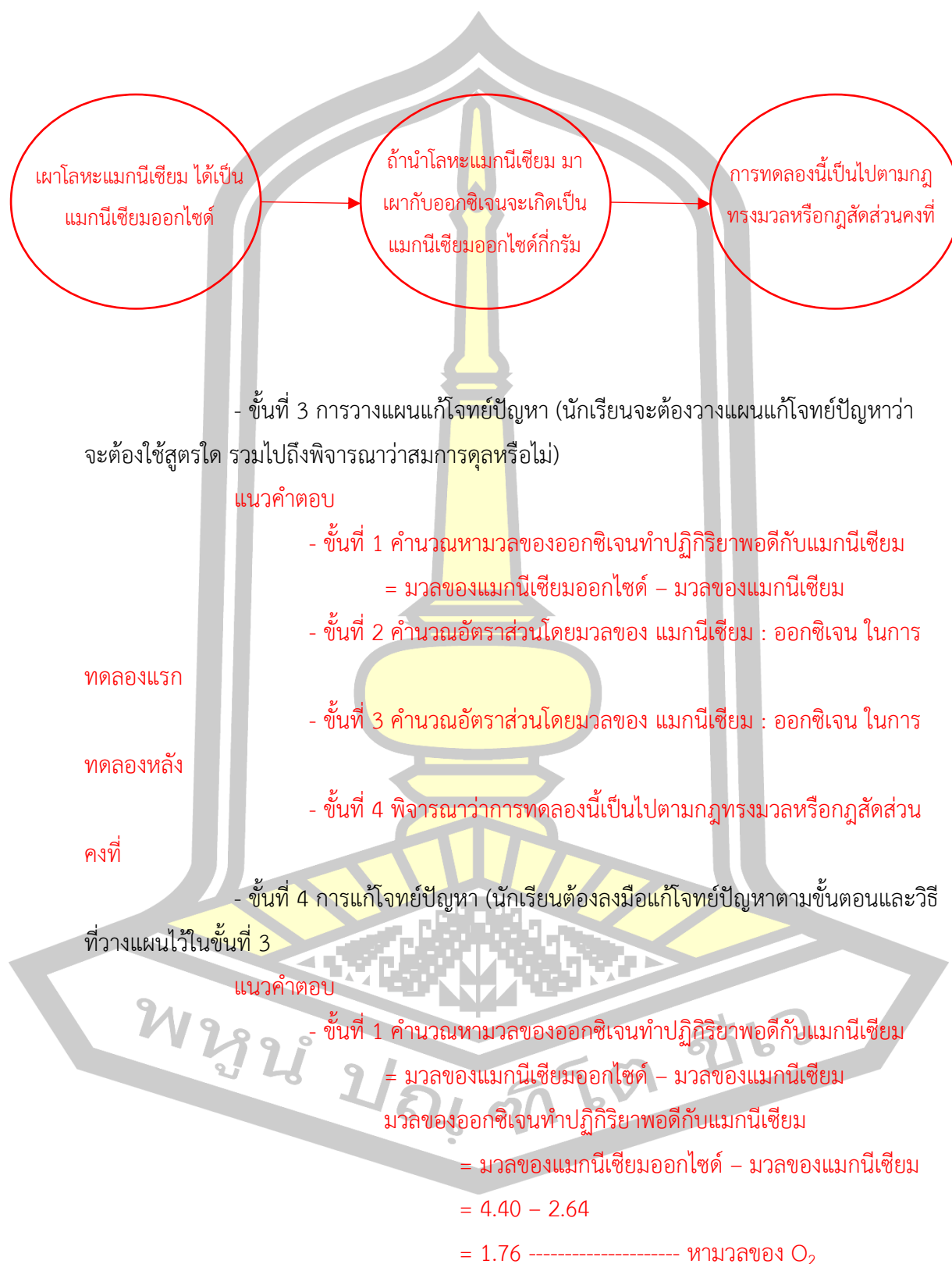
ตัวอย่างที่ 1 เมื่อนำโลหะแมกนีเซียม 2.64 กรัม มาเผาในอากาศ ได้แมกนีเซียมออกไซด์เกิดขึ้น 4.40 กรัม และเมื่อนำโลหะแมกนีเซียม 2.42 กรัม มาเผาก็บอออกซิเจน 1.61 กรัม จะเกิดเป็นแมกนีเซียมออกไซด์ทั้งหมดการทดลองนี้เป็นกฎสัดส่วนหรือกฎทรงมวล

- ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร)

(แนวคำตอบ : สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ เผาโลหะแมกนีเซียม 2.64 กรัม ได้เป็นแมกนีเซียมออกไซด์ 4.40 กรัม สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ ถ้านำโลหะแมกนีเซียม 2.42 กรัม มาเผากับออกซิเจน 1.61 กรัม จะ เกิดเป็นแมกนีเซียมออกไซด์กี่กรัม และการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวลหรือกฎสัดส่วนคงที่)

- ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (จัดข้อมูลโจทย์ที่กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการลงในแผนภาพ)

(แนวคำตอบ : ตามความคิดของนักเรียนไม่มีถูกผิด)



- ขั้นที่ 2 คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของ แมกนีเซียม : ออกซิเจน ในการ

ทดลองแรก

อัตราส่วนโดยมวลของ แมกนีเซียม: ออกซิเจน

$$= 2.64 : 1.76$$

$$= 1.50 : 1.00$$

- ขั้นที่ 3 คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของ แมกนีเซียม : ออกซิเจน ในการ

ทดลองหลัง

อัตราส่วนโดยมวลของ แมกนีเซียม: ออกซิเจน

$$= 2.42 : 1.61$$

$$= 1.50 : 1.00$$

- ขั้นที่ 4 พิจารณาว่าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวลหรือกฎสัดส่วน

คงที่

จากการทดลองโลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับออกซิเจนด้วยอัตราส่วน
โดยมวลเท่ากับทั้งสองครั้ง ดังนั้นผลการทดลองนี้เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

4. ขยายความรู้ (Elaboration)

4.1 ครูกำหนดโจทย์ปัญหาบนกระดานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล โดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส 4 ขั้นตอน และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเองรายบุคคลในสมุด

ตัวอย่างที่ 1 ใช้คาร์บอน 6 กรัม เผาไหม้ภายในภาชนะปิดกับแก๊สออกซิเจน 30 กรัม เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 22 กรัม ในภาชนะจะมีแก๊สออกซิเจนเหลือกี่กรัม

- ครูสุ่มนักเรียน 4 คน ออกมาเฉลยหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องเฉลยตามขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส 4 ขั้นตอน
ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

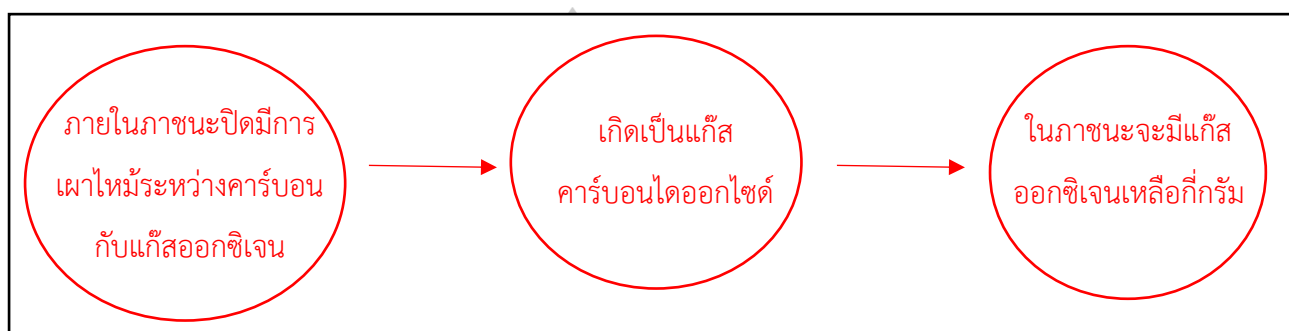
สิ่งที่โจทย์กำหนด

- ใช้คาร์บอน 6 กรัม เผาไหม้ภายในภาชนะปิดกับแก๊สออกซิเจน 30 กรัม เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 22 กรัม

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

- ในภาชนะจะมีแก๊สออกซิเจนเหลือกี่กรัม

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ



ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 1 พิจารณาสূตรและความรู้ที่ต้องใช้ในการคำนวณ

ขั้นที่ 2 คำนวณหาปริมาณของออกซิเจนภายในภาชนะว่าเหลืออยู่กี่กรัม

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 1 พิจารณาสূตรและความรู้ที่ต้องใช้ในการคำนวณ

- โจทย์ข้อนี้ต้องใช้ความรู้ในเรื่องของกฎทรงมวล เนื่องจากโจทย์ระบุมวลก่อนทำปฏิกิริยา และมวลหลังทำปฏิกิริยา และสูตรที่ใช้คือ มวลก่อนทำปฏิกิริยา = มวลหลังทำปฏิกิริยา

ขั้นที่ 2 คำนวณหาปริมาณของออกซิเจนภายในภาชนะว่าเหลืออยู่กี่กรัม

ให้แก๊สออกซิเจนเหลือ x กรัม

มวลก่อนทำปฏิกิริยา = มวลหลังทำปฏิกิริยา

มวล C + มวล O_2 = มวล CO_2

$$6 + (30 - x) = 22$$

$$x = 6 + 30 - 22 = 14$$

ในภาชนะจะมีแก๊สออกซิเจนเหลือ 14 กรัม

4.2 ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล

4.3 จากนั้นสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเฉลยใบกิจกรรมที่ 3 หน้าชั้นเรียน

5. ชั้นประเมินผล (Evaluation)

5.1 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ และนักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม

5.2 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรมที่ 2 โดยที่ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนเพื่อตอบคำถามจากใบกิจกรรมที่ 2

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 3	นักเรียนได้คะแนนจากแบบประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P)			
- นักเรียนสามารถทำการทดลองหาปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีได้ - นักเรียนสามารถใช้กฎสัดส่วนคงที่คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 3	นักเรียนได้คะแนนจากแบบประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)			
นักเรียนใฝ่รู้ กล้าซักถาม และมีความรับผิดชอบ	การสังเกตพฤติกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนได้คะแนนจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมได้ระดับดีขึ้นไป

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. แบบบันทึกผลการทดลอง ปฏิบัติระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตและกรดไฮโดรคลอริก
3. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล



แบบบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 2 ปฏิกริยาระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตและกรดไฮโดรคลอริก

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1. ชั้น..... เลขที่.....
2. ชั้น..... เลขที่.....
3. ชั้น..... เลขที่.....
4. ชั้น..... เลขที่.....
5. ชั้น..... เลขที่.....

อุปกรณ์การทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

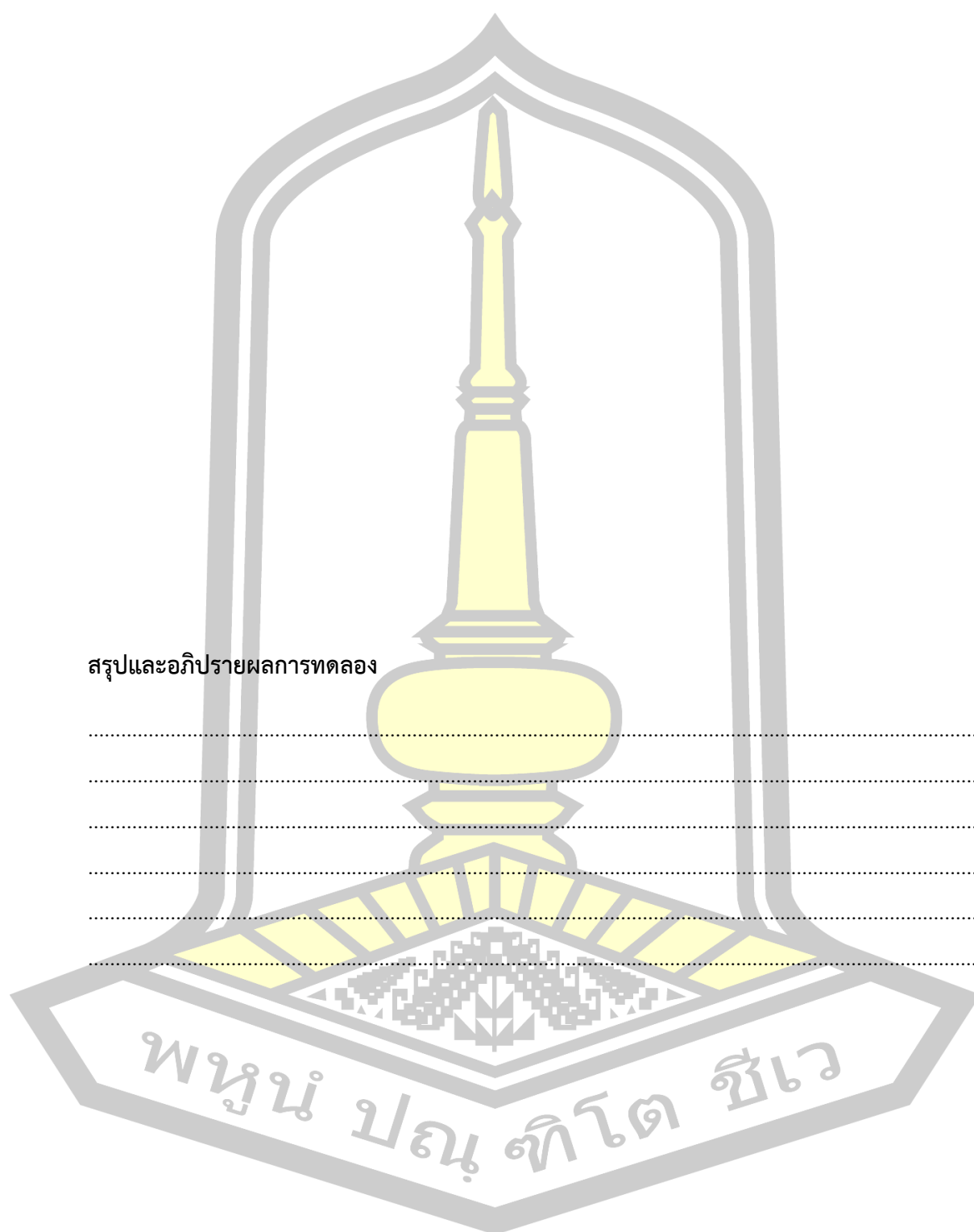
.....

.....

.....

พูน ปณ จิโต ชเว

ตารางบันทึกผลการทดลอง



ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อให้ถูกต้อง

ตอนที่ 1

1. การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิสูง จะได้ของแข็งสีขาวและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตปริมาณ 10 กรัมจนหมด จะได้ของแข็งสีขาว 5.6 กรัม ปฏิกริยานี้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นกี่กรัม ทราบได้อย่างไร

2. เผาแคลเซียมคาร์บอเนต 20 กรัม ในภาชนะปิดได้แคลเซียมออกไซด์ 11.2 กรัม กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าไร

ตอนที่ 2

1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้แก๊สมีเทน (CH_4) เกิดขึ้นดังสมการ



จงคำนวณมวลของไอน้ำ (H_2O) จากปฏิกิริยาเผาไหม้ของแก๊สมีเทน 24.00 กรัม

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้	เนื้อหาครบถ้วนตามที่กำหนดตอบคำถามได้ตรงประเด็นและถูกต้องทุกคำถาม	เนื้อหาครบถ้วนตามที่กำหนดตอบคำถามได้ตรงประเด็นและตอบถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาบางส่วนไม่สมบูรณ์ตามที่กำหนด ตอบคำถามได้ไม่ค่อยตรงประเด็นและตอบถูกต้องน้อยข้อ	เนื้อหาไม่สมบูรณ์คำถามได้ไม่ตรงประเด็น และตอบคำถามไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสิน

ระดับ 4 หมายถึง มีระดับคุณภาพดีเยี่ยม

ระดับ 3 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี

ระดับ 2 หมายถึง มีระดับคุณภาพพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีระดับคุณภาพปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ร้อยละ 70 ถือว่าประสบผลสำเร็จในการสอน

พูน ปณ จิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

1. นักเรียนสามารถใช้กลยุทธ์ส่วนหนึ่งที่คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ขั้นที่ 1 การพิจารณา รูปแบบของโจทย์ ปัญหา (F – Find the problem type)	นักเรียนสามารถระบุ สิ่งที่ โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่ โจทย์ ต้องการทราบได้ ถูกต้องและครบถ้วน สมบูรณ์ทั้งหมด	นักเรียนสามารถระบุ สิ่งที่ โจทย์กำหนดให้ ได้ ถูกต้องเพียง บางส่วนและระบุสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้ ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ ระบุสิ่งที่ โจทย์ กำหนดให้และ สิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้ หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูล ของ โจทย์ปัญหาลงใน แผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram)	นักเรียนจัดข้อมูลของ โจทย์ ปัญหา ซึ่ง นำเสนอโดยใช้ แผนภาพโครงสร้างได้ ครบถ้วนถูกต้อง สมบูรณ์	นักเรียนจัดข้อมูลของ โจทย์ ปัญหา ซึ่ง นำเสนอโดยใช้ แผนภาพโครงสร้างได้ ไม่ ครบถ้วนหรือได้ บางส่วน เท่านั้น	นักเรียนไม่สามารถจัด ข้อมูล ของโจทย์ ปัญหา ซึ่ง นำเสนอ โดยใช้แผนภาพ โครงสร้างได้หรือไม่ เขียนตอบ
ขั้นที่ 3 การวางแผน การแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem)	นักเรียนสามารถระบุ สมการที่ใช้ใน การแก้ โจทย์ปัญหาตามข้อมูล ของโจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นักเรียนระบุสมการที่ ใช้ใน การแก้โจทย์ ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้องหรือได้ บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถ ระบุ สมการที่ใช้ใน การแก้โจทย์ปัญหา ตามข้อมูลของโจทย์ได้ หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ ปัญหา (S – Solve the problem)	นักเรียนสามารถแสดง วิธีการแก้โจทย์ ปัญหา กระบวนการ ใน การ คำนวณหาคำตอบได้ ถูกต้องละเอียด ชัดเจน และระบุหน่วย	นักเรียนแสดงวิธีการ แก้โจทย์ ปัญหา กระบวนการ ใน การ คำนวณได้ถูกต้องแต่ คำตอบผิด / แสดง วิธีการ แก้โจทย์ปัญหา ได้ กระบวนการ ใน	นักเรียนไม่แสดง วิธีการแก้ โจทย์ปัญหา ไม่สามารถ แสดง กระบวนการในการ คำนวณได้และไม่ได้ คำตอบหรือไม่เขียน ตอบ

	ทางเคมี ได้ถูกต้อง สมบูรณ์	คำนวณ ได้แต่ขาด ความละเอียด หา คำตอบ ได้ถูกและระบุ หน่วยทางเคมีได้ ถูกต้องเพียง อย่างไม่ อย่างหนึ่ง	
--	-------------------------------	--	--

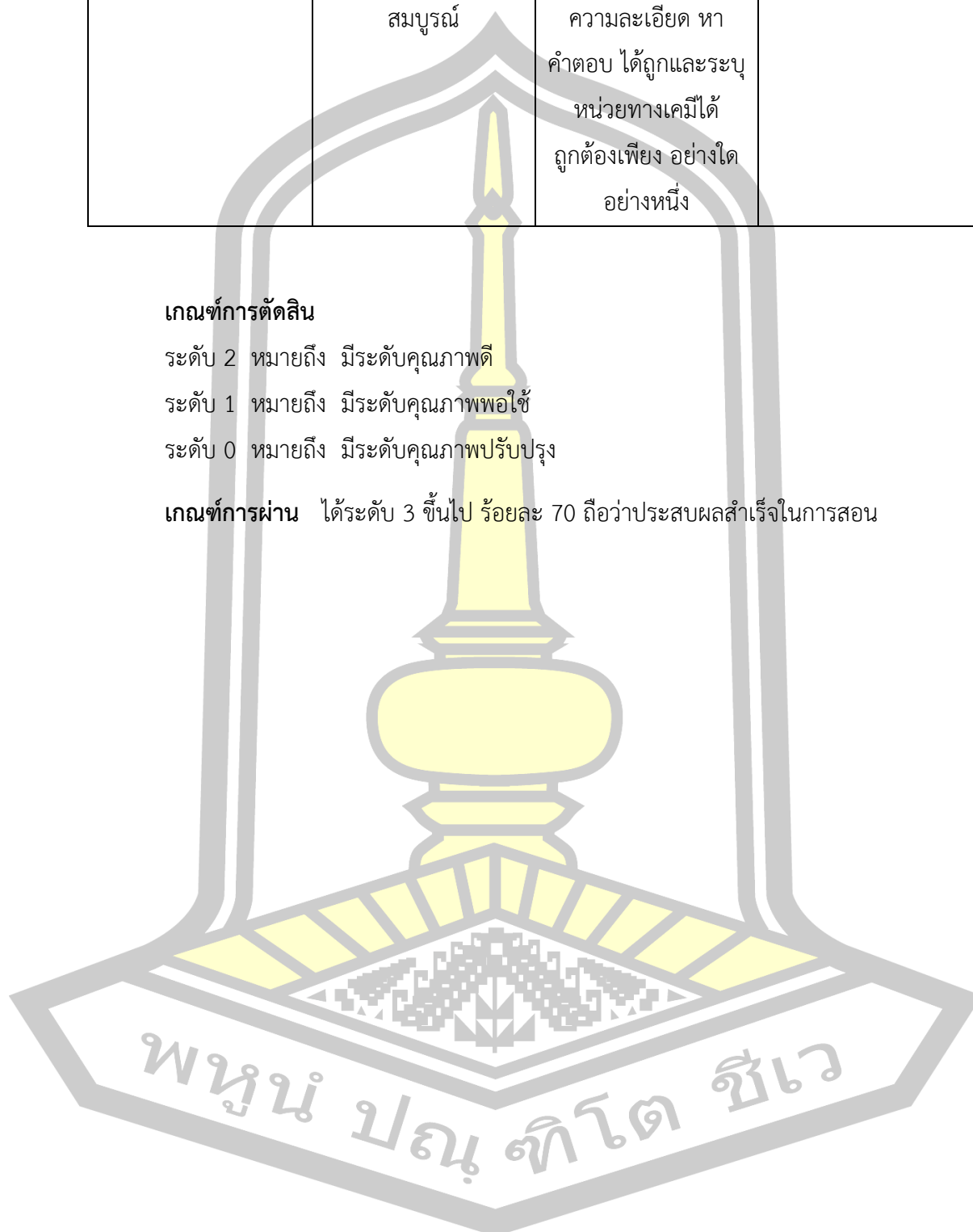
เกณฑ์การตัดสิน

ระดับ 2 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี

ระดับ 1 หมายถึง มีระดับคุณภาพพอใช้

ระดับ 0 หมายถึง มีระดับคุณภาพปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ร้อยละ 70 ถือว่าประสบผลสำเร็จในการสอน



เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนใฝ่รู้ กล้าซักถาม และมีความรับผิดชอบ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. นักเรียนใฝ่รู้ กล้าซักถาม และมีความรับผิดชอบ	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นด้วยตนเอง	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้น	รับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานดีขึ้น	รับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายไม่สำเร็จ

เกณฑ์การตัดสิน

ระดับ 4 หมายถึง มีระดับคุณภาพดีเยี่ยม

ระดับ 3 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี

ระดับ 2 หมายถึง มีระดับคุณภาพพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีระดับคุณภาพปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับ 3 ขึ้นไป ร้อยละ 70 ถือว่าประสบผลสำเร็จในการสอน

พูน ปณ จิต ชีวะ

บันทึกผลหลังการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

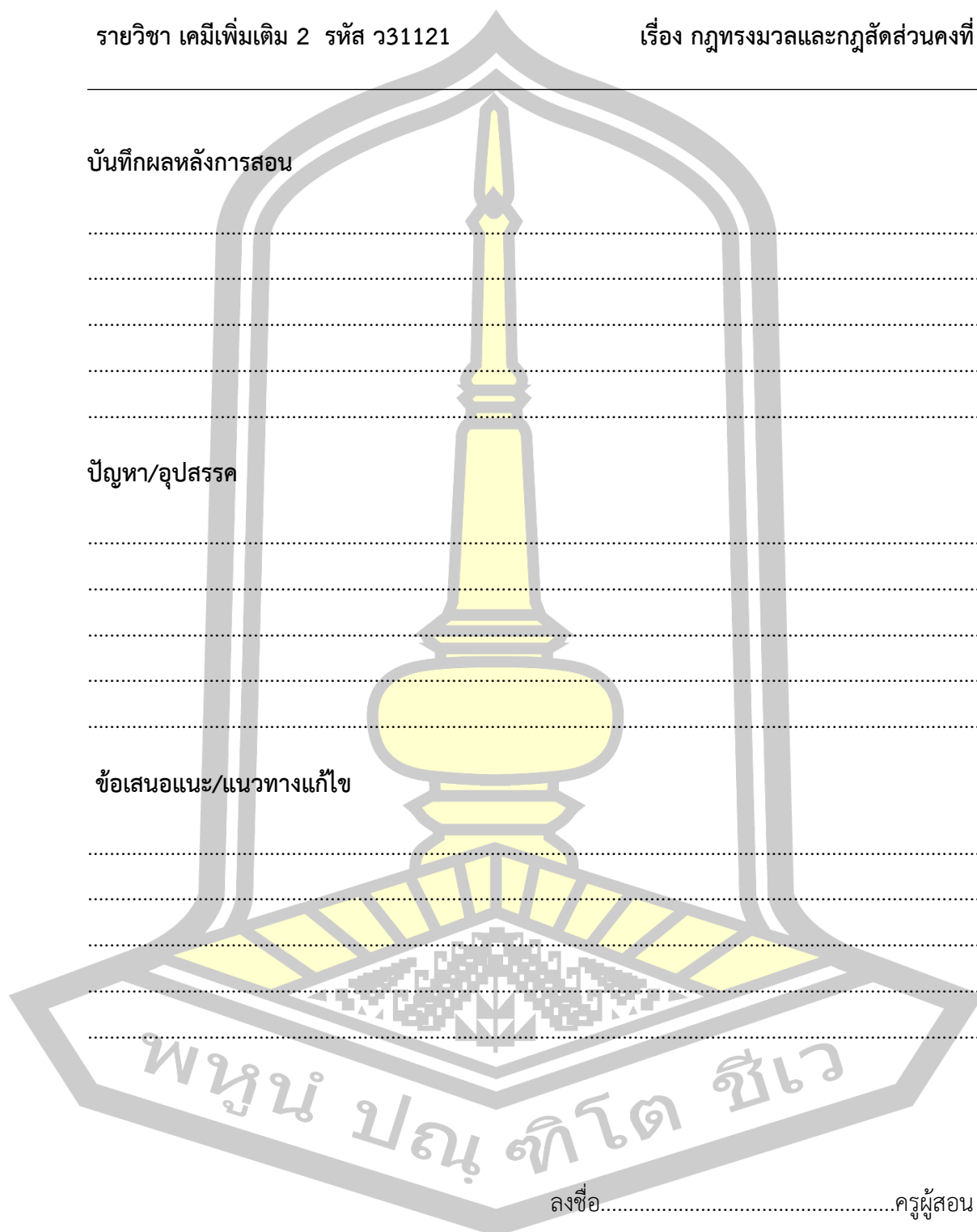
รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 2 รหัส ว31121

เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

บันทึกผลหลังการสอน

ปัญหา/อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข



ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวกมลสิริ สุดจันทร์ฮาม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อให้ถูกต้อง

ตอนที่ 1

1. การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิสูง จะได้ของแข็งสีขาวและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตปริมาณ 10 กรัมจนหมด จะได้ของแข็งสีขาว 5.6 กรัม ปฏิกริยานี้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นกี่กรัม ทราบได้อย่างไร

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น 4.4 กรัม

เนื่องจากมวลรวมของสารตั้งต้นจะเท่ากับมวลรวมของผลิตภัณฑ์

2. เผาแคลเซียมคาร์บอเนต 20 กรัม ในภาชนะปิดได้แคลเซียมออกไซด์ 11.2 กรัม กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าไร

แคลเซียมคาร์บอเนต	→	แคลเซียมออกไซด์ + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
20 กรัม	=	11.2 กรัม + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	=	20 - 11.2 กรัม
	=	8.8 กรัม
มวลของสารตั้งต้น	=	มวลของสารผลิตภัณฑ์
20 กรัม	=	20 กรัม

ตอนที่ 2

1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้แก๊สมีเทน (CH_4) เกิดขึ้นดังสมการ

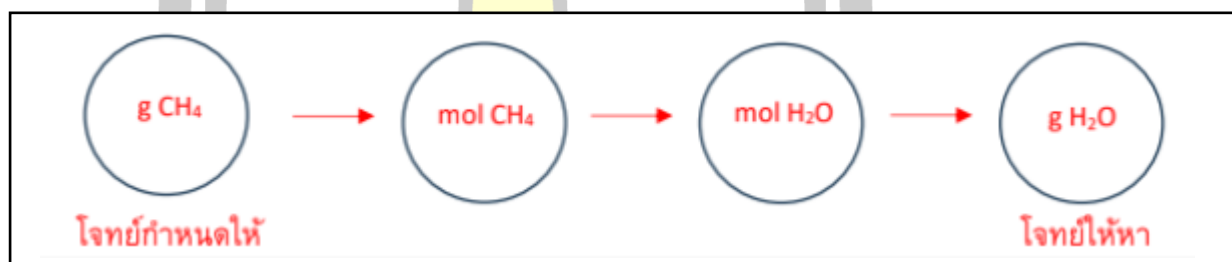


จงคำนวณมวลของไอน้ำ (H_2O) จากปฏิกิริยาเผาไหม้ของแก๊สมีเทน 24.00 กรัม

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด	สิ่งที่โจทย์ต้องการ
ปฏิกิริยาเผาไหม้ของแก๊สมีเทน 24.00 กรัม	มวลของไอน้ำ (H_2O) จากปฏิกิริยาเผาไหม้
$\text{CH}_4 (\text{g}) + 2\text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{g})$	ของแก๊สมีเทน

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ



ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 1 พิจารณาสมการเคมีว่าดุลแล้วหรือไม่

ขั้นที่ 2 ระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่จะใช้

ขั้นที่ 3 คำนวณมวลของ H_2O

พูน ปณ จิโต ชีเว

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 1 พิจารณาสมการเคมีว่าดุลแล้วหรือไม่ ซึ่งจากโจทย์สมการดุลแล้ว



ขั้นที่ 2 ระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่จะใช้

$$1. \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16.05 \text{ g CH}_4} \quad (\text{จากมวลต่อโมลของ CH}_4 = 16.05 \text{ g/mol})$$

$$2. \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} \quad (\text{จากสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของ CH}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2)$$

$$3. \frac{18.02 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad (\text{จากมวลต่อโมลของ H}_2\text{O} = 18.02 \text{ g/mol})$$

ขั้นที่ 3 คำนวณมวลของ H₂O

$$\begin{aligned} \text{มวลของ H}_2\text{O} &= 24.00 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16.05 \text{ g CH}_4} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{18.02 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \\ &= 53.89 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

ดังนั้น แก๊สมีเทน 24.00 กรัม เกิดปฏิกิริยาเผาไหม้ได้ไอน้ำ 53.89 กรัม



คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อให้ถูกต้อง

ตอนที่ 1

1. การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิสูง จะได้ของแข็งสีขาวและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตปริมาณ 10 กรัมจนหมด จะได้ของแข็งสีขาว 5.6 กรัม ปฏิกิริยานี้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นกี่กรัมทราบได้อย่างไร

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น 4.4 กรัม เนื่องจากมวลรวมของสารตั้งต้นจะเท่ากับมวลรวมของผลิตภัณฑ์

2. เผาแคลเซียมคาร์บอเนต 20 กรัม ในภาชนะปิดได้แคลเซียมออกไซด์ 11.2 กรัม กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าไร

$$\begin{array}{rcl}
 \text{แคลเซียมคาร์บอเนต} & \rightarrow & \text{แคลเซียมออกไซด์} + \text{แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์} \\
 20 & = & 11.2 + \text{CO}_2 \\
 \text{CO}_2 & = & 20 - 11.2 \\
 & = & 8.8 \text{ กรัม}
 \end{array}$$

ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน



ตอนที่ 2

1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้แก๊สมีเทน (CH_4) เกิดขึ้นดังสมการ

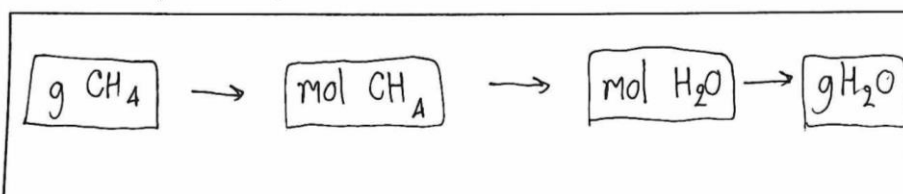


จงคำนวณมวลของไอน้ำ (H_2O) จากปฏิกิริยาเผาไหม้ของแก๊สมีเทน 24.00 กรัม

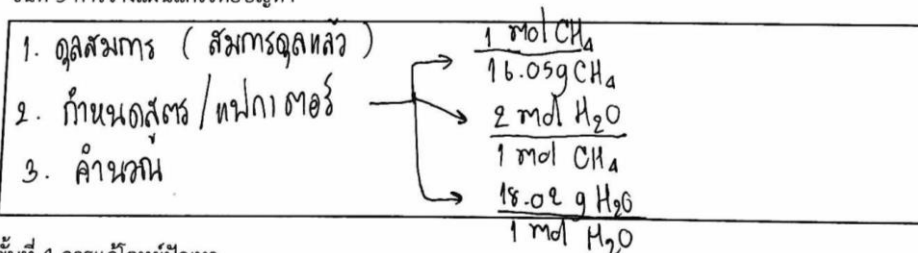
ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด = ปฏิกิริยาเผาไหม้ของมีเทน 24 กรัม
สิ่งที่โจทย์ต้องการ = มวลของไอน้ำ

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ



ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา



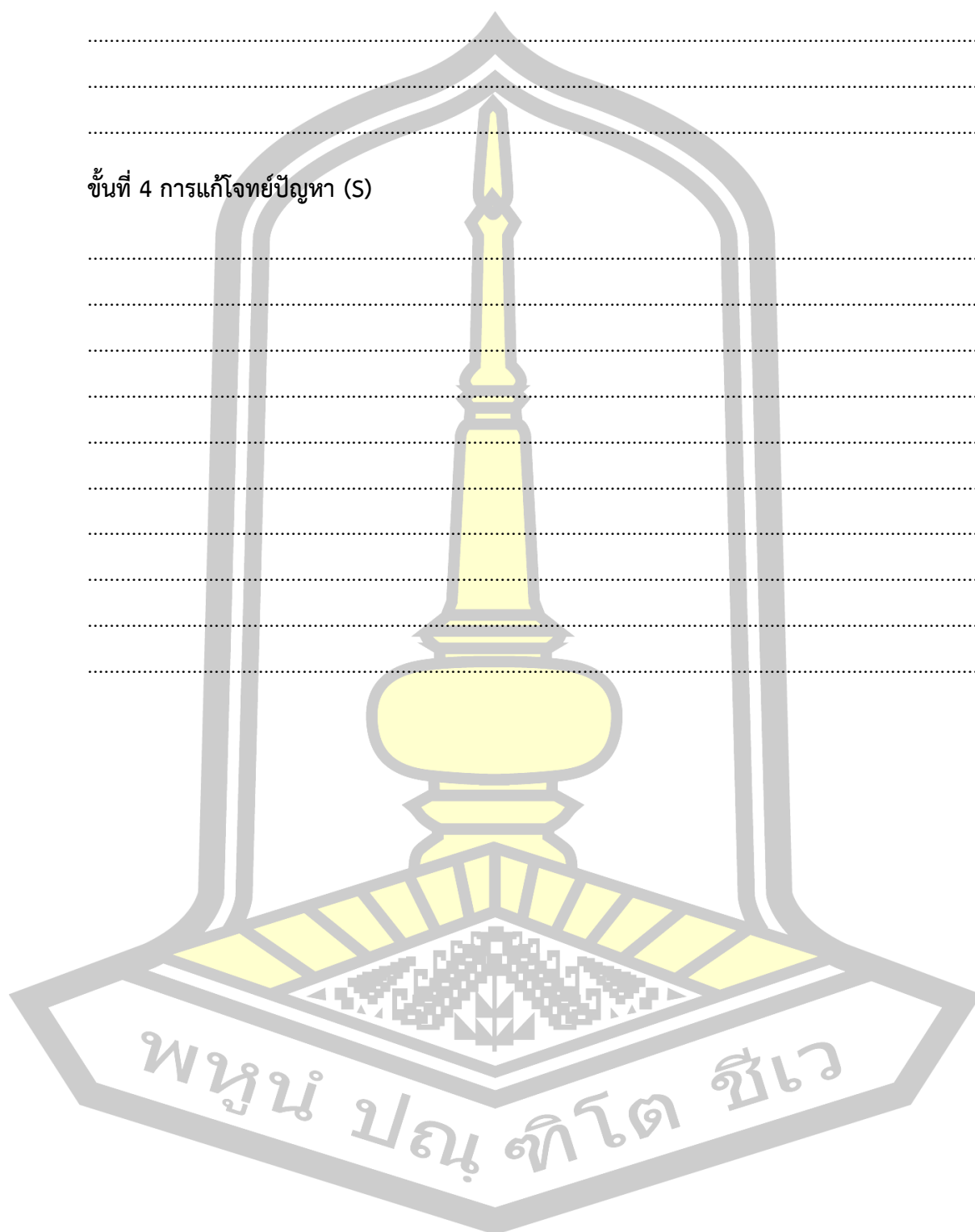
ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

$$\begin{aligned}
 &= 24 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16.05 \text{ g CH}_4} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{18.02 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \\
 &= 53.9 \text{ g H}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P)

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S)



2. เมื่อเผาแก๊สโพรเพน (C_3H_{10}) 2.6 ลิตร ในอากาศกับแก๊สออกซิเจน 1.2 ลิตร ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.21 ลิตร และไอน้ำ 1 ลิตร นักเรียนสามารถหาจำนวนโมลของแก๊สโพรเพนและไอน้ำได้อย่างไร

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F)

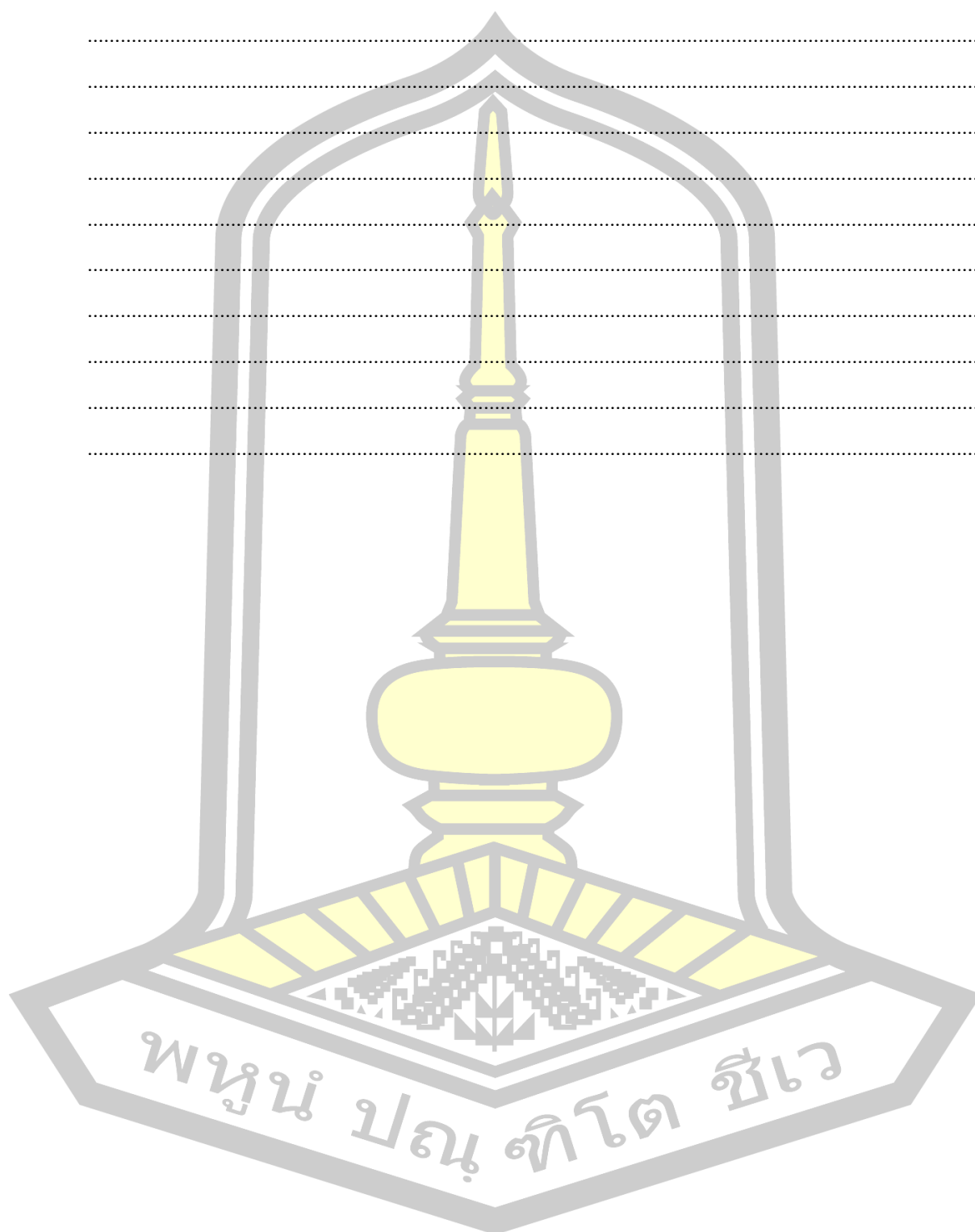
1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O)

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P)

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S)



3. การสังเคราะห์แอมโมเนีย ทำได้โดยใช้แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งพบว่าที่สภาวะ STP ใช้แก๊สไนโตรเจน 104 ลิตร และแก๊สไฮโดรเจน 68.4 ลิตร จงหาจำนวนโมลของแก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F)

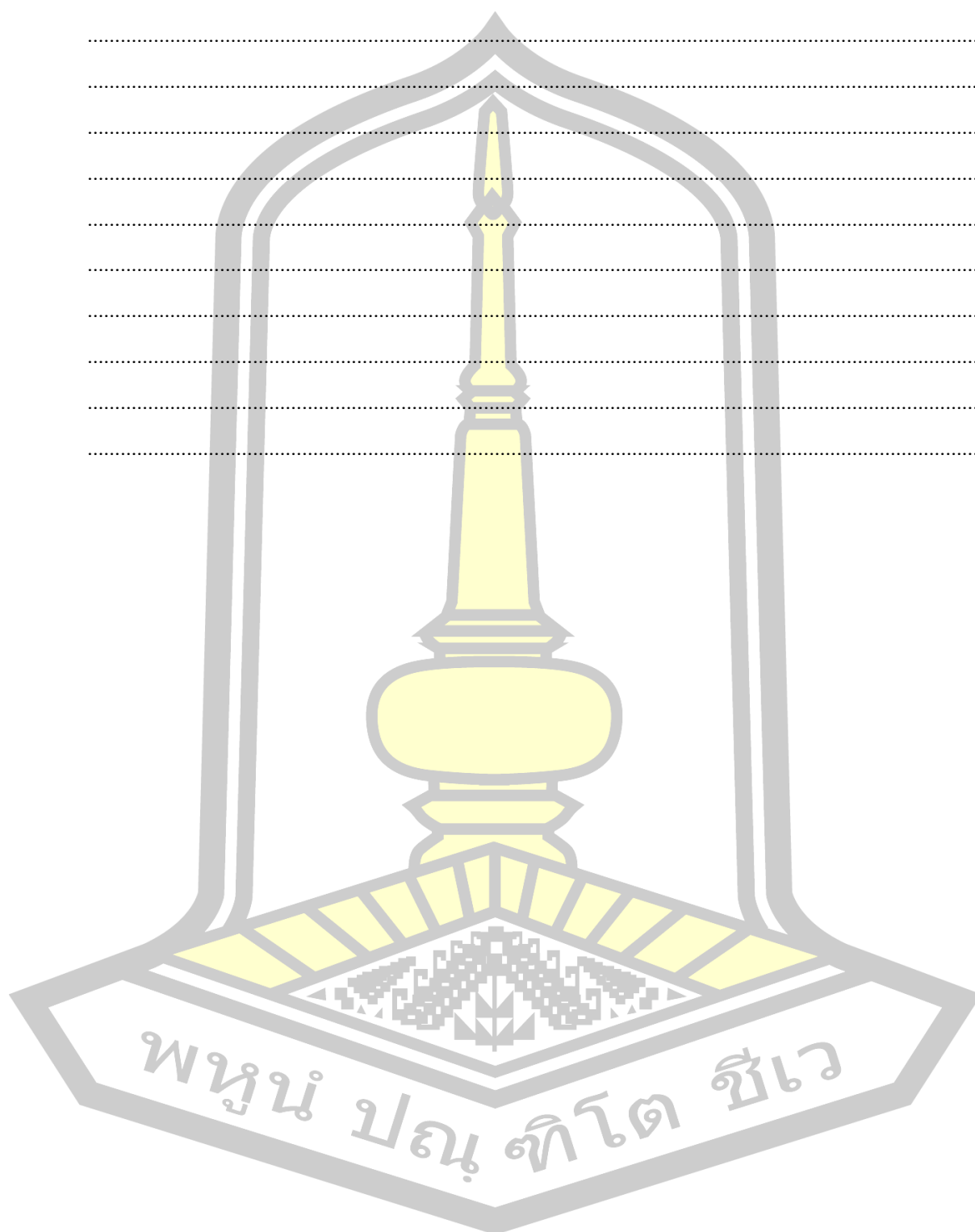
1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O)

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P)

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S)

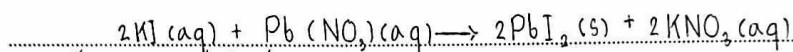




ถ้าใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 0.4 โมล จะมีเลข (II) ไอโอไดด์ (PbI_2) เกิดขึ้นกี่กรัม

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F)

1.1 สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้ คือ

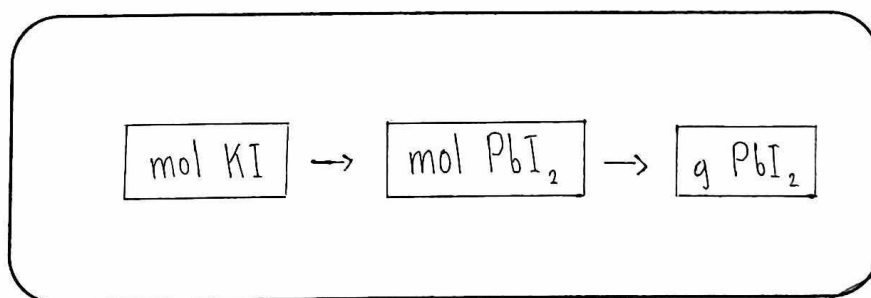


โพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.4 โมล

1.2 สิ่งที่เกี่ยวข้องการทราบ คือ

มวลของเลข (II) ไอโอไดด์ (PbI_2) จะเกิดขึ้นกี่กรัม

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O)



ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1



ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P)

- 1) กำหนดสมการเคมีว่ากลหรือไอ
- 2) ระบุน้ำหนักโมลหรือสูตรที่ใช้
- 3) กำหนดมวลของ PbI_2

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S)

- 1) กำหนดสมการเคมีว่ากลหรือไอ ซึ่งจากโจทย์สมการกลแล้ว
- 2) ระบุน้ำหนักโมลหรือสูตรที่ใช้

$$- \frac{1 \text{ mol } PbI_2}{2 \text{ mol } KI}$$

$$- \frac{461.00 \text{ g } PbI_2}{1 \text{ mol } PbI_2}$$

- 3) กำหนดมวลของ PbI_2

$$\begin{aligned} \text{มวลของ } PbI_2 &= 0.4 \text{ mol } KI \times \frac{1 \text{ mol } PbI_2}{2 \text{ mol } KI} \times \frac{461.00 \text{ g } PbI_2}{1 \text{ mol } PbI_2} \\ &= 92.2 \text{ g } PbI_2 \end{aligned}$$

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1



2. เมื่อเผาแก๊สโพรเพน (C_3H_8) 2.6 ลิตร ในอากาศกับแก๊สออกซิเจน 1.2 ลิตร ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.21 ลิตร และไอน้ำ 1 ลิตร นักเรียนสามารถหาจำนวนโมลของแก๊สโพรเพนและไอน้ำได้อย่างไร

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F)

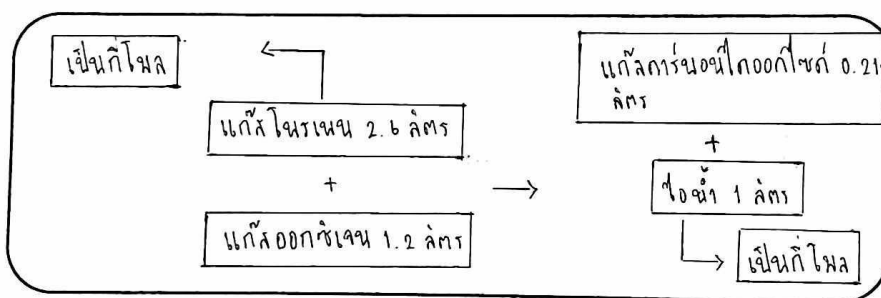
1.1 สิ่งที่ย่อยกำหนดให้ คือ

แก๊สโพรเพน (C_3H_8) 2.6 ลิตร แก๊สออกซิเจน 1.2 ลิตร แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.21 ลิตร และไอน้ำ 1 ลิตร

1.2 สิ่งที่ย่อยต้องการทราบ คือ

หาจำนวนโมลของแก๊สโพรเพนและไอน้ำอย่างไร

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O)



ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P)

กำหนดหาโมลจากสูตร V
22.4

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S)

- โจทย์กำหนดให้ใช้แก๊สไนโตรเจนประมาณ 2.6 ลิตร

$$\text{คำนวณหาโมลแก๊ส} \quad \frac{V}{22.4} = \frac{2.6}{22.4} = 0.12$$

- โจทย์กำหนดให้แก๊สออกซิเจนประมาณ 1 ลิตร

$$\text{คำนวณหาโมลแก๊ส} \quad \frac{V}{22.4} = \frac{1}{22.4} = 0.04$$

2

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1



3. การสังเคราะห์แอมโมเนีย ทำได้โดยใช้แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งพบว่าที่สภาวะ STP ใช้แก๊สไนโตรเจน 104 ลิตร และแก๊สไฮโดรเจน 68.4 ลิตร จงหาจำนวนโมลของแก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F)

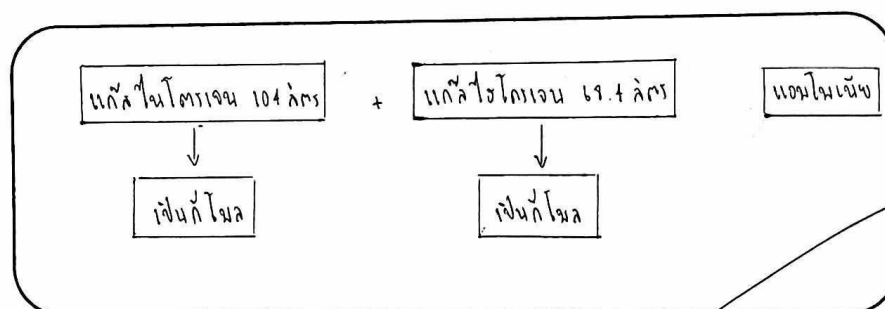
1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

มวลโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจน 104 ลิตร และแก๊สไฮโดรเจน 68.4 ลิตร

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

หาจำนวนโมลของแก๊สไนโตรเจน และแก๊สไฮโดรเจน

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O)



ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P)

คำนวณหาโมลจากสูตร $\frac{V}{22.4}$

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S)

- โจทย์กำหนดให้ใช้แก๊สในไตรเจน ปริมาตร 104 ลิตร

$$\text{กำหนดหาโมลแก๊ส} \quad \frac{V}{22.4} = \frac{104}{22.4} = 4.64$$

- โจทย์กำหนดให้แก๊สไฮโดรเจน ปริมาตร 69.4 ลิตร

$$\text{กำหนดหาโมลแก๊ส} \quad \frac{V}{22.4} = \frac{69.4}{22.4} = 3.05$$

2

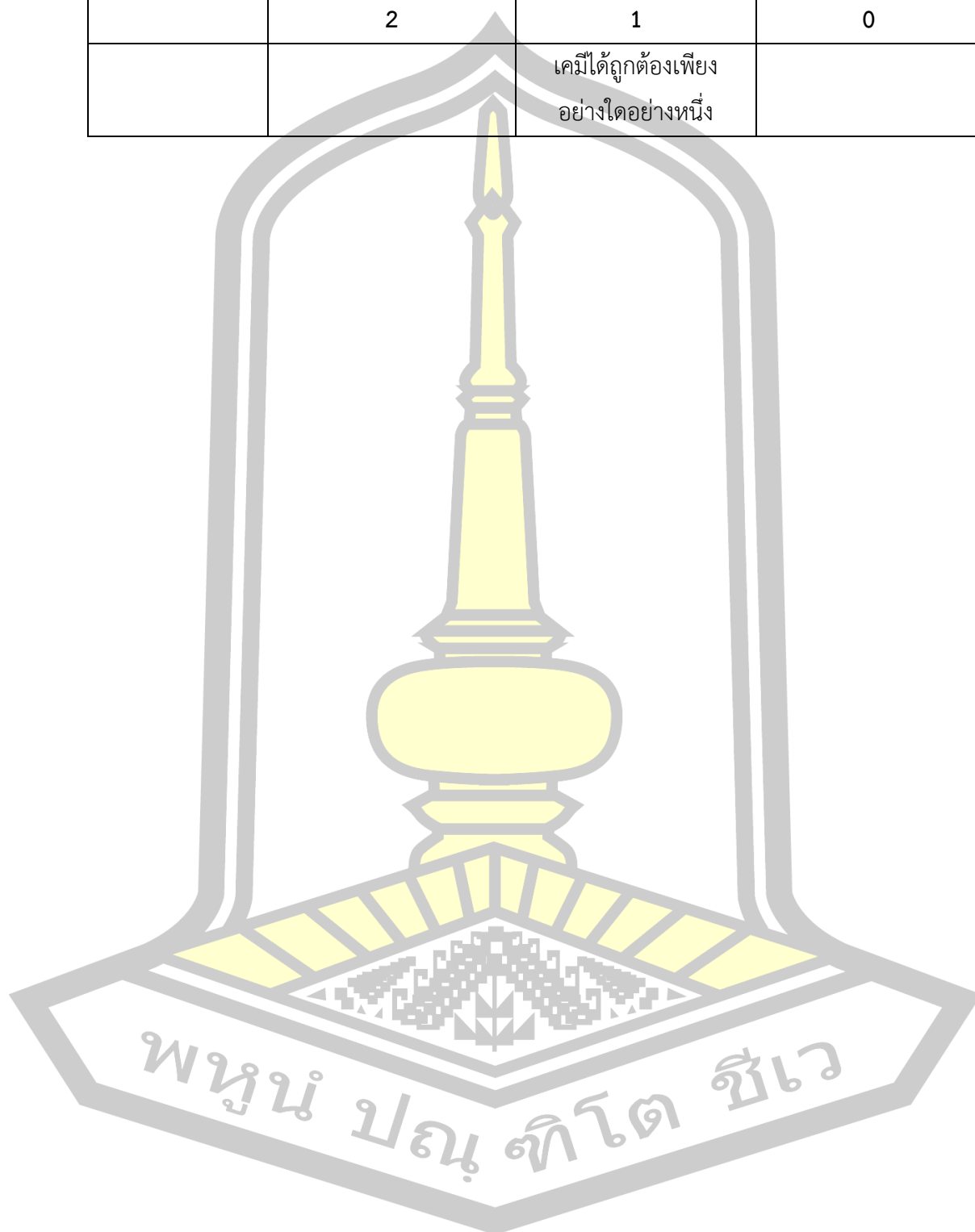
ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1



เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ด้านการพิจารณา รูปแบบของโจทย์ ปัญหา	นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้ ถูกต้องและครบถ้วน สมบูรณ์ทั้งหมด	นักเรียนสามารถระบุสิ่ง ที่ โจทย์กำหนดให้ได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน และระบุสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบได้ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ ระบุสิ่งที่ โจทย์ กำหนดให้และ สิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้ หรือไม่เขียนตอบ
ด้านการจัดข้อมูล ของ โจทย์ปัญหา ลงใน แผนภาพ	นักเรียนจัดข้อมูลของ โจทย์ ปัญหา ซึ่งนำเสนอ โดย ใช้ แผนภาพ โครงสร้างได้ ครบถ้วน ถูกต้องสมบูรณ์	นักเรียนจัดข้อมูลของ โจทย์ ปัญหา ซึ่ง นำเสนอโดยใช้ แผนภาพโครงสร้างได้ไม่ ครบถ้วนหรือได้บางส่วน เท่านั้น	นักเรียนไม่สามารถจัด ข้อมูล ของโจทย์ ปัญหา ซึ่ง นำเสนอ โดยใช้แผนภาพ โครงสร้างได้หรือไม่ เขียนตอบ
ด้านการวางแผนการแก้โจทย์ ปัญหา	นักเรียนสามารถระบุ สมการที่ใช้ใน การแก้ โจทย์ปัญหาตามข้อมูล ของโจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นักเรียนระบุสมการที่ใช้ ใน การแก้โจทย์ปัญหา ตามข้อมูลของโจทย์ได้ ถูกต้องหรือได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถ ระบุ สมการที่ใช้ใน การแก้โจทย์ปัญหา ตามข้อมูลของโจทย์ได้ หรือไม่เขียนตอบ
ด้านการแก้โจทย์ ปัญหา	นักเรียนสามารถแสดง วิธีการแก้โจทย์ ปัญหา กระบวนการ ใน การ คำนวณหาคำตอบได้ ถูกต้องละเอียด ชัดเจน และระบุหน่วยทางเคมี ได้ถูกต้อง สมบูรณ์	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ โจทย์ ปัญหา กระบวนการ ใน การ คำนวณได้ถูกต้องแต่ คำตอบผิด / แสดง วิธีการ แก้โจทย์ปัญหา ได้ กระบวนการ ใน คำนวณ ได้แต่ขาดความ ละเอียด หาคำตอบ ได้ ถูกต้องและระบุ หน่วยทาง	นักเรียนไม่แสดง วิธีการแก้ โจทย์ปัญหา ไม่สามารถ แสดง กระบวนการในการ คำนวณได้และไม่ได้ คำตอบหรือไม่เขียน ตอบ

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	2	1	0
		เคมีได้ถูกต้องเพียง อย่างใดอย่างหนึ่ง	



แบบสัมภาษณ์นักเรียน

คำชี้แจง : แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับ
กลวิธีเอฟพีเอส

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้สัมภาษณ์

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่

วงจรปฏิบัติการที่..... เรื่อง..... สัมภาษณ์วันที่.....

ส่วนที่ 2 ประเด็นในการสัมภาษณ์

1. ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาต้องการให้หาสิ่งใดได้อย่างไร

.....

- จากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานักเรียนสามารถเขียนข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาได้อย่างไร

.....

2. ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

- นักเรียนสามารถเขียนวิธีการทางเคมีที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างไร

.....

- นักเรียนสามารถเขียนสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโจทย์ได้อย่างไร

.....

3. ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

- นักเรียนสามารถระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้อย่างไร

.....

- นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้อย่างไร

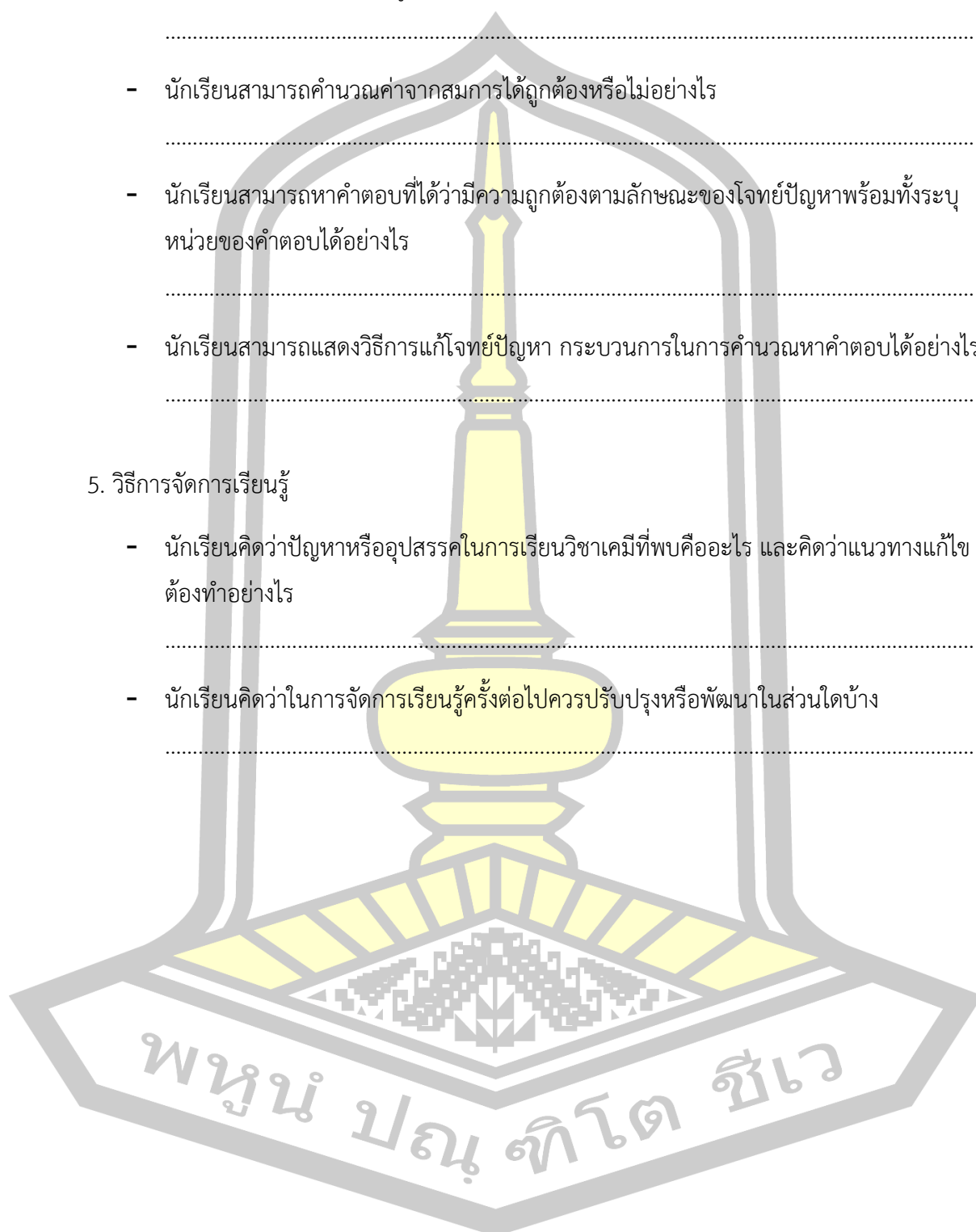
.....

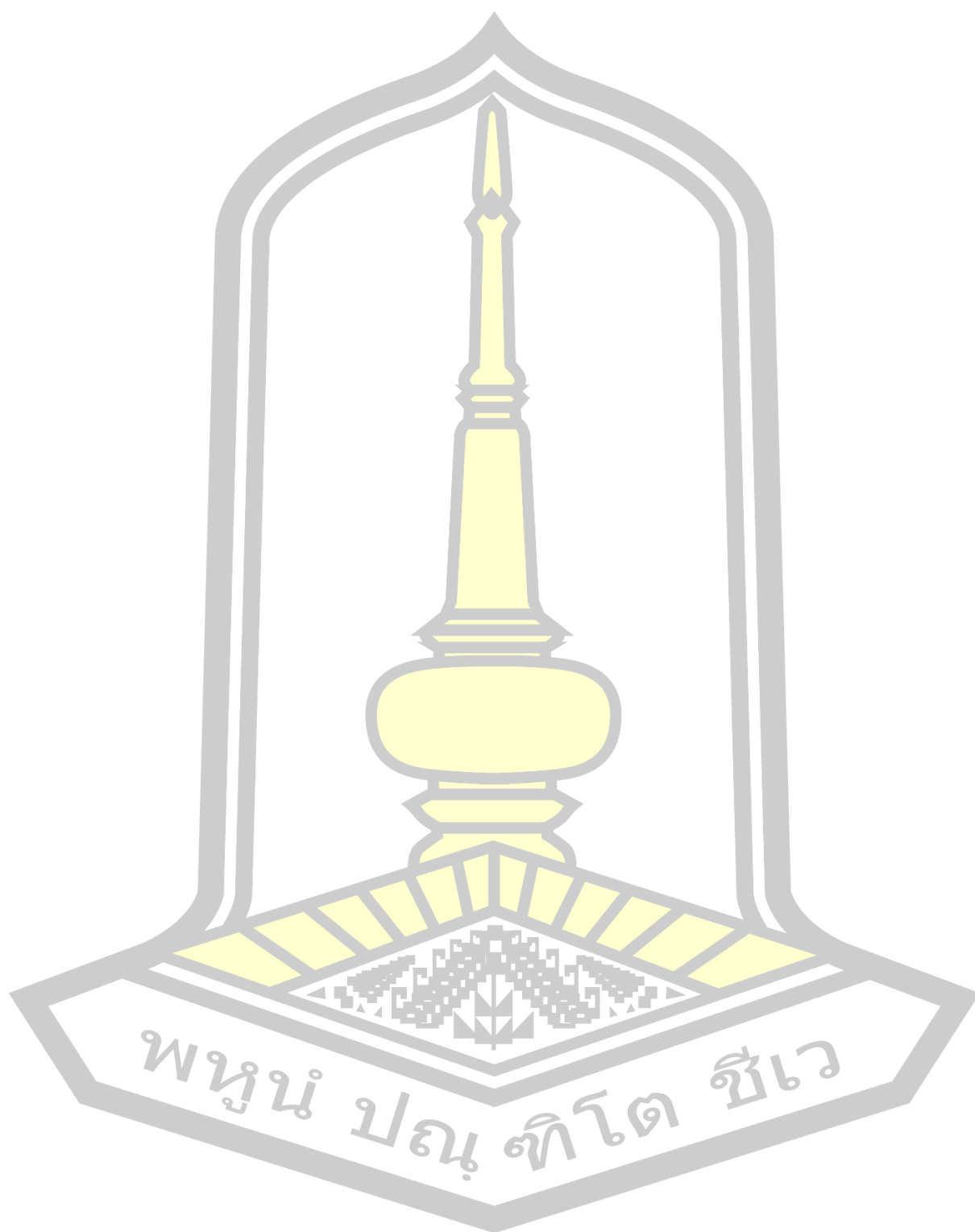
4. ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

- นักเรียนสามารถแทนค่าที่ถูกกำหนดไว้ลงในสมการเพื่อหาคำตอบได้อย่างไร
.....
- นักเรียนสามารถคำนวณค่าจากสมการได้ถูกต้องหรือไม่อย่างไร
.....
- นักเรียนสามารถหาคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องตามลักษณะของโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งระบุหน่วยของคำตอบได้อย่างไร
.....
- นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้อย่างไร
.....

5. วิธีการจัดการเรียนรู้

- นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนวิชาเคมีที่พบคืออะไร และคิดว่าแนวทางแก้ไขต้องทำอย่างไร
.....
- นักเรียนคิดว่าในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง
.....





ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวกมลสิริ สุดจันทร์ฮาม
วันเกิด วันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2543
สถานที่เกิด อ.เมือง จ.ขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 296 หมู่ที่ 1 บ้านทุ่ม ต.บ้านทุ่ม อ.เมือง จ.ขอนแก่น
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2560 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2565 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2567 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ภัโต ชีเว