การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์
ของ
ปิยมาศ บุดดาน้อย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ตุลาคม 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์

ของ

ปิยมาศ บุดดาน้อย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ตุลาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Learning Activities Based on Constructivist Theory and STAR Strategy to Enhance the Word Problem-Solving Ability and Learning Achievement in Chemistry on the Topic of Stoichiometry for Mathayomsuksa 4 Students

Piyamas Buddanoi

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

October 2021

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิร)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย ปิยมาศ บุดดาน้อย

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 75.20/74.96

2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กลวิธี STAR, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา, ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

TITLE The Development of Learning Activities Based on Constructivist Theory and STAR Strategy to Enhance the Word Problem-Solving Ability and Learning Achievement in Chemistry on the Topic of Stoichiometry for Mathayomsuksa 4 Students

AUTHOR Piyamas Buddanoi

ADVISORS Assistant Professor Kanyarat Cojorn , Ed.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Teaching of Science and Mathematics

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2021

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop learning activities based on constructivist theory and STAR strategy with a required efficiency of 70/70, 2) to compare word problem-solving ability on the topic of stoichiometry for Mathayomsuksa 4 students through learning activities based on constructivist theory and STAR strategy with 70 percent criteria and 3) to compare learning achievement on the topic of stoichiometry for Mathayomsuksa 4 students through learning activities based on constructivist theory and STAR strategy with 70 percent criteria. The samples used in this study were 33 students of Mathayomsuksa 4 in the 2nd semester of 2020 academic year at Kosumwittayasan school. The research instruments included 1) the lesson plans in topic of stoichiometry 2) the achievement test 3) the problemsolving ability test. Statistics values used in this study consist of percentage, means, standard deviation and one sample t-test.

The results were as follows :

1) The learning activities based on constructivist theory and STAR strategy had an efficiency (E_1/E_2) of 75.20/74.96.

2) Students who have been learning by using learning activities based on constructivist theory and STAR strategy having higher word problem-solving ability than 70 percent at a statistically significant of .05 level.

3) Students who have been learning by using learning activities based on constructivist theory and STAR strategy having higher learning achievement than 70 percent at a statistically significant of .05 level.

Keyword : Constructivist theory Learning achievement STAR strategy Word problem-solving ability

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดช่วงเวลาในการศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

ปิยมาศ บุดดาน้อย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฒ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 5

ความสำคัญของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

บทที่ 2 11

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 12

2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ 21

3. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) 26

4. กลวิธี STAR 52

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR 56
6. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 68
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 81
8. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2) 90
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 96
บทที่ 3 102
วิธีดำเนินการวิจัย 102
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 102
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 103
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 104
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล 119
5. การวิเคราะห์ข้อมูล 120
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 121
บทที่ 4 126
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 126
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 126
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 127
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 127
บทที่ 5 135
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 135
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย 135
2. สรุปผล 135
3. อภิปรายผล 136
4. ข้อเสนอแนะ 140

บรรณานุกรม 141
ภาคผนวก 150
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 151
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 153
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย 182
ภาคผนวก ง ผลการตรวจคะแนน 192
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 201
ประวัติผู้เขียน 207

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 กรอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR 57

ตาราง 2 กรอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR พร้อมทั้งกำหนดบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน 63

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหา 75

ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เกณฑ์ประเมินแบบย่อย 76

ตาราง 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 77

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนกลวิธี STAR 78

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของกลวิธี STAR 79

ตาราง 8 อนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม 85

ตาราง 9 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 105 คน 103

ตาราง 10 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา 105

ตาราง 11 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 111

ตาราง 12 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ 115

ตาราง 13 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design 119

ตาราง 14 คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 128

ตาราง 15 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test 132

ตาราง 16 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test..... 133

ตาราง 17 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1 - แผนที่ 8 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 185

ตาราง 18 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน 187

ตาราง 19 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน..... 187

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 188

ตาราง 21 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 188

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 190

ตาราง 23 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 8 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 193

ตาราง 24 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 198

ตาราง 25 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....200

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมขั้นก่อนนำเข้าสู่บทเรียน 174

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมขั้นปรับเปลี่ยนความคิด 174

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมขั้นการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR..... 175

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังจะเห็นได้ว่าประเทศที่มีความมั่นคงและพัฒนาเศรษฐกิจได้ดีนั้น ให้ความสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก มนุษย์ทุกคนจึงต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิด มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เนื้อหาวิชาเคมีจะมีทั้งส่วนทฤษฎี ส่วนคำนวณ และส่วนปฏิบัติผสมกัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันและหากเป็นการคำนวณทางเคมีจะเน้นเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ซึ่งต้องใช้ความรู้ส่วนทฤษฎีและส่วนคำนวณประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Smith, 1991) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้และการทดสอบส่วนใหญ่เกี่ยวกับวิชาเคมีคำนวณนั้น จะมุ่งเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบที่เป็นตัวเลข ดังนั้นกระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving process) จึงเป็นทักษะที่สำคัญมากในการเรียนเคมีคำนวณ (จรรยา ดาสา, 2553) เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้และกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอื่น ๆ ตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล และพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ใจความว่า ครูควรจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด มีการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (จุฑามาส โหย่งไทยม, 2561)

ถึงแม้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่ความรู้ทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งพิจารณาได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (Ordinary National Educational Test : O-NET) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ของประเทศไทย มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 26.03 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) ซึ่งต่ำกว่า

ร้อยละ 50 และจากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self Assessment Report : SAR) ของโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ นักเรียนมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 มีคะแนนเฉลี่ย 27.06 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยเนื้อหาในสาระที่ 3 เกี่ยวข้องกับรายวิชาเคมี ทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนว่า นักเรียนขาดความรู้ ความสามารถ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งจากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษาของโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ได้กล่าวว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยรวมต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และทักษะพื้นฐาน พร้อมที่จะศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นหรือการทำงานในอนาคต (โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์, 2562) จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย พบว่าการสำรวจความต้องการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เคมีคำนวณของครูโดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็นของครูซึ่งเครื่องมือมีความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.786 และพบว่าเนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนได้ยากที่สุด คือ ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยให้ความคิดเห็นว่าการที่นักเรียนมีปัญหาในการเรียนเคมีคำนวณ เนื่องจากมีพื้นฐานการคำนวณที่ไม่ดี และตีโจทย์ไม่เป็น ซึ่งสาเหตุมาจากนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา และการสอนที่เน้นการแก้โจทย์ปัญหาโดยการใช้สูตรคำนวณ ขาดความเข้าใจในแนวคิด ไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ที่ยาก หรือซับซ้อนได้ (จรรยา ดาสา, 2554) นอกจากนี้การแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่มีลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ที่ถูกต้องยังส่งผลให้เกิดความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหา และเมื่อนักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากเดิมจึงไม่สามารถเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2562) ดังนั้นการแก้โจทย์ปัญหาต้องอาศัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอน จึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่การสอนให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์และนำความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป แต่ทั้งนี้แนวคิดของนักเรียนที่นำมาใช้นั้นจะต้องถูกต้องครบถ้วน ผู้สอนจะต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์เชื่อมโยงกับแนวคิดที่จำเป็น เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนากระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จรรยา ดาสา, 2553) ครูควรหายุทธวิธีและเครื่องมือต่าง ๆ มาช่วยให้นักเรียนเข้าใจการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น (สุจินต์ สุทธิวรางกูล, 2558) และจัดกิจกรรมการเรียนรู้อื่นร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ที่ทำให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ สืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปราย คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ทำการทดลอง หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่สามารถสร้างให้นักเรียนนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับโจทย์ปัญหาเคมีที่ยากและซับซ้อนได้

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ต่าง ๆ ด้วยตัวเอง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ Driver and Bell (1986) ที่เสนอแนะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Driver and Bell เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์ เช่น การสร้างคำจำกัดความ สร้างความคิดสำคัญของนักเรียนซึ่งได้จากการสร้างด้วยตนเองมากกว่าการรับฟังจากคนอื่น มีวิธีการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นนำ 2) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 3) ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด 4) ขั้นนำความคิดไปใช้ 5) ขั้นทบทวน โดย Driver and Bell เน้นให้ความสำคัญกับความรู้เดิมเพราะผลการเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ความรู้ และประสบการณ์เดิมของนักเรียนในการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่ที่ครูจัดขึ้นกับความรู้เดิมของนักเรียน ดังนั้นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ หากให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมสำรวจและค้นหาด้วยตนเองโดยไม่ได้เชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วของนักเรียน การปรับโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนจนเกิดองค์ความรู้ใหม่อาจทำได้ยาก และการสร้างความรู้ใหม่จะเน้นให้นักเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจนสร้างความรู้จากความเข้าใจของตนเอง ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญาปรากฏในช่วงความจำระยะยาว เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (ชาติชาย ม่วงปฐม, 2557) และการทบทวนหลังสิ้นสุดบทเรียนจะช่วยให้นักเรียนรู้ว่าสิ่งใดที่ได้เรียนรู้และสิ่งใดที่ต้องทำความเข้าใจเพิ่มเติม จากหลักการข้างต้นที่กล่าวมานั้นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ Driver and Bell จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แนวคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง และการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้นนักเรียนจะต้องได้แนวคิดพื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ อย่างถูกต้องครบถ้วนก่อนและครูต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ เชื่อมโยงกับแนวคิดที่จำเป็นมากกว่าสอนให้นักเรียนใช้สูตรคำนวณ (จรรยา ดาสา, 2554) สอดคล้องกับ Boujaoude and Barakat (2000) แนะนำว่าถ้านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ ได้แม้ว่าจะเป็นโจทย์ปัญหาที่ยากและซับซ้อน ดังนั้นผู้วิจัยเชื่อมั่นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ Driver and Bell สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้แนวคิดสำคัญที่ถูกต้องและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโจทย์ปัญหาได้โดยการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง เริ่มต้นการเรียนรู้ด้วยความอยากรู้อยากเห็น และรับรู้จุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนเรียน มีการทบทวนความรู้เดิมเตรียมพร้อมก่อนที่จะรับประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่เพื่อปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาจนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (ชาติชาย ม่วงปฐม, 2557) โดยอยู่ในรูปแบบของโจทย์ปัญหา แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ Driver and Bell ยังขาดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่

ชัดเจน ครูจึงควรสอดแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนและควรฝึกให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบอย่างสม่ำเสมอ (วรัทยา มณีรัตน์ และปิยรัตน์ ดรบัณฑิต, 2560) เพื่อเพิ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน เนื่องจากเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูควรมีกลยุทธ์ที่จะช่วยให้นักเรียนได้แนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา กลวิธีสอน STAR เป็นกลวิธีที่ช่วยให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบได้ดี ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น (Ipek, 2013) STAR เป็นกลวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา โดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นในแต่ละขั้นตอน ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) การศึกษาโจทย์ปัญหา (Search the word problem : S) 2) การแปลงโจทย์ (Translate the problem : T) 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (Answer the problem : A) และ 4) ทบทวนคำตอบ (Review the solution : R) การใช้กลวิธี STAR และการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ช่วยให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้นและมีความคงทนในการเรียน (เทพนิวัติ วิชัยวัฒนา, 2558) เนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ซึ่งขั้นการศึกษาโจทย์ปัญหา นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไรและหาอะไร ขั้นการแปลงโจทย์ นักเรียนแปลงข้อความโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น พร้อมกับการระบุตัวแปรที่สำคัญเตรียมพร้อมสำหรับวิธีการค้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหา นักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามวิธีการที่วางไว้ ขั้นทบทวนคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ตรวจสอบความถูกต้องของหน่วยที่ใช้และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ จากขั้นตอนที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR เป็นการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนกระบวนการ (Maccini and Hughes, 2000) นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์โจทย์ เชื่อมโยงกับแนวคิดที่จำเป็น มีการทบทวนคำตอบซึ่งเป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (Boujaoude and Barakat, 2000) การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอนของ Driver and Bell สามารถช่วยให้นักเรียนได้แนวคิดเกี่ยวกับวิชาเคมีที่เรียนได้ถูกต้อง อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้น (วรรณพิมล กิ่งโชค และหนูกร ปฐมพรรษ, 2563) และเมื่อผสานกับกลวิธี STAR ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ เพราะการแก้โจทย์ปัญหาจะสามารถทำได้หากนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง (จรรยา ดาสา, 2553) และมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้และนำความรู้หรือแนวคิดไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

2. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้อง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5, มัธยมศึกษาปีที่ 4/6 และมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จากโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 105 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ด้วยวิธีการสุ่มหน่วยตัวอย่างแบบง่ายมา 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 จำนวน 33 คน

2. เนื้อหา

เนื้อหาในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระเคมี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 5 ผลการเรียนรู้ 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 5 ผลการเรียนรู้ 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

5.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

5.3 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ ผู้จัดสถานการณ์และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามความสามารถของนักเรียนโดยพิจารณาจากแนวคิดของ Driver and Bell (1986) ที่เสนอแนะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มี 5 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 ขั้นนำ ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ อธิบายจุดมุ่งหมาย และใช้คำถามสนทนาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอยากรู้อยากเรียนโดยครูจะนำประสบการณ์ สิ่งแวดล้อมหรือสารสนเทศใหม่มาให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเอง จนทำให้นักเรียนได้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยครูให้นักเรียนบันทึกเป็นความคิดของตนเองเพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้

1.2 ขั้นทบทวนความรู้เดิม นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเล่นเกมแข่งขันกัน โดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้ว หรือความรู้เดิมพื้นฐาน โดยการใช้บัตรคำ รูปภาพ เป็นสื่อการเรียนรู้ จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญในเรื่องที่ได้ทำกิจกรรมโดยการถามคำถามตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง

1.3 ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใช้รูปภาพ สื่อวิดิโอ หรือการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้สังเกตเห็นในระดับมหภาค ใช้ภาพหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในระดับจุลภาค นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลที่ได้โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนความคิดจนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองได้แล้วกำหนดเป็นความรู้ใหม่ขึ้นมาและสรุปเป็นความรู้ของกลุ่มตนเอง จากนั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้แบบฝึกหัดและเฉลยคำตอบร่วมกัน

1.4 ขั้นนำความคิดไปใช้ ครูให้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแปลโจทย์และวิเคราะห์ว่าสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนอย่างไร ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำแนวความคิดที่ได้จากความรู้ใหม่มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

1.5 ขั้นทบทวน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนความรู้และความเข้าใจตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด โดยครูให้นักเรียนตอบคำถามลงในสมุด โดยกำหนดหัวข้อดังนี้ วันนี้เรียนเรื่องอะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนวันนี้หรือความรู้ใหม่ที่ได้คืออะไรบ้างให้อธิบายมาพอสังเขป

2. กลวิธีสอน STAR หมายถึง การสอนให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นของการแก้ปัญหาซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดของ Gagnon and Maccini (2001) โดยมีลำดับขั้นในการแก้ปัญหาดังนี้

2.1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นนี้ให้นักเรียนบันทึกลงในแบบฝึกหัดที่ครูเตรียมไว้ให้ นักเรียนจะต้องระบุได้ว่า โจทย์ปัญหาให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และตัวแปรใดที่โจทย์ต้องการทราบ

2.2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนจะได้นำสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องการทราบมาระบุเป็นตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดใหม่ จากนั้นครูให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นให้อยู่ในรูปของสมการ และวิเคราะห์การหาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ โดยใช้วิธีการเทียบหน่วยด้วยแฟกเตอร์

2.3 A (Answer the problem) การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ให้นักเรียนเริ่มดำเนินการค้นหาคำตอบโดยใช้ความสัมพันธ์ที่ได้ระบุไว้ในขั้นการแปลงโจทย์ปัญหา

2.4 R (Review the solution) การทบทวนคำตอบ นักเรียนต้องแสดงการทบทวนคำตอบซึ่งอาจเป็นการใช้สูตรคำนวณ หรือการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ สรุปคำตอบที่ได้ และระบุหน่วยทางเคมีได้ถูกต้องตรงตามที่โจทย์ต้องการ

3. กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติเผชิญหน้าและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน สื่อการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นและมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับนักเรียนคนอื่นและครู และใช้กลวิธี STAR มาเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการในการหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นนำก่อนเข้าสู่บทเรียน ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ ใช้คำถามและสนทนาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอยากรู้อยากเรียนโดยครูจะนำประสบการณ์ สิ่งแวดล้อมหรือสารสนเทศใหม่มาให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเอง นักเรียนต้องกำหนดว่าจากสิ่งที่นักเรียนเผชิญหรือจากสถานการณ์ที่ครูเสนอ เกี่ยวข้องกับเรื่องใดที่ได้เรียนไปแล้วและเรื่องใดที่นักเรียนยังไม่ทราบ โดยให้นักเรียนบันทึกลงในสมุด นักเรียนจะได้ระบุสิ่งที่นักเรียนสงสัย และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ต่อไป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเล่นเกมแข่งขันกัน โดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้ว หรือความรู้เดิมพื้นฐาน เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยการใช้บัตรคำ รูปภาพ เป็นสื่อการเรียนรู้ จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญในเรื่องที่ได้ทำกิจกรรมลงในสมุดบันทึกส่วนตัวพอสังเขป และครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง

3.2 ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใช้รูปภาพ สื่อวิดิโอ หรือการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ สังเกตเห็นในระดับมหภาค ใช้ภาพหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในระดับจุลภาค จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลที่ได้โดยครูใช้คำถาม จากนั้นนักเรียนสรุปความรู้เป็นของกลุ่มตนเอง

3.3 ขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นการนำความคิดไปใช้ โดยครูให้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำแนวความคิดที่ได้มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคู่แต่สามารถปรึกษากันภายในกลุ่มได้ ขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา นี้ให้นักเรียนบันทึกลงในแบบฝึกหัดที่ครูเตรียมไว้ให้ นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนระบุว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้างและโจทย์ต้องการอะไร

3.4 ขั้นการแปลงโจทย์ปัญหาและค้นหาคำตอบ ขั้นนี้นักเรียนจะได้นำสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องการทราบมาระบุเป็นตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดใหม่ จากนั้นครูให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นให้อยู่ในรูปของสมการ และวิเคราะห์หาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ โดยใช้วิธีการเทียบหน่วยด้วยแฟกเตอร์ ให้นักเรียนเริ่มดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความสัมพันธ์ที่ได้ระบุไว้

3.5 ขั้นทบทวนคำตอบ นักเรียนต้องแสดงการทบทวนคำตอบซึ่งอาจเป็นการใช้สูตรคำนวณ หรือการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ สรุปคำตอบที่ได้ และใส่เครื่องหมายถูกต้อง (/) หน้าข้อความที่เป็นจริง เช่น หน่วยของคำตอบตรงกับหน่วยที่โจทย์ต้องการ แสดงการทบทวนคำตอบ จากนั้นครูให้นักเรียนสลับกันตรวจคำตอบ ครูสอบถามนักเรียนที่สงสัยและเพิ่มเติมสาระสำคัญให้ และให้นักเรียนทบทวนความรู้และความเข้าใจตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด โดยครูให้นักเรียนตอบคำถามลงในสมุด โดยกำหนดหัวข้อดังนี้ วันนี้เรียนเรื่องอะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนวันนี้หรือความรู้ใหม่ที่ได้คืออะไรบ้างให้อธิบายมาพอสังเขป จากนั้นครูแจกแบบทดสอบย่อยหลังเรียนให้นักเรียนทำรายบุคคลโดยให้นักเรียนใช้กลวิธี STAR เข้ามาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนเดียวกับการทำแบบฝึกหัด

4. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรม ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 เกณฑ์ 70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้แก่ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้ ประเมินจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วน 60 : 40 ตามลำดับ หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

4.2 เกณฑ์ 70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถส่งผลให้เกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด คำนวณได้จากการรวมคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบหลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทุกแผนการจัดการเรียนรู้ หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาในวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 15 ข้อ

6. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการจัดการกับปัญหาโดยการแยกส่วนวิเคราะห์ข้อความในโจทย์ปัญหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ การคำนวณหาคำตอบเพื่อแก้โจทย์ปัญหาและสามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR 4 ขั้น ซึ่งวัดได้จาก แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ โดยลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อแบ่งออกเป็น 4 ด้านตามขั้นตอนของกลวิธี STAR ประกอบด้วย

ขั้นการศึกษาโจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาโจทย์และสามารถเข้าใจโจทย์ปัญหาโดยสามารถระบุข้อมูลสำคัญที่เป็นประโยชน์ และกำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นการแปลงโจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องนำข้อมูลที่โจทย์ให้มาการเขียนแสดงลำดับการหาคำตอบจนได้สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพ และเขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในแผนภาพให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ทางเคมี หรือแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางเคมีที่ใช้ในการโจทย์ปัญหา

ขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามที่ได้วางแผนภาพเอาไว้ และใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ขั้นการทบทวนคำตอบ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องทำการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ พร้อมกับสรุปคำตอบได้สอดคล้องตามที่โจทย์ต้องการให้หา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยในครั้งนี้ดังหัวข้อ ต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
    1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
    1.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
    2.2 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
    2.3 ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้
    2.4 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
    2.5 เทคนิการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเอง
3. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)
    3.1 ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
    3.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
    3.3 กลุ่มแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
    3.4 องค์ประกอบของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
    3.5 แนวการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
    3.6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
    3.7 บทบาทของครูในการจัดการเรียนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
    3.8 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
    3.9 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมเรียนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
4. กลวิธี STAR
    4.1 ความเป็นมาของกลวิธี STAR
    4.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR

4.3 การสอนการแก้โจทย์ปัญหาโดย STAR

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR

5.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.3 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียน

6. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

6.1 ความหมายของโจทย์ปัญหา

6.2 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

6.3 อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

6.4 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

6.5 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

7.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)

8.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

8.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

8.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

8.4 การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับ

ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล

1.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1.1.1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

1.1.1.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

1.1.1.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

1.1.1.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

1.1.1.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

1.1.1.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

1.1.1.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1.1.2.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

1.1.2.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

1.1.2.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.1.2.4 เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.1.3.1 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1) มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.1.3.2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

1) มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.1.3.3 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

1) มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2) มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.1.3.4 สาระที่ 4 เทคโนโลยี

1) มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

1.1.4 คุณภาพของนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.1.4.1 เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาดุลยภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

1.1.4.2 เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

1.1.4.3 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

1.1.4.4 เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่งผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

1.1.4.5 เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1.1.4.6 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

1.1.4.7 เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริออลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรและผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

1.1.4.8 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

1.1.4.9 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

1.1.4.10 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่าง

เหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

1.1.4.11 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

1.1.4.12 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

1.1.4.13 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.1.4.14 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.1.4.15 ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

1.1.4.16 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

1.1.4.17 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการ

ออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

1.1.4.18 ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กล่าวถึงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเพื่อพัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และสามารถนำเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์

โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ (2562) ได้กล่าวถึง หลักสูตรสถานศึกษาในรายละเอียดเกี่ยวกับวิสัยทัศน์ เป้าประสงค์ คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ว30222 เคมี 2 ดังนี้

1.2.1 วิสัยทัศน์

โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ เป็นโรงเรียนชั้นนำในการสร้างนักเรียนให้มีศักยภาพ โดยพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน การบริหารจัดการตามเกณฑ์มาตรฐาน โรงเรียนมาตรฐานสากล (World Class Standard School) บนพื้นฐานของความเป็นไทย ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ภายในปีการศึกษา 2564

1.2.2 เป้าประสงค์

1.2.2.1 โรงเรียนมีระบบการบริหารจัดการที่มีคุณภาพ ตามหลักธรรมาภิบาล

1.2.2.2 ครูและบุคลากรทางการศึกษา มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญตามมาตรฐาน มีความเป็นครูมืออาชีพ เป็นที่ยอมรับในชุมชน และสังคมในวงกว้าง

1.2.2.3 มีสื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัยเพียงพอต่อความต้องการของนักเรียนและชุมชน

1.2.2.4 นักเรียนมีคุณภาพ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถสื่อสารได้ 2 ภาษา มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นบุคคลที่มีสัมมาคารวะ อนุรักษ์วัฒนธรรมไทย มีคุณธรรมนำความรู้ ปฏิบัติตนตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สู่มาตรฐานสากล

1.2.2.5 มีภาคีเครือข่ายอุปถัมภ์ที่เข้มแข็ง ส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา

1.2.2.6 นักเรียนมีความสามารถด้านศิลปะ ดนตรี กีฬา ดารงชีวิตอย่างมีความสุข มีภูมิคุ้มกัน และมีทักษะการคิด ตามวิถีประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

1.2.2.7 โรงเรียนมีภูมิทัศน์ที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีจิตสานึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ตามโครงการอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืช งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

1.2.3 คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ว30222 เคมี 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต
ศึกษาความหมายและคำนวณมวลอะตอม มวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ โมล มวลต่อโมล มวลโมเลกุลและมวลสูตร ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ศึกษากฎสัดส่วนคงที่ คำนวณอัตราส่วนโดยมวล อัตราส่วนโดยโมล ร้อยละโดยมวล สูตรโมเลกุลของและสูตรเอมพิริคัล ศึกษาหน่วยความเข้มข้นและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล ศึกษาการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์และจากการเจือจางสารละลายเข้มข้น เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ศึกษาการเขียนและดุลสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยาเคมี แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีตามกฎทรงมวล ศึกษากฎการรวมปริมาตรแก๊สของเกย์-ลูสแซกและสมมติฐานของอาโวกาโดร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ความเข้มข้น และปริมาตรแก๊ส คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ปริมาณสารเมื่อมีสารกำหนดปริมาณ และผลได้ร้อยละ

โดยในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบเสาะข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้และนำความรู้ไปใช้วิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

1.2.4 ผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม ว30222 เคมี รวมทั้งหมด 14 ผลการเรียนรู้

1.2.4.1 บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร

1.2.4.2 อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่ง จากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP

1.2.4.3 คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วน คงที่

1.2.4.4 คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร

1.2.4.5 คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ในหน่วยต่าง ๆ

1.2.4.6 อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มี ความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตร สารล7ายตามที่กำหนด

1.2.4.7 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของ สารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

1.2.4.8 แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด

1.2.4.9 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร

1.2.4.10 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย

1.2.4.11 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

1.2.4.12 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี หลายขั้นตอน

1.2.4.13 ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณ สารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี

1.2.4.14 คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ ในปฏิกิริยาเคมี

จากการศึกษาหลักสูตรของสถานศึกษาโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ได้ระบุคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว30222 เคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีตามกฎทรงมวล ศึกษากฎการรวมปริมาตรแก๊สของเกย์-ลูสแซกและสมมติฐานของอาโวกาโดร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ความเข้มข้น และปริมาตรแก๊ส คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ปริมาณสารเมื่อมีสารกำหนดปริมาณ และผลได้ร้อยละ ซึ่งสอดคล้องกับผลมาตรฐานการเรียนรู้ ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนได้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบเสาะข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการคิดและแก้ปัญหา

2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน (2557) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และการเรียนรู้ของนักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

วราภรณ์ ศรีวิโรจน์ (2558) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่างๆ ของนักเรียนที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ผลการเรียนรู้หรือมาตรฐานตัวชี้วัด ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา

ณิรดา เวชญาลักษณ์ (2561) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนออกแบบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในบทเรียน สร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย และเน้นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้กิจกรรมร่วมกับกลุ่มนักเรียนด้วยกัน ส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา และทักษะกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการกล้าแสดงออก

สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ โดยกิจกรรมเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดพัฒนาการทางร่างกาย สังคม และสติปัญญา รวมทั้งทักษะกระบวนการคิด วิเคราะห์

2.2 ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้

สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน (2557) กล่าวถึง ความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อการเรียนรู้ไว้หลายประการดังนี้

1) กิจกรรมช่วยเร้าความสนใจของนักเรียน
2) กิจกรรมจะเปิดโอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จ
3) กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย
4) กิจกรรมช่วยปลูกฝังความรับผิดชอบ
5) กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังและส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
6) กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้มีการเคลื่อนไหว
7) กิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนได้รู้สึกสนุกสนาน
8) กิจกรรมช่วยให้เห็นความแตกต่างระหว่างบุคคล
9) กิจกรรมช่วยขยายความรู้และประสบการณ์ของนักเรียนให้กว้างขวาง
10) กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมความงอกงามและพัฒนาการของนักเรียน

11) กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมทักษะ

12) กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังเจตคติที่ดี

13) กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักทำงานเป็นหมู่

14) กิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียน

15) กิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนเกิดความซาบซึ้ง ความงามในเรื่องต่างๆ

วราภรณ์ ศรีวิโรจน์ (2558) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม จะมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างแท้จริง กิจกรรมการเรียนรู้ มีผลต่อนักเรียนดังนี้

1) กระตุ้นความสนใจ สนุกสนาน ตื่นตัวในการเรียน มีการเคลื่อนไหว

2) เปิดโอกาสให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

3) ปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย การใช้ทักษะชีวิต

4) ฝึกความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือเกื้อกูลตามศักยภาพ และคุณลักษณะที่ดี

5) ส่งเสริมทักษะกระบวนการต่างๆ เช่น การคิดสร้างสรรค์การสื่อสาร การแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่ม การบริหารจัดการ ฯลฯ

6) ฝึกการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ตลอดชีวิต

7) สร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับครูและบุคคลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

8) เข้าใจบทเรียนและส่งเสริมพัฒนาการนักเรียนในทุกๆด้าน

ณิรดา เวชญาลักษณ์ (2561) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนมีอิสระทางด้านความคิด กระตุ้นสมอง เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์อย่างมีเหตุผล นักเรียนได้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่มการสร้างความสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ ทำให้เกิดการสนใจในการเรียนมีความสนุกสนานในการเรียน

จากความสำคัญของกิจกรรมดังกล่าว สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้จะส่งเสริมและพัฒนานักเรียนในทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านความรู้ คุณธรรมและจริยธรรม อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการต่าง ๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ เป็นต้น กิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม มีการสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่น มีแรงจูงใจในการเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

2.3 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน (2557) กล่าวว่า หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรคำนึง ดังนี้

1) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร

2) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้

3) จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัย ความสามารถ และความสนใจของนักเรียน

4) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชา

5) จัดกิจกรรมให้น่าสนใจ ใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสม

6) จัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรม

7) จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิด

8) จัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย

9) จัดกิจกรรมโดยเน้นการเรียนอย่างมีความสุข

10) จัดกิจกรรมแล้วต้องสามารถประเมินผลได้

วราภรณ์ ศรีวิโรจน์ (2558) กล่าวถึงหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1) สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร จุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ ลักษณะเนื้อหาวิชา

2) เหมาะสมกับวัย ความสามารถ และความสนใจของนักเรียน

3) จัดเรียงเนื้อหาตามลำดับขั้นตอน

4) ใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสม

5) นักเรียนมีส่วนร่วมทำกิจกรรมและการประเมินผล

6) ส่งเสริมกระบวนการคิดและทักษะต่างๆ

7) ใช้เทคนิควิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย

8) มีการวัดและประเมินผลหลากหลายและเหมาะสมสอดคล้องกับกิจกรรม

9) นักเรียนมีความสุข มีเจตคติที่ดีและอยากเรียนรู้มากขึ้น

สรุป หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องสอดคล้องกับหลักสูตร จุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ มีลำดับขั้นตอน มีเทคนิคการเรียนรู้ที่หลากหลาย นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทักษะกระบวนการและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

2.4 เทคนิการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเอง

สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (ม.ป.ป.) ได้กล่าวถึงเทคนิคการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเอง ได้แก่ เทคนิคในการจัดประสบการณ์เพื่อนำเสนอข้อมูลใหม่ เทคนิคการใช้คำถามให้คิดหรือลงมือปฏิบัติเพื่อเชื่อมโยงความรู้ และเทคนิคการจัดระบบข้อมูลความรู้

1) เทคนิคการจัดประสบการณ์เพื่อนำเสนอข้อมูลใหม่ โดยต้องเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ท้าทายให้คิด ต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไป สำหรับนักเรียนที่จะทำความเข้าใจและเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิม ครูควรมีข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อจัดประสบการณ์อย่างเหมาะสม และในการ

จัดเตรียมประสบกาณ์ครูจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ให้รู้ว่า ข้อมูลส่วนใดเป็นจุดสำคัญที่นักเรียนต้องสังเกต เป็นจุดสำคัญที่จะทำให้เกิดความเข้าใจ แล้วจึงตั้งประเด็นคำถาม หรือคำสั่งให้นักเรียนหาคำตอบหรือปฏิบัติเพื่อให้ค้นพบคำตอบ ตัวอย่างเช่น การนำเสนอประสบการณ์ด้วยการใช้กรณีศึกษาโดยมีคำสั่งให้ปฏิบัติหรือคำถามที่ต้องค้นหาคำตอบไว้ล่วงหน้า ให้นักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนรู้ ข้อควรระวังคือครูควรคิดหาวิธีการที่หลากหลาย ไม่ซ้ำซากในการนำเสนอประสบการณ์เพื่อไม่ให้นักเรียนเบื่อหน่าย

2) เทคนิคการใช้คำถามหรือคำสั่งให้นักเรียนคิดหรือลงมือปฏิบัติเพื่อเชื่อมโยงความรู้ข้อมูลในสมอง ในส่วนของการใช้คำถาม ครูควรศึกษาและฝึกฝนทักษะการใช้คำถามเพื่อช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน และใช้เทคนิคที่สำคัญในขณะตั้งคำถาม เช่น การถามซ้ำให้นักเรียนหลายคนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามเดียวกัน ดังนั้นคำถามนั้นจึงควรมีคำตอบที่ถูกได้หลายคำตอบ การตอบคำถามของคนหลายคนจะทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มขึ้น การให้เวลานักเรียนคิดก่อนตอบเพื่อให้เวลานักเรียนได้รวบรวม เรียบเรียงคำตอบ โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 3-5 วินาที ในขณะที่นักเรียนตอบ ครูไม่ควรขัดจังหวะพูดขึ้นกลางคันทำให้นักเรียนพูดไม่จบ และเมื่อนักเรียนตอบคำถามเสร็จแล้วครูควรให้การเสริมแรงด้วยวิธีการที่เหมาะสม หรือให้ข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนรู้ผลคำตอบของตนเองทันที ครูควรใช้คำถามเป็นระยะ ๆ เพื่อช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความคิด ในส่วนของการใช้คำสั่ง ครูสามารถใช้คำสั่งกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดเพื่อนำทางให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ ครูควรศึกษาให้เข้าใจพฤติกรรมย่อยของทักษะการคิดแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้สร้างคำสั่ง นำทางให้คิด เช่น ครูต้องการฝึกทักษะการสังเกต ครูต้องเข้าใจก่อนว่า การสังเกตคือการทำอะไร ต้องให้ผู้เรียนทำพฤติกรรมใดจึงจะสังเกตได้ เมื่อพบว่าการสังเกต คือ พฤติกรรมการใช้ประสาททั้งห้าเพื่อรับรู้ข้อมูล ครูต้องการให้นักเรียนฝึกทักษะการสังเกต ก็ต้องสั่งให้นักเรียนใช้ประสาททั้งห้าในการรับรู้ข้อมูลแล้วบอกข้อมูลนั้นออกมา การออกแบบคำสั่งให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนคิดได้เร็วขึ้น และสามารถสร้างความรู้ได้เร็วขึ้นด้วย

3) เทคนิคการจัดระบบข้อมูลความรู้ในกิจกรรมการสร้างความรู้เมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่จะพยายามนำข้อมูลที่เป็นความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงเข้ากับโครงสร้างความรู้เดิมในกระบวนการทางสมอง ถ้าครูมีโอกาสตรวจสอบความถูกต้องของการเชื่อมโยงความคิดนี้ จะสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับกับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม แต่ไม่สามารถทำได้เพราะมองไม่เห็นดังนั้นจึงเกิดแนวคิดเกี่ยวกับการใช้แผนผังความคิดโดยให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่รู้และเข้าใจออกมาเป็นแผนผังแสดงให้เห็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ และอธิบายถึงความสัมพันธ์เหล่านั้นตามความเข้าใจเป็นข้อมูลที่ยืนยันความเข้าใจและสามารถตรวจสอบได้ การเขียนแผนผังความคิดจึงเป็นเทคนิคสำคัญอย่างยิ่งที่ครูควรศึกษาและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับนักเรียน

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม (2557) อธิบายว่า เทคนิคการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเอง คือ การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเป็นนักเรียนรู้ โดยพยายามจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างความรู้ ได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล สื่อ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และนักเรียนมีโอกาสนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น คำถามคือ ผู้สอนจะมีวิธีการหรือเทคนิคที่จะทำให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ ได้อย่างไร ผู้สอนทั่วไปยังเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเข้าใจว่า การให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองคือ การปล่อยให้นักเรียน เรียนรู้กันเองโดยที่ผู้สอนไม่ต้องมีบทบาทอะไร หรือใช้วิธีสั่งให้นักเรียนไปที่ห้องสมุด อ่านหนังสือกันเองแล้วเขียนรายงานมาส่งซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง แม้ว่าการให้การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ตัวนักเรียนเป็นลักษณะที่ถูกต้องของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ แต่การที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ขึ้นมาได้เองนั้นเป็นเรื่องยาก ผู้สอนจึงต้องมีหน้าที่เตรียมจัดสถานการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ นำทางไปสู่การเรียนรู้โดยไม่ใช้วิธีบอกความรู้โดยตรง หรือถ้าจะจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยใช้ห้องสมุดเป็นแหล่งข้อมูล ผู้สอนจะต้องสำรวจให้รู้ก่อนว่า ภายในห้องสมุดมีข้อมูลอะไรอยู่บ้าง อยู่ที่ใด จะค้นหาอย่างไร แล้วจึงวางแผนสั่งการ นักเรียนต้องรู้เป้าหมายของการค้นหาจากคำสั่งที่ผู้สอนให้ รวมถึงการแนะแนวทางที่จะทำงานให้สำเร็จ และในขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติผู้สอนควรสังเกตการณ์อยู่ด้วย เพื่ออำนวยความสะดวก นำข้อมูลนั้นมาปรับปรุง การจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป

จากการศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยครูเป็นผู้วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตัวเองด้วยการให้นักเรียนได้เผชิญหน้าและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน สื่อการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นและมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันกับนักเรียนคนอื่นและครู โดยครูควรมีเทคนิคจัดประสบการณ์และนำเสนอข้อมูลใหม่เพื่อให้นักเรียนเกิดเป้าหมายในการเรียนรู้ เทคนิคการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการคิดเชื่อมโยงความรู้ และเทคนิคการจัดระบบข้อมูลความรู้ให้นักเรียนได้จัดระบบโครงสร้างทางปัญญาระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่ได้รับ

3. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

3.1 ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

Von Glasersfeld (1991) กล่าวถึง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญาจิตวิทยาและการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมายและการควบคุมกระบวนการของการสื่อความหมายในตัวคน ทฤษฎีของความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ

1) ความรู้ไม่ได้เกิดขึ้นจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ

2) หน้าที่ของการรับรู้คือการปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง ซึ่งถ้านำหลักการทั้งสองนี้ไปใช้จะมีผลเกิดขึ้นตามมาแผ่กว้างไกล ในการศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาและการเรียนรู้ เช่นเดียวกันกับในการฝึกปฏิบัติการสอนในจิตวิทยาบำบัดในระหว่างการจัดการระหว่างบุคคล

Wheatley (1991) ให้ความหมายทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองว่ามีหลักการสำคัญ 2 ประการ คือ

1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้ แต่มนุษย์เป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง ดังนั้นการสร้างความหมายจากสิ่งที่รับรู้ของแต่ละคน จึงอาจแตกต่างกันได้

2) การรับรู้ คือ การปรับตัวและการใช้ประโยชน์จากการจัดระบบประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับดังนั้นมนุษย์สามารถเรียนสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์กับสิ่งเหล่านั้น

Bell (1993) มีทรรศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองว่าการเรียนรู้ไม่ใช่การเติมสมองที่ว่างเปล่าของนักเรียนให้เต็ม หรือไม่ใช่การได้มาซึ่งความคิดใหม่ ๆ ของนักเรียน แต่เป็นการพัฒนาหรือเปลี่ยนความคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียน การเรียนรู้เป็นการแปลงมโนมติที่เป็นการสร้างและการยอมรับความคิดใหม่ ๆ หรือเป็นการจัดโครงสร้างของความคิดที่มีอยู่แล้วใหม่ ซึ่งจะตระหนักว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความคิดมากกว่าดูดซึมความคิดใหม่ ๆ และนักเรียนเป็นผู้สร้างความสามารถจากประสบการณ์ด้วยตนเอง

Cobb (1994) กล่าวว่าการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ไม่หยุดนิ่งกับที่ ในการสร้าง การรวบรวม และการตกแต่งความรู้ นักเรียนมีโครงสร้างความรู้ที่ใช้ในการตีความหมายและทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ รอบตัวเขา โครงสร้างความรู้ของนักเรียนอาจแปลกและแตกต่างกันจากโครงสร้างความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ Cobb ยังกล่าวถึงทรรศนะเชิงวัฒนธรรมสังคมของการสร้างความรู้ด้วยตนเองว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมและเป็นการร่วมมือกันระหว่างผู้สอนและนักเรียน นอกจากนี้ผู้ใหญ่ที่อยู่รอบตัวนักเรียน ภาษาและวัฒนธรรมเป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

สุมาลี ชัยเจริญ (2548) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในของนักเรียน โดยมีนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา หรือโครงสร้างของความรู้ในสมอง โครงสร้างทางปัญญานี้จะประกอบด้วยความหมายสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ภาษาหรือเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือสิ่งที่แต่ละบุคคลมีประสบการณ์ หรือเหตุการณ์อาจเป็นความเข้าใจ หรือความรู้ของแต่ละบุคคล

ทิศนา แขมมณี (2554) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

นันท์นภัส นิยมทรัพย์ (2560) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อธิบายความหมายของการรู้และวิธีการที่บุคคลรู้ โดยอาศัยพื้นฐานทางด้านจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา โดยเชื่อว่าความรู้ไม่ได้ถูกค้นพบ แต่เป็นสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นมาผ่านทางการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ในบริบทของวัฒนธรรมเชิงสังคมโดยสื่อผ่านทางความรู้เดิม การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลซึ่งต้องใช้เวลา

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมเป็นพื้นฐานและเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ซึ่งพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญาหรือโครงสร้างความรู้ในสมองด้วยการแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้จากบริบทและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับนักเรียน

3.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3.2.1 แนวคิดทางการศึกษาของ Dewey

Dewey (1963) นักปรัชญาการศึกษากลุ่มปรัชญาพิพัฒนานิยม (Progressivism) ผู้ให้ความสนใจในการนำความคิดไปสู่การกระทำ มีความเชื่อว่าการดำรงชีวิตที่ดีต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการคิดที่ดีและการกระทำที่เหมาะสม Dewey เป็นผู้ริเริ่มแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ “Learning by doing ” Dewey มีความเชื่อว่ามนุษย์จะมีปัญหาอยู่ตลอดเวลา และปัญหาคือการเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่เป็นอยู่ทุกขณะ เมื่อมนุษย์ต้องพบปัญหาอยู่ตลอดเวลา การฝึกมนุษย์ให้แก้ปัญหาได้จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจะช่วยให้ขจัดปัญหาที่มาขัดขวางการดำเนินชีวิตได้ และชีวิตนั้นจะอยู่รอดต่อไป Dewey ได้

แบ่งประสบการณ์ของบุคคลออกเป็นสองประเภท คือ ประสบการณ์ปฐมภูมิ (Primary experience) และประสบการณ์ทุติยภูมิ (Secondary experience) ประสบการณ์ปฐมภูมิเป็นประสบการณ์ที่ยังไม่เป็นความรู้ หรือยังไม่ได้มีการคิดไตร่ตรองเป็นเพียงกระบวนการของการกระทำและกระบวนการเปลี่ยนแปลงระหว่างอินทรีย์กับสภาพแวดล้อม ส่วนประสบการณ์ทุติยภูมิ เป็นประสบการณ์ที่เป็นความรู้ คือ ได้ผ่านกระบวนการคิดไตร่ตรองมาแล้ว (reflection) ประสบการณ์ปฐมภูมิจะเป็นเนื้อหาของประสบการณ์ทุติยภูมิ และเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดไตร่ตรอง Dewey มีความเห็นว่าการศึกษาที่ถูกต้องไม่ได้ขึ้นอยู่กับการศึกษาแบบเก่าหรือแบบจารีต (Traditional) หรือแบบอนุรักษ์ (Conservative) กับการศึกษาแบบใหม่หรือแบบก้าวหน้า (Progressive) เพียงระบบใดระบบหนึ่ง การจัดการศึกตามแนวปรัชญาของ Dewey จะเน้นที่ประสบการณ์ทั้งหลายที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เน้นให้นักเรียนเรียนรู้สถานการณ์จริง และการศึกษาตามแนวคิดของ Dewey คือความเจริญงอกงามทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา และคุณธรรม ดังนั้นกระบวนการสร้างสรรค์ประสบการณ์ใหม่ที่ต่อเนื่องกับประสบการณ์เก่าไปเรื่อย ๆ ต้องส่งเสริมให้เกิดประสบการณ์ใหม่เพื่อเป็นวิถีนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในปัจจุบันและอนาคตได้ การจัดการศึกษาตามแนวคิดของ Dewey จึงมี 3 องค์ประกอบที่สำคัญคือ

1) องค์ประกอบที่ 1 หลักสูตรซึ่งเป็นหลักสูตรที่ยึดประสบการณ์เป็นศูนย์กลาง เนื้อหาของหลักสูตรมีลักษณะบูรณาการมีทั้งส่วนที่ให้แนวคิดและที่เป็นทักษะกระบวนการ

2) องค์ประกอบที่ 2 ครูจะมีหน้าที่วางแผนการสอนโดยพิจารณาจากพัฒนาการ ความสนใจ ความต้องการของนักเรียน ตลอดจนการเตรียมสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้

3) องค์ประกอบที่ 3 เด็กมีหน้าที่ทำความเข้าใจว่าตนเองมีความสนใจและมีปัญหาอะไร ร่วมกับครูในการวางแผนการเรียนรู้

การจัดกระบวนการเรียนรู้ ตามแนวปรัชญาของ Dewey คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (Learner Center) เน้นการปฏิบัติจริงซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่มปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือกระทำด้วยทักษะกระบวนการต่าง ๆ ฝึกแก้ปัญหาด้วยตัวเองและฝึกการเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติตามแนวประชาธิปไตย กระบวนการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นโดยนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

3.2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

นุชลี อุปภัย (2555) กล่าวว่า Piaget เชื่อว่าพัฒนาการด้านความคิด คือ การที่บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงความคิดที่ดีขึ้นตามลำดับขั้นและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โดยจะต้องมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมจึงจะเกิดการพัฒนา ดังนั้นพัฒนาการด้านความคิดของมนุษย์จะเกิดขึ้น

ไม่ได้ถ้ามีบุคคลหรือสิ่งแวดล้อมอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว (Sprinthall and Sprinthall, 1990) เมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมจะเกิดแนวโน้มตามธรรมชาติซึ่งเป็นแนวโน้มที่เกิดกับสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย นั่นคือ การจัดระบบ (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) และแนวโน้มดังกล่าวก็นำไปพัฒนาการทางความคิดซึ่งอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1) การจัดระบบ (Organization) มนุษย์มีแนวโน้มตามธรรมชาติที่จะจัดพฤติกรรมและความคิดให้เป็นระบบ มีความต่อเนื่อง เชื่อมโยง เป็นกลุ่มเป็นพวก เกิดเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาที่จะใช้ในการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับข้อมูลใหม่หรือเหตุการณ์ใหม่ ๆ ที่แวดล้อมแล้วสร้างเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาใหม่ที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งโครงสร้างความสติปัญญาใหม่นี้ก็จะถูกนำไปใช้ในการทำความเข้าใจและเรียนรู้ข้อมูลใหม่ ๆ ต่อไปอีก เกิดเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาใหม่ที่พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง Piaget ให้ชื่อโครงสร้างทางสติปัญญานี้ว่า สกีมา (Schema) สกีมาจึงเป็นโครงสร้างของพฤติกรรมและความคิดต่าง ๆ ที่มีการจัดระบบเป็นอย่างดี โดยบางสกีมาอาจมีขนาดเล็กและมีลักษณะง่าย ๆ ในขณะที่บางสกีมามีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อน เมื่อสกีมาใหม่ ๆ ได้รับการพัฒนาขึ้นพฤติกรรมการตอบสนองของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมก็จะได้รับการปรุงแต่งให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) การปรับตัว (Adaptation) นอกจากแนวโน้มของการจัดระบบแล้วมนุษย์ยังมีแนวโน้มตามธรรมชาติที่จะปรับตัวอยู่กับสิ่งแวดล้อม กระบวนการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวได้แก่ การดูดซับ (Assimilation) และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Accommodation)

2.1) กระบวนการดูดซึม (Assimilation) กระบวนการนี้เป็นการปรับตัวที่ใช้โครงสร้างทางสติปัญญาเดิมที่มีอยู่แล้วทำความเข้าใจหรือเรียนรู้ข้อมูลใหม่หรือเหตุการณ์ใหม่ที่ประสบ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นการพยายามทำความเข้าใจสิ่งใหม่ โดยการปรับสิ่งใหม่ให้เหมาะที่จะเข้าไปอยู่ในระบบโครงสร้างทางสติปัญญาเดิมที่มีอยู่

2.2) การปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการปรับตัวกับประสบการณ์ใหม่ ข้อมูลใหม่หรือเหตุการณ์ใหม่ โดยการปรับระบบโครงสร้างทางสติปัญญาเดิมที่มีอยู่เพื่อให้สามารถเรียนรู้หรือทำความเข้าใจกับข้อมูลใหม่ เหตุการณ์ใหม่ หรือประสบการณ์ใหม่ที่กำลังประสบอยู่ได้ ตัวอย่างเช่น (Borich and Tombari, 1995) เด็กคนหนึ่งมีโครงสร้างทางสติปัญญาเกี่ยวกับสัญลักษณ์ของ “รถบรรทุก” ว่าต้องมีขนาดใหญ่ มีหลายล้อและเคลื่อนที่ได้ ต่อมาเมื่อเห็นรถบรรทุกเล็ก (รถกระบะ) เด็ก เรียกรถบรรทุกเล็กนั้นว่า รถบรรทุก ซึ่งพ่อของเด็กก็สนับสนุนว่า “ใช่แล้ว นั่นรถบรรทุก” กรณีนี้จะเห็นได้ว่าเด็กเกิดความเข้าใจและเรียนรู้สิ่งใหม่โดยใช้กระบวนการการดูดซับด้วยการจัดรถบรรทุกเล็กให้เข้าไปอยู่ในระบบโครงสร้างสติปัญญาเกี่ยวกับ “รถบรรทุก” เดิมที่มีอยู่ได้ในทันที อย่างไรก็ตาม ในวันต่อมา เมื่อเด็กเห็นรถไฟ และเรียกรถไฟนั้นว่า รถบรรทุก เด็กอาจถูกปฏิเสธจากพ่อว่า นั่นไม่ใช่รถบรรทุกแต่เป็นรถไฟ ซึ่งเด็กจะเกิด

สภาวะการขาดสมดุลทางความคิด (Disequilibration) เนื่องจากไม่สามารถใช้ระบบโครงสร้างความคิดเดิมที่มีอยู่ซึมซับสิ่งใหม่ได้ ในขณะเดียวกันเป็นธรรมชาติของมนุษย์ ที่จะต้องทำให้ความคิดกลับคืนสู่สภาวะสมดุล (Equilibration) เด็กจึงจำเป็นต้องสร้างระบบโครงสร้าง ความคิดเกี่ยวกับ “รถไฟ” ขึ้นมาใหม่ เพื่อจะได้สามารถทำความเข้าใจหรือเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ (รถไฟ) นั้นได้ หรือเด็กอาจต้องปรับระบบโครงสร้างทางความคิดเกี่ยวกับ “รถบรรทุก” ใหม่ โดยการขยายขอบเขตหรือจัดระบบโครงสร้างทางสติปัญญาเกี่ยวกับ “รถบรรทุก” ให้มีความซับซ้อนขึ้น เพื่อจะได้สามารถรวมสิ่งใหม่ (รถไฟ) เข้าไปอยู่ในโครงสร้างนั้นได้ ดังนั้นเมื่อเด็กพบประสบการณ์ใหม่และไม่สามารถใช้โครงสร้างทางสติปัญญาเดิมที่มีอยู่ดูดซับสิ่งใหม่นั้นได้ เด็กจะต้องใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญาใหม่ขึ้น เพื่อรักษาธรรมชาติของความสมดุลทางความคิดไว้ให้ได้ จะเห็นได้ว่าเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ก็ต้องพบกับข้อมูลใหม่ ๆ หรือประสบการณ์ใหม่ ๆ ตลอดเวลา และเมื่อบุคคลพบกับสิ่งใหม่ ๆ ก็เป็นธรรมชาติที่ต้องมีการปรับตัวและจัดระบบทางสติปัญญา เพื่อรักษาสภาวะสมดุลภายในความคิดของตนเองให้สามารถดำรงอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นได้อย่างราบรื่นต่อไป ความสัมพันธ์เชื่อมโยงดังกล่าวนี้เองทำให้บุคคลเกิดการพัฒนาทางความคิดขึ้นตามลำดับ

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542) อธิบายถึงแนวคิดของ Piaget ดังนี้ Piaget เชื่อว่าเด็กทุกคนที่เกิดมามีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์นี้ทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา Piaget แบ่งองค์ประกอบที่มีส่วนเสริมสร้างพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1) วุฒิภาวะ เป็นสภาพร่างกายที่มีความพร้อมต่อพัฒนาการทางสติปัญญา ดังนั้นครูควรจัดประสบการณ์หรือสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน

2) ประสบการณ์ ทุกครั้งที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม จะเกิดประสบการณ์แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.1) ประสบการณ์ที่เนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

2.2) ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์

3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคมศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลรอบข้างถ่ายทอดความรู้แก่เด็ก โดยผ่านกระบวนการดูดซึมประสบการณ์และกระบวนปรับโครงสร้างทางสติปัญญา

4) กระบวนการพัฒนาความสมดุล หรือการควบคุมพฤติกรรมของตนเอง (Self-regulation) ซึ่งอยู่ในตัวของแต่ละบุคคล เพื่อจะปรับความสมดุลของพัฒนาการเชาว์ปัญญาขึ้นต่อไปอีกขั้นหนึ่งที่สูงกว่า โดยใช้กระบวนการดูดซึมประสบการณ์และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญาขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา

ประสาร ศรีพงษ์เพลิด (2558) ได้อธิบายถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ว่า Piaget มีความคิดว่า โครงสร้างความรู้ความคิดจะพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามขั้นพัฒนาการทางปัญญา Piaget ได้แบ่งพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ ดังนี้

1) ขั้นการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุประมาณ 2 ปี เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและกระทำเท่านั้น พฤติกรรมของเด็กจะอยู่ในรูปปฏิกิริยาสะท้อน (Reflex) เป็นส่วนใหญ่ เช่น การกำมือ ดีดเท้า หรือการดูด เด็กจะกระทำพฤษติกรรมซ้ำ ๆ ซึ่งเป็นการกระทำของขบวนการปรับเข้าสู่โครงสร้างและปรับขยายโครงสร้าง และสร้างสมโครงสร้างทางปัญญาเพิ่มมากขึ้น

2) ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (Preoperational Stage) ขั้นนี้อายุระหว่าง 2-7 ปี ลักษณะสำคัญของเด็กในชั้นนี้คือ สามารถเลียนแบบ เล่นสมมุติ วาดรูป มีจินตภาพ เริ่มใช้คำพูดแทนสิ่งต่าง ๆ เริ่มแรกเด็กจะพูดประโยคที่เป็นคำ ๆ เดียว ต่อมาเมื่ออายุ 4 ปี เด็กจะพูดได้มากขึ้น สามารถเข้าใจภาษาที่ผู้อื่นพูด ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง การรับรู้มุ่งสู่ศุนย์กลาง การใส่ใจเฉพาะสภาวะที่ปรากฏแต่ไม่สามารถใส่ใจกระบวนการแปลสภาพการคิดย้อนกลับได้

3) ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ขั้นนี้อายุระหว่าง 7-11 ปี กำลังเรียนอยู่ในระดับประถมศึกษา เด็กในขั้นนี้จะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลและผลตามหลักตรรกศาสตร์ สามารถคิดย้อนกลับได้ สามารถเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์ สามารถจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่และสามารถเปรียบเทียบลำดับสิ่งของได้

4) ขั้นปฏิบัติการคิดเป็นนามธรรม (Formal Operational Stage) ในขั้นนี้อายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไปเด็กมีความสามรถคิดแก้ปัญหา หรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลได้ถึงแม้ว่าข้อมูลที่มีอยู่จะไม่ครบ สามารถคิดความเป็นได้ของเหตุการณ์ต่าง หรือสามารถตั้งสมมุติฐานและสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

Mclnerney and Mclnerne (1998) อธิบายถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ครูจะต้องใช้การสื่อสารกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ควรกระตุ้นให้นักเรียนมีการวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) รู้จักที่จะพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จัดหาอุปกรณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้การเข้าใจมีความชัดเจน เป็นการช่วยให้เด็กเกิดการถ่ายโยงจากกิจกรรมที่อยู่ในชั้นของการกระทำไปสู่กิจกรรมที่เป็นการปฏิบัติการทางสมอง

2) การสื่อสารของครูไม่ควรใช้วิธีการบอกโดยตรงแต่ควรฝึกให้เด็กเป็นคนช่างสังเกต เป็นการเริ่มสอนรายละเอียดปลีกย่อย (Specific) ไปสู่กฎเกณฑ์ใหญ่ (General) หรือโดยวิธีอุปนัย (Inductive from Observation) คือเริ่มจากให้นักเรียนสังเกตสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ติดต่อกัน

ไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดนักเรียนจะสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ และสรุปเป็นกฎขึ้นมาได้ เป็นวิธีการสื่อสารที่กระตุ้นให้เด็กเกิดการเรียนรู้กับสิ่งที่เป็นจริงมากกว่าสิ่งที่ควรจะเป็นไปได้ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลมากกว่าเป็นการตั้งสมมติฐาน โดยวิธีการนี้เด็กจะเกิดความเข้าใจและจดจำเนื้อหาสาระได้ดีกว่าที่ครูจะเป็นผู้บรรยายแต่ฝ่ายเดียว

3) ในกรณีที่ครูจำเป็นต้องใช้วิธีสอนแบบบรรยาย ครูต้องตระหนักว่าการบรรยายนั้นไม่ใช่การบรรยายโดยละเอียดแล้วตั้งคำถามเด็ก แต่ควรเน้นการอธิบายเพียงบางสิ่ง (Informal Lecture) และเปิดโอกาสให้เด็กได้ซักถามและแสดงความคิดเห็นให้มาก ทั้งนี้เพราะเด็กในวัยนี้แม้จะคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้แล้วก็มิใช่ว่าจะรับรู้สิ่งที่ครูสอนให้ทั้งหมดเสมอไป ดังนั้นวิธีการสื่อสารที่เหมาะสมระหว่างครูและนักเรียนจะช่วยให้เด็กคิดได้ด้วยตัวเอง

3.2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ทางสังคมของ Vegotsky

ทฤษฎีการสร้างความรู้ทางสังคมของ Vegotsky มีรายละเอียดได้ดังนี้ Vegotsky (1978) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ให้ความสำคัญของประวัติศาสตร์สังคม โดยมีสมมติฐานว่าทั้งมนุษย์และสัตว์มีกระบวนการสืบทอดทางชีววิทยา (Biological heritage) เป็นตัวกำหนดพัฒนาการพื้นฐานทางสมองประกอบด้วย การรับรู้ (Perception) การจำอย่างง่าย (Simple memory) และความสนใจโดยธรรมชาติ (Involuntary attention) ต่อมาเมื่อมนุษย์รู้จักพัฒนาเครื่องมือขึ้นใช้ รู้จักประดิษฐ์สัญลักษณ์ขึ้นใช้ในการสื่อสาร รู้จักสร้างและใช้สิ่งเร้าในฐานะที่เป็นเครื่องช่วยการจำและการคิด สิ่งเหล่านี้ก็มีการถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งเรียกว่า กระบวนการสืบทอดประวัติศาสตร์สังคม (Sociohistorical heritage) ซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะกับสังคมมนุษย์ มนุษย์จึงมีพฤติกรรมที่ต่างจากสัตว์โลกชนิดอื่น เนื่องจากการสืบทอดทางภาษาและระบบสัญลักษณ์ส่งผลให้ระบบการทำงานของมนุษย์พัฒนาจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงหรือซับซ้อนยิ่งขึ้น อันประกอบด้วยการรับรู้ที่จัดเป็นกลุ่ม (categorical perception) การจำเชิงเหตุผล (logical memory) การคิดเชิงนามธรรมหรือเชิงมโนมติ (abstract or concept thought) การเลือกเฟ้นอย่างรอบคอบ (selective attention) และการรู้คิด กล่าวคือ การทำงานที่ซับซ้อนทางสมองถูกพัฒนาขึ้นโดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและการใช้ระบบสัญลักษณ์ควบคุมและกำกับ

จากสมมติฐานที่กล่าวมา จึงสรุปได้ว่าพัฒนาการที่ซับซ้อนทางสมองเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่เชื่อมโยงกัน 2 ประการ คือ กระบวนการเรียนรู้ทางภาษาและระบบสัญลักษณ์ และกระบวนการเรียนรู้ที่จะใช้ภาษาและระบบสัญลักษณ์กำกับและควบคุมการคิดของมนุษย์ โดยมีหลักการ 2 ข้อ เป็นตัวอธิบายการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่ซับซ้อน คือ

หลักการข้อที่ 1 เรียกว่า กฎทั่วไปของพัฒนาการทางพันธุกรรม (The General Low of Genetic Development) กล่าวว่า การทำงานที่ซับซ้อนทางสมองทั้งหมดมีจุดกำเนิดจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างบุคคลกับบุคคลที่เรียกว่า จิตวิทยาระหว่างบุคคล (inter-psychological)

จากนั้นบุคคลจะค่อย ๆ ได้มาซึ่งความหมายและกลายเป็นสิ่งที่อยู่ภายในตัวบุคคล เรียกว่า จิตวิทยาภายในตนเอง (intra-psychological) นั่นคือ ความสัมพันธ์ที่มีในสมองของบุคคลครั้งหนึ่งเคยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลมาก่อน เช่น ภาษาพูดเริ่มต้นเพื่อใช้สื่อสารกับบุคคลอื่น จากนั้นจึงค่อยเปลี่ยนเป็นภาษาพูดภายใน (inner speech) ซึ่งเป็นความหมายของการคิด

หลักการข้อที่ 2 เรียกว่า กระบวนการสร้างความหมาย (The Processes of Signification) กล่าวว่ามนุษย์ใช้ภาษาในการจัดระบบการรับรู้ สร้างนัยทั่วไปและสิ่งที่เป็นนามธรรมขึ้น โดยการจัดกระทำกับสัญลักษณ์ ความจำอย่างง่ายกลายเป็นความจำเชิงเหตุผลที่เป็นระบบ และเมื่อมีพัฒนาการสูงสุด มนุษย์จะสามารถควบคุมการจำและความสนใจโดยใช้สิ่งเร้าที่กำหนดขึ้นเอง เช่น ความสามารถจดจำคำต่าง ๆ ได้จากการนำคำเหล่านั้นมาแต่งเป็นประโยชน์หรือเรื่องราว นอกจากนี้พัฒนาการของกระบวนการทางสมองระดับสูงยังขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ที่จะใช้สิ่งเร้าและสัญลักษณ์ช่วยควบคุมการดำเนินการภายในของสมองที่ซับซ้อน การรวมกันระหว่างภาษากับการทำกิจกรรมจะสร้างพัฒนาการทางสติปัญญาที่เป็นนามธรรมขึ้น Vegotsky ได้ศึกษาพบว่า ขณะที่เด็กพยายามแก้ปัญหาที่ซับซ้อน จะมีการวิจารณ์แสดงความคิดเห็นในการกระทำของตนเอง มีการพูดชี้นำการกระทำ พฤติกรรมนี้จะปรากฏมากขึ้นเมื่อเป็นการทำงานเชิงวิชาการที่ต้องใช้สมอง และปรากฏมากที่สุดขณะที่เด็กทำงานโดยไม่มีผู้ใหญ่อยู่ด้วย นอกจากหลักการทั้ง 2 ข้อแล้ว การศึกษาของ Vegotsky ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้และพัฒนาการที่เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal Development) ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างระดับพัฒนาการ 2 ระดับ คือ ระดับพัฒนาการที่เป็นจริง (Actual Development Level) ดูได้จากการแก้ปัญหาด้วยตนเองของนักเรียนตามระดับศักยภาพของสติปัญญา และระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ (Potential Development Level) ซึ่งดูได้จากความสามารถที่เกิดขึ้นเหนือระดับสติปัญญา เมื่อเด็กได้รับการแนะนำจากผู้ใหญ่หรือเพื่อนร่วมงาน

Vegotsky (1978) อธิบายว่าพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal Development) เป็นการทำหน้าที่หรือทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งที่บุคคลยังไม่มีความสามารถทำได้ในขณะนั้น แต่อยู่ในกระบวนการที่จะทำให้บุคคลมีความพร้อมสามารถทำหน้าที่ หรือทำงานได้อย่างสมบูรณ์ในอนาคต เป็นกระบวนการที่ยังอยู่ในระหว่างการเริ่มต้น (Embryonic Stage) ซึ่ง Vegotsky เปรียบเทียบว่าเป็น “ดอกตูม” (Buds) หรือดอกไม้ของการพัฒนาการ มากกว่าที่จะเป็นผลของการพัฒนาการ พื้นที่รอยต่อพัฒนาการนี้เป็นบริเวณที่เด็กกำลังจะเข้าใจบางสิ่งบางอย่าง และเด็กจะมีความพร้อมที่จะแก้ปัญหาที่เกินกว่าระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของเขา หากได้รับการแนะนำกระตุ้นหรือชักจูงโดยใครบางคนที่มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่ดีกว่าซึ่งอาจจะเป็นเพื่อน ครู พ่อแม่ ทฤษฎีของ Vegotsky ให้ความสำคัญของวัฒนธรรมทางสังคมและภาษา ซึ่งเชื่อว่าวัฒนธรรมทางสังคมและภาษาจะช่วยให้เด็กเรียนรู้เรื่องที่ยาก ๆ ได้ง่ายและเร็ว เช่น เด็กที่มีครูหรือพ่อแม่อยู่ใกล้ชิด

คอยช่วยเหลือเขาเวลาเขามีปัญหา หรือการคิดเรื่องที่ยาก ๆ คิดไม่ได้ การได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่า จะทำให้เด็กเรียนรู้ได้ดีและเร็ว ซึ่งระยะเวลาของความสัมพันธ์ใกล้ชิดที่ส่งผลต่อพัฒนาการของแต่ละคนแตกต่างกัน ระบบทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของเด็ก ความคิดให้เด็กต้องค่อยเป็นค่อยไป Vegotsky กล่าวว่า การพัฒนาเด็กให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ Vegotsky แนะนำว่าการเรียนรู้แบบเป็นทางการและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมีความต่อเนื่องและอาศัยกันและกัน จากการสนับสนุนของครู เพื่อน โดยให้มีปฏิสัมพันธ์ต่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสบการณ์การแก้ปัญหาและการพึ่งพากันและกัน ดังนั้นครูควรตระหนักถึงการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้เกิดการช่วยเหลือ และส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่น

นันท์นภัส นิยมทรัพย์ (2560) อธิบายไว้ว่าทฤษฎีการสร้างความรู้ทางสังคมของ Vegotsky เกี่ยวข้องกับการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทั้งครอบครัว โรงเรียน และสังคมที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมจะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดกระบวนการทางสติปัญญา เนื่องจากจะทำให้บุคคลได้พบประสบการณ์ใหม่ที่เป็นตัวเร้า สภาพแวดล้อม ความคิด คำถามของบุคคลอื่นที่มีความแตกต่างกันไปจะช่วยให้บุคคลได้รับประสบการณ์ใหม่ที่ชวนให้เกิดความสงสัย เกิดการซึมซับ เกิดภาวะไม่สมดุล เกิดความขัดแย้งทางปัญญา เกิดแรงขับให้แสวงหาคำตอบจนนำไปสู่การปรับโครงสร้างและภาวะสมดุลทางปัญญาในที่สุด

จากแนวคิดทฤษฎีพื้นฐานจึงพอสรุปสาระสำคัญได้ว่า การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม บุคคล และเหตุการณ์ต่าง ๆ และสังคมที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วม ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดกระบวนการทางสติปัญญา โดยเมื่อนักเรียนได้พบกับเหตุการณ์ หรือประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่ทำให้เกิดข้อสงสัยอยากรู้ จะเกิดการคิดเชื่อมโยงเหตุการณ์หรือประสบการณ์นั้นกับความรู้เดิม เมื่อเกิดข้อขัดแย้งขึ้นระหว่างความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ กระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการของตน จนสามารถสร้างสรรค์เป็นความรู้และประสบการณ์ใหม่เป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาและความสมดุลทางความคิด และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

3.3 กลุ่มแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Theory)

สุมาลี ชัยเจริญ (2554) กล่าวถึง กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มาจากแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญซึ่งปรากฏจากรายงานของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิส และ Lev Vygotsky ชาวรัสเซีย ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) ทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงสังคม (Social Constructivism) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้นิยมเชิงปัญญา (Cognitive Constructivist)กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้นิยมเชิงปัญญา มีรากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีมาจากความพยายามที่จะ

เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ด้วยกระบวนการที่พิสูจน์อย่างมีเหตุผลเป็นความรู้ที่เกิดจากการไตร่ตรอง ซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยม ประกอบกับรากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นฐานแนวคิดนี้ นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิส คือ Jean Piaget ทฤษฎีของ Piaget จะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ช่วงอายุ (Ages) และ ลำดับขั้น (Stages) ซึ่งทั้งสององค์ประกอบนี้จะทำนายว่า เด็กจะสามารถหรือไม่สามารถเข้าใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดเมื่อมีอายุแตกต่างกัน และทฤษฎีเกี่ยวกับด้านพัฒนาการที่จะอธิบายว่า นักเรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด ทฤษฎีพัฒนาการที่จะเน้นจุดดังกล่าว เพราะว่าเป็นพื้นฐานหลักสำหรับวิธีการทาง Cognitive Constructivism ทางด้านการเรียนการสอนนั้นมี แนวคิดว่ามนุษย์เราต้อง “สร้าง” (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้นักเรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สกีมา (Schemas) เมนทอลโมเดล (Mental Model) ในสมอง สกีมาเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Chang) ขยาย (Enlarge) และซับซ้อนขึ้นได้โดยผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) สิ่งสำคัญที่สามารถสรุปอ้างอิงทฤษฎีของ Piaget ก็คือบทบาทของครูในห้องเรียนตามแนวคิด Piaget บทบาทที่สำคัญคือ การจัดเตรียมสิ่งแวดล้อมที่ให้นักเรียนได้สำรวจ ค้นหาตามธรรมชาติห้องเรียนควรเติมสิ่งที่น่าสนใจที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างตื่นตัว โดยการขยายสกีมาผ่านทางประสบการณ์ด้วยวิธีการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) ซึ่งเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) ระหว่างอินทรีย์และสิ่งแวดล้อม

2) กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social Constructivism) กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้เชิงสังคม เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก Vygotsky ได้เน้นเกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ทางสังคม (Social Context Learning) ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญที่ว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” รวมทั้งแนวคิด เกี่ยวกับ Zone of Proximal Development ถ้านักเรียนอยู่ต่ำกว่า Zone of Proximal Development ก็จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่เรียกว่า Scaffolding Vygotsky เชื่อว่านักเรียนสร้างความรู้โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็ก ผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครู และเพื่อน ในขณะที่เด็กอยู่ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม (Social Cultural Context) จากแนวคิดข้างต้น พบว่าหลักการของ Social Constructivism เน้นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยจัดให้นักเรียนได้รับคำชี้แนะและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา นอกจากนี้การทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความรู้ ความชำนาญเกี่ยวกับเรื่องนั้นจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเอง นักการศึกษาจึงได้นำฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding) ซึ่งมาจากแนวคิดที่เกี่ยวกับช่วงของพัฒนาการที่เรียกว่า Zone of Proximal Development ถ้านักเรียนต่ำกว่า Zone of Proximal Development จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้และการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน

แก้ปัญหา (Collaborative Learning) ซึ่งมาจากแนวคิดที่เกี่ยวกับบริบททางภาษา สังคมและวัฒนธรรมช่วยส่งเสริมการสร้างความรู้แก่นักเรียน กลยุทธ์ทางการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Social Constructivism ไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมเหมือนกันทุกอย่าง แต่จะมีหลักการอยู่ 4 ประการ ดังนี้

2.1) การเรียนรู้และพัฒนา คือ ด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือกัน

2.2) ช่วงของการพัฒนาหรือ Zone of Proximal Development จะต้องตอบสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตรและแผนการเรียนรู้ที่จัดทำไว้

2.3) การเรียนรู้ภายในโรงเรียนของนักเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและความรู้ที่นักเรียนเรียนนั้นควรมาจากบริบทในสภาพจริง

2.4) ควรนำประสบการณ์ของนักเรียนจากภายนอกโรงเรียนมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เรียนรู้ในโรงเรียน

จากการศึกษาพบว่า ทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงปัญญา และทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงสังคมมีความแตกต่างกัน คือ Piaget อธิบายถึงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในตัวของบุคคล นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ที่พบเห็นและโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญา ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล ส่วน Vygotsky เชื่อว่านักเรียนสร้างความรู้โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น การช่วยเหลือด้วยการชี้แนะและการทำงานร่วมกับผู้อื่นจะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้

3.4 องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทิศนา แขมมณี (2542) กล่าวว่า การเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน คือ จุดมุ่งหมายหรือความต้องการของนักเรียน ความรู้เดิมหรือสิ่งที่มีอยู่เดิมของนักเรียน สาระหรือสิ่งใหม่ที่จะเรียน

โครงสร้างทางสติปัญญาของนักเรียน ประกอบไปด้วยโครงสร้างความรู้ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยน และขยายออกไปได้ โดยอาศัยองค์ประกอบอย่างน้อย 3 ประการคือ

1) ความรู้เดิม หรือโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่

2) ความรู้ใหม่ ได้แก่ ข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้ ความรู้สึก ประสบการณ์ใหม่ ที่บุคคลรับเข้าไป

3) กระบวนการทางสติปัญญา หรือทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำความเข้าใจ ความรู้ที่รับมา และใช้ในการเชื่อมโยง และปรับความรู้เดิมและความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน

จากแนวคิดดังกล่าว การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีโอกาสได้รับข้อมูลประสบการณ์ใหม่ ๆ เข้ามา และมีโอกาสได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญาของตน ในการคิดกลั่นกรองข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล ความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความหมายข้อมูลความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสรรค์สร้างความรู้นี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อ

ตนเอง อันจะส่งผลถึงความเข้าใจ และการคงความรู้นั้น (retention) ดังนั้น การให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ (constructivism) จึงเป็นแนวคิดที่สามารถนำมาใช้เสริมในการเรียนการสอนในลักษณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางสติปัญญา คือ ได้คิด ได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสำคัญดังนี้

1) ให้นักเรียนได้รับหรือแสวงหาข้อมูล ประสบการณ์ด้วยตนเอง

2) ให้นักเรียนได้ศึกษา คิดวิเคราะห์ และสร้างความหมายข้อมูล หรือประสบการณ์ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ

3) ให้นักเรียนได้จัดระเบียบความรู้ ข้อมูลหรือจัดโครงสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการดังกล่าว หากเป็นไปด้วยการริเริ่มของนักเรียนเอง กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มการแสวงหา ศึกษา วิเคราะห์ สร้างความหมาย และจัดระเบียบความรู้ด้วยตนเอง การสรรค์สร้างความรู้นั้นก็จะยิ่งมีความหมายต่อนักเรียนมากขึ้น

ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวถึงองค์ประกอบของการสร้างความรู้ไว้ว่ามีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ โครงสร้างทางปัญญา (schema) หรือความรู้เดิม กระบวนการทางปัญญา (cognitive process) และข้อมูลใหม่ หรือประสบการใหม่

1) องค์ประกอบที่ 1 โครงสร้างทางปัญญา (schema) หรือความรู้เดิม โครงสร้างทางปัญญาเป็นที่เก็บข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงกัน เกิดจากการนำข้อมูลที่มีจำนวนมากมาจัดใหม่ให้เป็นระบบที่ความหมาย โครงสร้างทางปัญญาอาจหมายถึง ลำดับขั้นตอนที่ถูกจัดระเบียบมาเป็นอย่างดีของมโนทัศน์ ทักษะ หรือเหตุการณ์ในการเรียนรู้ เราจะใช้โครงสร้างทางปัญญาในขณะที่เราปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

2) องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการทางปัญญา (cognitive process) กระบวนการทางปัญญาเป็นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลในสมองของนักเรียน เมื่อข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สมองของนักเรียน เมื่อข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สมองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบภายใน เพื่อทำความเข้าใจหรือทำให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่าการปรับตัว (adaptation) ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับสภาวะ (accommodation) การปรับตัวเป็นการสร้างความสมดุลระหว่างกระบวนการดูดซึม และกระบวนการปรับสภาวะ

3) องค์ประกอบที่ 3 ข้อมูลใหม่ หรือประสบการใหม่ เป็นข้อมูลที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัว ในทางการศึกษา หมายถึง หลักสูตรหรือเนื้อหาที่ครูนำมาสอนเพื่อให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนเข้าใจโลกรอบตัว เป็นบุคคลที่มีความรับผิดชอบและมีทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจเลือกเนื้อหาใดมาสอน มักจะดูเป้าหมายเป็น

สำคัญแล้วเลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมาย รวมถึงการพิจารณาความสามารถ ความรู้ และความสนใจของนักเรียน

สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายหรือความต้องการของนักเรียน โครงสร้างทางปัญญาหรือความรู้เดิมของนักเรียน ข้อมูลใหม่หรือประสบการใหม่ เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและความรู้ใหม่ยืนยันสิ่งที่นักเรียนกำลังคิดอยู่ โดยใช้กระบวนการทางสติปัญญาในการทำความเข้าใจความรู้ที่ได้รับมา ปรับความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน สร้างความหมายข้อมูลด้วยตนเอง และมีเป้าหมายให้นักเรียนเข้าใจโลกรอบตัว เป็นบุคคลที่มีความรับผิดชอบและมีทักษะการแก้ปัญหา

3.5 แนวการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการลงมือกระทำที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งการจัดการเรียนควรเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนโดยตรง

Brooks and Brooks (1999) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมิใช่ทฤษฎีการสอนแต่เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ (Knowledge and Learning) โดยมีพื้นฐานมาจากจิตวิทยากลุ่ม Cognitive Psychology ปรัชญาและมานุษยวิทยา ทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ให้ความหมายของคำว่า ความรู้ (Knowledge) คือ สื่อกลางในการพัฒนาทางด้านสังคมและวัฒนธรรม ดังนั้นการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม แม้ว่าทฤษฎีนี้จะไม่ใช่ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนแต่ก็เป็นทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สภาครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติและสภาวิจัยแห่งชาติ (National Council for Teachers of Mathematics and National Research Council) ได้สนับสนุนให้ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดประสบการณ์เรียนรู้และนำแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมาใช้ในการเรียนการสอนซึ่งเป็นวิธีที่จะช่วยพัฒนาความคิดรวบยอดและช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะปัญหาได้ วิธีการสอนแบบนี้มิได้เน้นวิธีการท่องจำเพื่อนำไปหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เป็นวิธีที่ให้นักเรียนได้ทดลองสืบสวนสอบสวนตั้งคำถามและตั้งสมมติฐาน

สุนทร สุนันชัย (2540) ได้เสนอแนะการนำแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1) ต้องจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ให้มีทางเลือก ลดความกดดันและส่งเสริมให้มีความคิดริเริ่ม

2) จัดบริบทการเรียนรู้ซึ่งสนับสนุนความเป็นอิสระของนักเรียนในขณะเดียวกันครูต้องทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนที่ดีเพื่อพัฒนาเด็กซึ่งอยู่ระหว่างการเปลี่ยนจากการพึ่งพาผู้อื่นมาเป็น

พึ่งพาตนเองให้สามารถก้าวหน้าขึ้นมาได้ สิ่งแวดล้อมในข้อนี้ยังหมายรวมถึงเพื่อน ๆ ของเด็กซึ่งจากการทำงานด้วยกันได้ดี มีความเกื้อกูลสนับสนุนซึ่งกันและกัน ย่อมเป็นปัจจัยให้เด็กได้พัฒนาการเรียนรู้ได้ดีด้วย

3) เด็กมีโอกาสที่จะใช้ความรู้ที่เรียนในบริบทที่เหมาะสม เพื่อให้เด็กได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับโลกที่เป็นจริงภายนอก

4) สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสอนให้มีเจตคติที่เหมาะสมในการแสวงหาและสร้างความรู้

5) เสริมสร้างศักยภาพของนักเรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้รวมทั้งการยอมรับความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมดาซึ่งจะช่วยให้แสวงหาสิ่งที่ดีกว่าและถูกต้องต่อไป

วิชุดา มาลาสาย (2561) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อยู่ในโลกประสบการณ์ มีโอกาสผิดพลาด มีโอกาสแก้ตัวและการเรียนรู้จากการผิดพลาดนั้น โดยสรุปคือ ไม่ควรสอนให้เด็กท่องจำเนื้อหา แต่ให้รู้จักคิดและฝึกทักษะโดยผ่านประสบการณ์ต่าง ๆ การเรียนการสอนควรเป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือกระทำและฝึกคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ผู้สอนจะเป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษามากกว่าจะเป็นผู้บอกให้นักเรียนจำ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงวุฒิภาวะประสบการณ์เดิมสิ่งแวดล้อมและขนบธรรมเนียมประเพณีต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับมาก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมโดยตรงในกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น นอกจากนี้เมื่อนักเรียนผ่านกิจกรรมไปแล้วจะเกิดทักษะในการตัดสินแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์อย่างมีเหตุผล รวมทั้งมีความสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ดี

ทิศนา แขมมณี (2562) ได้กล่าวถึงการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไปใช้ในการเรียนการสอนสามารถทำได้หลายประการ ดังนี้

1) ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (process of knowledge construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (reflexive awareness of that process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนเห็น นักเรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2) เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้นักเรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3) ในการเรียนการสอนนักเรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้าง

ความหมายให้กับสิ่งแวดล้อมนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “physical knowledge activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนโดยนักเรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูลมิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงพอเท่านั้น

4) ในการจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ นักเรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือนักเรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนกว้างขึ้น ซับซ้อน และหลากหลายขึ้น

5) ในการเรียนการสอน นักเรียนมีบทบาทในการเรียนอย่างเต็มที่ โดยนักเรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น นักเรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6) ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “instruction” ไปเป็น “construction” คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้นักเรียนสร้างความรู้” บทบาทของครู คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่นักเรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของนักเรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่นักเรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับนักเรียนด้วย

7) ในด้านการประเมินการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะที่หลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “goal free evaluation” ซึ่งก็หมายถึง การประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า “socially negotiated goal” และการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย

ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่จำเป็นต้องจำลองของจริงมาก็สามารถทำได้แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความจริงด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเปลี่ยนบทบาททั้งผู้สอนและนักเรียน โดยจากแต่ก่อนการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน นักเรียนจะนั่งอยู่ที่โต๊ะของตนเอง และคอยรับเอาความรู้ที่ผู้สอนถ่ายทอดให้เพียงอย่างเดียว ซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ได้รับนั้นมาจากการท่องจำสิ่งที่ผู้สอนได้บรรยาย ผู้สอนจะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ของนักเรียนและเน้นให้นักเรียนจดจำเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการหาคำตอบ แต่การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นนักเรียนจะได้เรียนรู้อย่างตื่นตัว ไม่เน้นให้นักเรียนท่องจำเนื้อหา แต่มีการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้จักคิดและฝึกทักษะโดยผ่านประสบการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจของนักเรียนและ นักเรียนจะได้ลงมือทำกิจกรรม จัดกระทำข้อมูล ศึกษา สำรวจ หรือทดลองกับสื่อการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ นักเรียนจะเป็นผู้ให้ความหมายของสิ่งที่ได้จากประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนนั้นเกิดความรู้ความเข้าใจขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ต้องให้นัก เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้กัน ส่วนบทบาทของผู้สอนจะเปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้

3.6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

Driver and Bell (1986) ที่เสนอแนะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ 5 ขั้น ได้แก่

1) ขั้นนำ (orientation): เป็นขั้นที่นักเรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

2) ขั้นทบทวนความรู้เดิม (elicitation) เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน วิธีการให้นักเรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่มหรือการให้นักเรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ เช่น การออกแบบโปสเตอร์ หรืออาจเสนอความรู้เดิมด้วยการเขียนผังกราฟิก (Graphic Organizers) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนทบทวนความรู้เดิม ยังไม่สามารถอธิบายเรื่องที่จะเรียนได้จะทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium)

3) ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (restructuring of ideas) เป็นขั้นตอนที่สำคัญหรือเป็นหัวใจสำคัญตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยขั้นตอนประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1) ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันและกัน (Clarification and Exchange of Ideas) ผู้สอนกำหนดประเด็นกระตุ้นให้คิด ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันวิเคราะห์ความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ทำให้นักเรียนเข้าใจดีขึ้น

3.2) การสร้างความคิดใหม่ (Construction of New Ideas) นักเรียนสร้างความคิดใหม่ โดยการอภิปราย และกิจกรรมอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทาง แบบแผนวิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ แล้วกำหนดเป็นความคิดใหม่ หรือสร้างความรู้ใหม่

3.3) ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the New Ideas) นักเรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้ โดยการทดลองหรือใช้กระบวนการคิดเชื่อมโยง นักเรียนอาจจะรู้สึกขัดแย้งกับความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า แต่จะเกิดการประทับใจในความทรงจำ

4) ขั้นนำความคิดไปใช้ (application of ideas) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิดใหม่ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้น

5) ขั้นทบทวน (review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย นักเรียนจะได้ทบทวนว่า ความคิดความเข้าใจนักเรียนได้เปลี่ยนไปโดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของนักเรียนเมื่อสิ้นสุดบทเรียน ความรู้ที่นักเรียนสร้างด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว (Long-term Memory) เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นักเรียนสามารถจำได้ถาวร และสามารถนำไปใช้ได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพราะโครงสร้างทางปัญญา คือกรอบของความหมายหรือแบบแผนที่บุคคลสร้างขึ้น ใช้เป็นเครื่องมือในการตีความหมาย ให้เหตุผลแก้ปัญหา ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ นอกจากนี้ยังทบทวนเกี่ยวกับความรู้สึกที่เกิดขึ้น ทบทวนว่าจะนำความรู้ไปใช้ได้อย่างไร และยังมีเรื่องใดที่ยังสงสัยอยู่อีกบ้าง

Driver and Bell (1986) ได้กล่าวเน้นว่า นักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาสาระไปพร้อมกับการเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้ นักเรียนได้สร้างความรู้ และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเอง โดยให้ความสำคัญของความรู้เดิม และได้สรุปแนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ ดังนี้

1) ผลการเรียนรู้ไม่เพียงแต่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของนักเรียนด้วย

2) การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์นั้น เช่น การสร้างคำจำกัดความ สร้างความคิดสำคัญ นักเรียนได้จากการสร้างด้วยตนเองมากกว่าการรับฟังจากคนอื่น

3) การสร้างมโนทัศน์เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและเป็นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้กระทำและเป็นผู้ตื่นตัว

4) มโนทัศน์ที่สร้างขึ้น เมื่อประเมินแล้วอาจเป็นที่ยอมรับ หรือไม่เป็นที่ยอมรับก็ได้

5) นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบในการเรียนรู้ การเป็นผู้สร้างความรู้เอง คือ การเป็นผู้รับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540) กล่าวว่า แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองทำให้มีการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลายรูปแบบซึ่งแต่ละ แบบมีจุดเน้นที่แตกต่างออกไป ได้แก่

1. รูปแบบการเรียนรู้เนื่องมาจากนักเรียน (The Generative Leaning Model: GLM) พัฒนาโดย Osbone and Wittrock (1983) รูปแบบนี้กล่าวถึง อิทธิพลของความรู้ที่มีอยู่ซึ่งความรู้เดิมนี้จะเป็นตัวเลือกสิ่งเร้าที่นักเรียนสนใจ การเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและความจำที่สะสมไว้ การสร้างความหมายจากสิ่งเร้าและข้อมูลที่ได้จากความจำระยะยาว ตลอดจนการประเมินผลและการสร้างความหมายที่เป็นไปได้ประกอบด้วยกิจกรรม 4 ขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1) ขั้นนำ ประกอบด้วยการค้นหาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน

2) ขั้นเน้น ประกอบด้วยการสร้างบริบทการเรียนการจัดหาประสบการณ์จูงใจ การร่วมอภิปรายและการนำเสนอผลงาน

3) ขั้นท้าทาย ประกอบด้วยการเสนอพยานหลักฐานความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์การเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนกับความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์

4) ขั้นนำไปใช้ ประกอบด้วยการช่วยให้นักเรียนเข้าใจความคิดเห็นใหม่อย่างชัดเจน การอภิปรายและการประเมินหาคำตอบอย่างมีวิจารณญาณ สามารถนำความคิดใหม่มาใช้บรรยายการแก้ปัญหาได้ทั้งหมด

2. รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา (Problem-Center Learning Model: PCLM) พัฒนาโดย Wheatley (1991) มีความคิดว่าทั้งผู้สอนและนักเรียนเป็นผู้สร้างความหมายภายใต้บริบทหนึ่ง ๆ โดยใช้การปฏิสัมพันธ์ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการเจรจาต่อรอง เพื่อให้ได้มาซึ่งความหมายที่เหมาะสมไม่ใช่การกำหนดกระบวนการให้นักเรียนปฏิบัติอย่างเคร่งครัดประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1) การนำเข้าสู่บทเรียน ประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้ และเป้าหมายที่ต้องการจัดความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังจะเรียน

2) การสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคความรู้ในทางวิทยาศาสตร์

3) การอภิปราย ประกอบด้วยการนำความรู้ในขั้นที่ 2 มาเป็นพื้นฐานในการศึกษาการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาร่วมกันอภิปราย

4) การสรุป ประกอบด้วยการนำความรู้หรือข้อมูลในขั้นที่ผ่านมาอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงสรุปเป็นแนวคิดหลัก

5) การประเมินผล ประกอบด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดหลักของตนเองกับแนวคิดหลักในข้อ 4 ว่ามีความถูกต้องหรือสอดคล้องมากน้อยเพียงใด รวมถึงการประเมินของผู้สอนต่อการเรียนรู้

3. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ (The Constructivist Learning Model : CLM) Yager (1991) ใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นเชิญชวน ประกอบด้วยการสังเกตสิ่งรอบๆ ตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น การถามคำถามและพิจารณาคำตอบบ่งชี้สถานการณ์การรับรู้ของนักเรียนที่แตกต่างกัน

2) ขั้นสำรวจ ประกอบด้วยการระดมสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้ การเลือกสารสนเทศและทรัพยากรที่เหมาะสม การออกแบบ การดำเนินการทดลอง การประเมินทางเลือกที่หลากหลาย

3) ขั้นนำเสนอคำตอบ ประกอบด้วยการสื่อความหมายข้อมูลและการแสดงความคิดเห็นสร้างคำอภิปรายใหม่ ทบทวนและวิจารณญาณคำตอบ การบูรณาการคำตอบที่ได้เข้ากับประสบการณ์เดิมของตน

4) ขั้นนำไปปฏิบัติ ประกอบด้วยการนำความรู้และทักษะไปใช้แลกเปลี่ยนสารสนเทศความคิดเห็น

5) ขั้นพัฒนาผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็นแสดงความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการอภิปรายและได้รับการยอมรับจากเพื่อน

4. การสอนที่นักเรียนและผู้สอนต่างมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (The Interactive Teaching Model : TTM) พัฒนาโดย Fred Biddulph and Roger Osborne (1982) เชื่อว่าผู้สอนและนักเรียนต่างมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จุดประสงค์การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ

1) เพื่อบ่งชี้ความคิดและคำถามของนักเรียน

2) ให้ประสบการณ์นักเรียนในการสำรวจและเผชิญกับความคิดของตนเอง หรือ ให้ประสบการณ์เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความคิดไม่ว่ากรณีใดหรือประสบการณ์นั้นควรจะช่วยให้นักเรียนได้ตั้งคำถามขึ้นมา

3) ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาและเปลี่ยนแปลงการขยายความคิดของ ตนเองโดยการใช้การค้นหาคำตอบของคำถามที่นักเรียนมีความสนใจหรือการตรวจคำตอบที่คาดคิดไว้

4) กระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนกลับอย่างมีวิจารณญาณและพิจารณาอย่างรอบคอบถึงวิธีการจะได้มาซึ่งคำตอบด้วยวิธีการที่รวดเร็วและมีประโยชน์

5) ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการถามคำถาม วางแผน ลงมือสืบเสาะหาความรู้สร้างความคิดและสื่อความหมายนั้นให้ดีขึ้น

6) ช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าคำอธิบายที่สอดคล้องกับพยานหลักฐาน หรือเป็นคำอธิบายที่มีประโยชน์มากหรือน้อยหรือเป็นคำอธิบายที่เป็นไปได้

7) ให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความคิดที่แท้จริงของตนเองนั้นมีคุณค่า

วิภาวรรณ สุขสุวรรณ และคณะ (2560) ได้กำหนดกรอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิม

2) ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นตอนนี้นักเรียนได้ร่วมกันสร้างความคิดใหม่ (Constructivism of the new ideas) จากการอธิบายร่วมกันและสาธิตทำให้นักเรียนสามารถกำหนดแนวคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ขึ้นเป็นผลจากความรู้เดิมกับข้อมูลที่ได้รับเข้ามาใหม่ไม่สอดคล้องกัน โดยนักเรียนจะร่วมกันแสดงความคิดเห็น

3) ขั้นไตร่ตรองเป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจมาพัฒนาทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายครูไม่ควรปฏิเสธคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนก่อน ก่อนที่จะได้ให้โอกาสนักเรียนได้ตรวจสอบและพบความคลาดเคลื่อน

4) ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายสาธิตและสรุปมโนทัศน์ หลักการ กระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียนว่ายึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไรที่ได้มาซึ่งคำตอบ

5) ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ นักเรียนได้เกิดการวิเคราะห์ความสำคัญและวิเคราะห์ความสัมพันธ์

จากหลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่ได้จากแนวคิดนักวิชาการ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกพิจารณาจากแนวคิดของ Driver and Bell (1986) ซึ่งเน้นความสำคัญของความรู้เดิม ผลการเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ความรู้ และประสบการณ์ของนักเรียน นักเรียนได้จากการสร้างด้วยตนเองมากกว่าการรับฟังจากคนอื่น โดย 1) ขั้นนำ เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับรู้จุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้โดยครูเป็นผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้โดยการใช้การทดลองโดยมีสื่อการสอนที่จับต้องได้ พร้อมกับการกระตุ้นด้วยคำถาม 2) ขั้นทบทวนความรู้เดิมเป็นขั้นที่สำคัญเนื่องจากการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียนด้วย 3) ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับเพื่อน ต่อมาสร้างความรู้ใหม่โดยให้นักเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ขั้นนี้ครูช่วยให้นักเรียนได้ปรับเปลี่ยนความคิดโดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ จนได้ความรู้ใหม่ 4) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ครูให้สถานการณ์ที่เป็นลักษณะของโจทย์ปัญหา แล้วให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา 5) ขั้นทบทวน นักเรียนได้ตรวจสอบ

ความรู้เดิมที่ตนได้ทบทวนและความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น ความรู้ที่นักเรียนสร้างด้วยตนเองนั้นเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองตามกลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้นิยมเชิงปัญญา และกลุ่มการสร้างความรู้เชิงสังคมวัฒนธรรมที่เชื่อว่าการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคลในการสร้างความรู้และความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ คือ การนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงอย่างกลมกลืนกับโครงสร้างความรู้เดิมที่ตนมีอยู่ ส่วนการปรับกระบวนการรู้คิดก็คือ การคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง และสามารถทำหรือพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นได้หากได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้จากผู้อื่น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวของ Driver and Bell จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แนวคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องและช่วยให้นักเรียนจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้องด้วย

3.7 บทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

Brooks (1993) กล่าวว่า บทบาทของครูตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ควรยึดหลักในการสอน 12 ประการดังนี้

1) ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพื่อก่อให้เกิดการเรียนและช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา

2) ครูจะต้องใช้แหล่งข้อมูลวัตถุดิบที่มีอยู่รอบตัวนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียน

3) เมื่อจะมอบหมายงานให้นักเรียนทำครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดและสติปัญญา เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย และให้สร้างสรรค์

4) ครูจะต้องอนุญาตให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียน วิธีสอน และเนื้อหาวิชา

5) ครูต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียน ก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของครูเอง

6) ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งกับเพื่อนนักเรียนด้วยกันและกับครู

7) ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยครู ใช้คำถามที่ สมเหตุสมผลใช้คำถามปลายเปิด และส่งเสริมให้นักเรียนได้ถามคำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

8) ครูจะต้องพยายามช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตัวเอง

9) ครูจะต้องให้ความสนใจประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการตั้งสมมติฐานเพื่อหาวิธีการตรวจสอบ และกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายปัญหา

10) ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากที่ป้อนคำถาม

11) ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิม กับความรู้ใหม่ของนักเรียน

12) ครูจะต้องสนองต่อความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนโดยใช้แผนภูมิ วัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย การนำเข้าสู่บทเรียน การสำรวจ การอธิบาย การลงข้อสรุป และการประเมินผล

Bell (1993) ได้เสนอว่า ครูตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ควรมีบทบาทดังนี้

1) ครูเปรียบเหมือนนักวิจัย ครูจะต้องพิจารณาความคิดของนักเรียน ค้นหาหรือทำวิจัยว่านักเรียนกำลังคิดอะไร เพราะฉะนั้นในขณะที่สอน ครูจะฟังความคิด ฟังการอภิปราย และฟังคำถามของนักเรียน ครูจะให้คุณค่าและคอยฟังสิ่งที่นักเรียนพูดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาคิด ในขณะที่ฟังนักเรียนพูด ครูกำลังช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ครูอาจใช้กิจกรรม เช่น การอภิปรายกลุ่มหรือการสำรวจ

2) ครูเปรียบเหมือนผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน คือ ค้นหาว่านักเรียนกำลังคิดอะไร ท้าทายความคิดของนักเรียน ช่วยนักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อตัวนักเรียนเอง ทำให้นักเรียน “คิด” ส่งเสริมการอภิปรายในชั้นเรียน จัดกลุ่มการเรียน ยอมรับความคิดของนักเรียน สร้างบรรยากาศที่สนับสนุนและบรรยากาศแห่งความห่วงใยเพื่อการเรียนรู้ จูงใจ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

3) ครูเปรียบเหมือนผู้ตอบสนอง ครูตอบสนองความคิดและถามในสิ่งที่นักเรียนทำ พูด และเขียน ค้นหาปฏิสัมพันธ์ที่มีการตอบสนองและแลกเปลี่ยนปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ค้นหาความคิดของนักเรียน สื่อความหมายด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งคิดว่ามีคุณค่าต่อสิ่งที่นักเรียนกำลังคิด ให้ข้อมูลกับนักเรียน เพื่อทำให้นักเรียนคิดและครูจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับความคิดของนักเรียน

4) การสอนเปรียบเหมือนการประเมินความคิดของนักเรียน ครูประเมินความคิดของนักเรียนเพื่อการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนา

5) การสอนเปรียบเหมือนการจัดการเรียนรู้ ครูเป็นผู้จัดการการเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงเพื่อพฤติกรรมที่ดีเท่านั้น ครูจะต้องวางแผนเพื่อพิจารณาความคิดของนักเรียน การจัดกลุ่มนักเรียน การจัดความสะดวกในการอภิปราย และการช่วยเหลือนักเรียนแต่ละคน ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมภายในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ผลิตผลจากการเรียนรู้ที่ดีขึ้นและเงื่อนไขจากการเรียนรู้ที่ดี ความสนุกที่เพิ่มขึ้น ความร่วมมือทางสังคม ความเป็นเจ้าของการเรียนรู้ และการเพิ่มความเชื่อมั่นในตัวเอง ซึ่งจากผลที่ตามมาจะพบว่าครูใช้เวลาน้อยลงในการจัดการเกี่ยวกับพฤติกรรมความตั้งใจ และ

ใช้เวลามากขึ้นในการแสดงปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน การค้นหาความคิดของนักเรียน ข้อสงสัยของนักเรียน และความเข้าใจของนักเรียน

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542) กล่าวว่า การเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูจะต้องมีบทบาท ดังนี้

1) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสังเกต สำรวจ เพื่อให้เห็นปัญหา

2) ครูมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด เพื่อให้นักเรียนค้นพบ หรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3) ครูช่วยพัฒนานักเรียนให้คิดค้นต่อไป ทำงานเน้นกลุ่มพัฒนาและให้นักเรียน มีประสบการณ์กว้างไกล

4) ครูประเมินความคิดรวบยอดของนักเรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิดต่าง ๆ การปฏิบัติ การแก้ปัญหาและการพัฒนา ให้เคารพความคิดและเหตุผลของคนอื่น ๆ

นันท์นภัส นิยมทรัพย์ (2560) กล่าวถึงการนำทฤษฎีการสร้างความรู้มาประยุกต์ใช้ ครูจะต้องมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ครูใช้กิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2) ครูเปลี่ยนจากการถ่ายทอดความรู้ ให้นักเรียนได้แปลความและแก้ปัญหาได้

3) ครูให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ บุคคล และแหล่งเรียนรู้ ที่สามารถลองผิดลองถูกจนเกิดความเข้าใจจากการคิดของตน

4) ครูสร้างบรรยากาศและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เช่น การร่วมมือแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ จะช่วยสร้างความซับซ้อนและความหลากหลายในความรู้และการคิด

5) ครูสร้างแรงจูงใจ ช่วยนักเรียนที่มีปัญหาและต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

6) ครูใช้การประเมินผลการสอนที่มีความยืดหยุ่นตามแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการที่หลากหลายและให้มีการประเมินทั้งจากผู้สอนและจากการรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมชั้นหรือจากสาธารณะ

7) ครูควรสำรวจประสบการณ์เดิมของนักเรียนก่อนการเรียนรู้เรื่องใหม่และควรแน่ใจว่าเป็นความรู้เดิมที่ถูกต้อง

8) ครูควรจัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม

9) ครูใช้ทักษะการถามให้นักเรียนได้ใช้ความคิดจากคำถามที่หลากหลายโดยพยายามสร้างคำถามที่ให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือแนะคำตอบโดยใช้คำถาม และให้เวลานักเรียนอย่างเพียงพอในการสะท้อนความคิด และหาคำตอบที่มีความหมายต่อตนเอง

10) ครูควรยกตัวอย่างที่เป็นภาพ ข้อความ หรือสถานการณ์ ที่มีความหลากหลาย แล้วให้นักเรียนสังเกตเห็นความแตกต่างระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ หรือให้นักเรียนเป็นผู้ยกตัวอย่างซึ่งใช้คำตอบของนักเรียนในการแสดงให้เห็นความแตกต่างของประสบการณ์เพื่อสร้างความขัดแย้งทางปัญญา

ทิศนาแขมมณี (2562) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ว่าครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิมคือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “instruction” ไปเป็น “construction” คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้นักเรียนสร้างความรู้” บทบาทของครูก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของนักเรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่นักเรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับนักเรียนด้วย

สรุปได้ว่า บทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากฐานความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ โดยเริ่มจากการค้นหาความรู้เดิมของนักเรียน นำเสนอสถานการณ์หรือบางสิ่งที่เป็นปัญหาทำให้เกิดข้อสงสัย พร้อมทั้งกระตุ้นด้วยคำถามที่ทำให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผล ท้าทายให้นักเรียนสร้างข้อคาดเดาแล้วกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นโดยการทำงานกลุ่ม ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการจัดแหล่งการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ และครูจะไม่บอกความรู้นักเรียนโดยตรงแต่จะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการคิดด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล สุดท้ายคือการคิดและประเมินผลพร้อมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและเป็นการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน

3.8 บทบาทของนักเรียนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

Brooks and Brooks (1999) กล่าวว่าบทบาทของนักเรียนที่เรียนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองควรจะมีบทบาทต่อการเรียนรู้ ดังนี้

1) มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนจะต้องเห็นว่าการเรียนรู้ของตนมีความหมายและมีความสำคัญในการนำไปใช้พัฒนาชีวิตของเขาได้

2) นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของตนและวางแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของตนเอง

3) นักเรียนต้องเรียนรู้กระบวนการเรียนหรือเรียนรู้วิธีเรียน รวมถึงความสามารถในการปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนเมื่อสถานการณ์แตกต่างกัน

4) นักเรียนต้องมีความสนใจและกระตือรือร้นในการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรม

5) นักเรียนต้องมีความสามารถในการประเมินการปฏิบัติงานของตนเอง

ทิศนาแขมมณี (2562) กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้ ในการเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “physical knowledge activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจขึ้น และในการเรียนการสอนนักเรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยนักเรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น นักเรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

สรุปได้ว่าบทบาทของนักเรียน คือ ต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ เป็นผู้กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ นักเรียนต้องเรียนรู้วิธีในการเรียนรู้เพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ในสถานการณ์อื่น ๆ นักเรียนมีความสนใจ และกระตือรือร้นในการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมและสามารถประเมินการปฏิบัติงานของตนเองได้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ซึ่งความรู้ที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ไม่ใช่ความรู้ที่เกิดจากการรับรู้จากการสอน แต่ความรู้เกิดจากการสร้างขึ้นอย่างมีความหมายของนักเรียนแต่ละคน ด้วยการปรับตัวเมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ที่เกิดความขัดแย้งกับความรู้เดิม โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์ กับบุคคล สิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และสื่อกลางการเรียนรู้

3.9 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

สุมาลี ชัยเจริญ (2548) กล่าวว่า การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดประโยชน์ ดังนี้

1) เพิ่มแรงจูงใจ กิจกรรมในการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญต่อนักเรียนซึ่งถือว่าเกิดจากความสนใจที่มาจากภายในดังนั้นจึงเป็นแรงจูงใจที่มาจากภายในของนักเรียน

2) ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารญาณ (Encourages critical thinking) การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ผ่านการลงมือกระทำของนักเรียนอย่างตื่นตัว ภารกิจการเรียนรู้ตามสภาพจริงและการจัดให้นักเรียนควบคุมการเรียนของตนเองและส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณตลอดจนการสร้างความรู้ด้วยตนเองให้มากกว่าเดิม มีการถ่ายโอนความรู้ การสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง

3) ส่งเสริมการเรียนรู้ที่หลากหลาย (Accommodate diverse leaning styles) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยทั่วไปแล้วจะเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคล สร้างความหมายจากแหล่งการเรียนที่เป็นปัจจัยภายนอก ซึ่งอาจจัดให้นักเรียนทำการควบคุมการเรียนของตนเองมากขึ้น ดังนั้นนักเรียนจะปรับแบบการเรียนตามความสามารถหรือความต้องการได้มากยิ่งขึ้น

4) สนับสนุนการเสาะแสวงหาความรู้ (Support natural inquiry) แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการที่สามารถคาดเดาได้ว่า เป็นกระบวนการพัฒนาการสร้างความรู้การเรียนรู้และประเมินผลที่เกิดจากการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

พรสวรรค์ สีป้อ (2550) กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีดังนี้

1) นักเรียนได้บูรณาการความรู้

2) การเรียนมีลักษณะเหมือนชีวิตจริง

3) นักเรียนได้เรียนทักษะสังคมจาการทำงานร่วมกัน

4) นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง

5) นักเรียนได้เรียนทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือ นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เรียน สร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง โดยเรียนรู้จากปัญหาที่ท้าทาย ได้ฝึกทักษะการคิดและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ได้ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และครูกับนักเรียน

4. กลวิธี STAR

4.1 ความเป็นมาของกลวิธี STAR

การสอนแก้ปัญหาคณิตสาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR เป็นกลวิธีการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) ของการแก้ปัญหา

Nagel, Schumaker and Deshler (1986) ได้กล่าวว่า กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) คือ การออกแบบเพื่อช่วยพฤติกรรมของนักเรียนดีขึ้นในสถานการณ์ทดสอบ บทบาทของกลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น ได้แก่

1) นักเรียนสามารถลงข้อความเอกลักษณ์ของข้อมูลในหนังสือเรียนของเขา
2) นักเรียนสามารถตั้งหัวข้อที่เหมาะสมหรือแบ่งประเภทสำหรับแต่ละข้อความ
3) นักเรียนสามารถเลือกกลไกที่ช่วยในการจดจำสำหรับแต่ละข้อความของเรื่อง
4) นักเรียนสามารถจดจำแต่ละข้อความ

ปัญญาพร ภาสอน และคณะ (2561) กล่าวถึง การสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น การแก้โจทย์ปัญหา (First Letter Mnemonic Strategy) ของกลวิธี STAR เป็นกลวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนระลึกถึง อักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ ที่รู้จักคุ้นเคยและสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดี ซึ่งแมคคินี (Maccini, 1998) พัฒนาขึ้น

สรุปได้ว่ากลวิธี STAR พัฒนามาจากกลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) ของการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้จดจำวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาโดยการระลึกถึงอักษรตัวแรกของชื่อขั้นตอนนั้นๆ

4.2 ขั้นตอนของกลวิธี STAR

Maccini (1998) ได้พัฒนาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR (STAR strategy steps) เป็นกลวิธีการใช้ตัวอักษรตัวแรกที่ ช่วยให้นักเรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น กลวิธีนี้แนะนำให้นักเรียนแก้ปัญหาตามขั้นตอน 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์
ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

1) ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา แยกแยะประเด็นของปัญหา ดำเนินการดังนี้

1.1) อ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน

1.2) ถามคำถามต่อตนเองว่า “รู้เท็จจริงอะไรบ้างจากโจทย์ปัญหา” “โจทย์ต้องการให้หาอะไร”

1.3) เขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์

2) ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

2.1) เลือกตัวแปร

2.2) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

2.3) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้

2.3.1) สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application : C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง

2.3.2) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semi concrete application : S) วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

2.3.3) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application : A) หานัยทั่วไปนำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

3) ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ดำเนินการหาคำตอบที่ถูกต้องตามขั้นที่ 2

4) ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

4.1) อ่านโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง

4.2) ถามคำถามต่อตนเองว่า “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่”

4.3) ตรวจสอบคำตอบ

Maccini (1998) กล่าวว่า กลวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลนั้นต้องช่วยนักเรียนได้เรียนรู้ข้อมูลทั่ว ๆ ไป และเรียนรู้ข้อมูลที่ต้องจำกัดเวลา นักเรียนมีความคงทนในการเรียนและเรียนรู้ได้ดีขึ้นอยู่กับตัวแปรของการสอน เช่น การทบทวน การใช้ครูเป็นแบบอย่าง การชี้แนะแบบฝึกหัด การทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง ให้ผลย้อนกลับและทบทวนเป็นระยะ ๆ ก็จะช่วยให้การใช้กลวิธีในการสอนประสบความสำเร็จการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้ สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือใช้ CSA แทนสื่อหรือสัญลักษณ์ทั้ง

สามประเภทดังกล่าว สำหรับสื่อที่เป็นรูปธรรม เป็นการใช้วัตถุสามมิติที่สามารถจับต้องได้ในการแสดงความหมายของโจทย์ปัญหา หาคำตอบได้ สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงเป็นการแสดงความหมายของโจทย์ปัญหา โดยการวาดภาพ เขียนแผนภาพ เขียนตาราง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมเป็นการแสดงความหมายของโจทย์ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์ทางจำนวน หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น

ปาจรีย์ เยาดำ (2553) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

1) ขั้น S : ศึกษาโจทย์ปัญหา โดยครูให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน และให้นักเรียนถามกับตัวเองว่า “นักเรียนรู้อะไรบ้าง” และ “โจทย์ต้องการให้หาอะไร” จากนั้นครูให้นักเรียนเขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์

2) ขั้น T : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ โดยครูเลือกสื่อการเรียนรู้หรือสัญลักษณ์เพื่อช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม คือ การเลือกใช้วัตถุที่เป็นของจริง

สื่อการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง เช่น การวาดรูป หรือเขียนตาราง

สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม คือ การเขียนประโยคสัญลักษณ์หรือสมการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของโจทย์

3) ขั้น A : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ครูแสดงวิธีการหาคำตอบของสมการ โดยใช้การถามตอบประกอบการอธิบายหรือให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง

4) ขั้น R : ทบทวนคำตอบ ครูให้นักเรียนอ่านทบทวนโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง และให้นักเรียนถามตนเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

จากการศึกษาสรุปได้ว่าขั้นตอนของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น S : ศึกษาโจทย์ปัญหาเพื่อทำความเข้าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ขั้น T : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา โดยมีการใช้สื่อการเรียนรู้เพื่อช่วยในการแปลงข้อมูล ขั้น A : หาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยการแสดงวิธีหาคำตอบ และ ขั้น R : ทบทวนคำตอบเพื่อทบทวนว่าคำตอบสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่

4.3 การสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR

Maccini and Gagnon (2001) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR มีดังนี้

1) ก่อนเริ่มบทเรียน ครูควรจะทดสอบก่อนเรียนเพื่อดูพื้นฐานทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2) ครูแนะนำกลวิธีที่ใช้ในการสอน ขั้นตอนของกลวิธีซึ่งจะช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

3) นักเรียนควรจำขั้นตอนและขั้นตอนย่อยของกลวิธี เพื่อสามารถนำมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว

มาศสิริ เหมือนเพชรวิ และคณะ (2562) ได้ระบุแนวทางการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ได้ดังนี้

1) ก่อนเริ่มบทเรียน ครูควรทดสอบนักเรียนก่อนเรียน เพื่อดูทักษะและพื้นฐานความรู้ของนักเรียน

2) ในขั้นสอน ครูแนะนำ และอธิบายขั้นตอนของกลวิธี STAR ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาตามกลวิธี STAR โดยในระยะแรกครูให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการทำแบบฝึกหัด จากนั้นครูจะค่อย ๆ ลดบทบาทลง ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอย่างอิสระ และนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับชีวิตจริง

3) ครูสามารถใช้ใบงานที่ประกอบด้วยขั้นตอนและขั้นตอนย่อยของกลวิธี STAR และให้นักเรียนทำสัญลักษณ์ไว้เมื่อทำแต่ละขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจสอบตนเองได้

4) ครูต้องตรวจแบบฝึกหัด โดยให้ผลย้อนกลับจากการทำใบงานของนักเรียนและเสริมแรงทางบวกกับนักเรียน กระตุ้นนักเรียนให้แก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ

ดังนั้นแนวทางการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR นักเรียนจะต้องสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการหาคำตอบได้อย่างดี ก่อนเริ่มเรียนควรตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อน ครูต้องแนะนำ สาธิต การใช้กลวิธี STAR ที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา ต้องสอนให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา สรุปถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ มีการฝึกทำแบบฝึกหัด ฝึกการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบและขั้นตอนวิธีการคิดต่าง ๆ ที่ได้มาซึ่งคำตอบ

จากการศึกษาเรื่องแนวการใช้กลวิธี STAR ในการจัดการเรียนรู้ พบว่า โดยส่วนใหญ่แล้วกลวิธี STAR จะนิยมนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากกระบวนการขั้นตอนของกลวิธี STAR พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข การคิดคำนวณ การหาคำตอบของปัญหาที่เป็นเชิงปริมาณเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโดยอาศัยการจดจำอักษรตัวแรกของขั้นตอนการแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหา อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ากลวิธีนี้จะนิยมใช้ในรายวิชาคณิตศาสตร์แต่ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนของกลวิธี STAR นี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณเป็นส่วนใหญ่ มีการคำนวณหาปริมาณของสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี แต่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วยในการคิดคำนวณ และอาศัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่าง กลวิธี STAR ช่วยฝึกนักเรียนให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีได้ เนื่องจากวิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวทางการจัดการ

เรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนในศตวรรษที่ 21 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ การจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนทั้งของนักเรียนและผู้สอน กล่าวคือลดบทบาทของครูจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนเพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ ในที่สุดสร้างองค์ความรู้ได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากหลักการและเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงได้วางแผนการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเป็นเนื้อหาคำนวณเป็นส่วนใหญ่ โดยยึดหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ร่วมกับการใช้กลวิธี STAR เป็นกลยุทธ์ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR

5.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติเผชิญหน้าและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน สื่อการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นและมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับนักเรียนคนอื่นและครู และใช้กลวิธี STAR มาเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการในการหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี รายละเอียดการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ดังตางราง 1

ตาราง 1 กรอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	**กลวิธี STAR**	**การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ร่วมกับกลวิธี STAR**
1) ขั้นนำ ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ อธิบายจุดมุ่งหมาย และใช้คำถามสนทนาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอยากรู้อยากเรียนโดยครูจะนำประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือสารสนเทศใหม่มาให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเอง จนทำให้นักเรียนได้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยครูให้นักเรียนบันทึกเป็นความคิดของตนเองเพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ **2) ขั้นทบทวนความรู้เดิม** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเล่นเกมแข่งขันกัน โดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้ว หรือความรู้เดิมพื้นฐาน โดยการใช้บัตรคำ รูปภาพ เป็นสื่อการเรียนรู้ จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญในเรื่องที่ได้ทำกิจกรรมโดยการถามคำถามตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง		**1.ขั้นนำก่อนเข้าสู่บทเรียน** ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ ใช้คำถามและสนทนาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอยากรู้อยากเรียนโดยครูจะนำประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือสารสนเทศใหม่มาให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเอง นักเรียนต้องกำหนดว่าจากสิ่งที่นักเรียนเผชิญ หรือจากสถานการณ์ที่ครูเสนอ เกี่ยวข้องกับเรื่องใดที่ได้เรียนไปแล้วและเรื่องใดที่นักเรียนยังไม่ทราบโดยให้นักเรียนบันทึกลงในสมุด นักเรียนจะได้ระบุสิ่งที่นักเรียนสงสัย และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ต่อไป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเล่นเกมแข่งขันกัน โดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้ว หรือความรู้เดิมพื้นฐาน เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิมโดยการใช้บัตรคำ รูปภาพ เป็นสื่อการเรียนรู้ จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญในเรื่องที่ได้ทำกิจกรรมลงในสมุดบันทึกส่วนตัวพอสังเขป และครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง

ตาราง 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	กลวิธี STAR	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR
3) ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใช้รูปภาพ สื่อวิดีโอ หรือการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้สังเกตเห็นในระดับมหภาค ใช้อุปกรณ์เสริมหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในระดับจุลภาค นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลที่ได้โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนความคิดจนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองได้ แล้วกำหนดเป็นความรู้ใหม่ขึ้นมาและสรุปเป็นความรู้ของกลุ่มตนเอง จากนั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้แบบฝึกหัดและเฉลยคำตอบร่วมกัน		**2. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด** ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใช้รูปภาพ สื่อวิดีโอ หรือการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ สังเกตเห็นในระดับมหภาค ใช้ภาพหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในระดับจุลภาค ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลที่ได้โดยครูใช้คำถาม จากนั้นนักเรียนสรุปเป็นความรู้ของกลุ่มตนเอง

ตาราง 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	กลวิธี STAR	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR
4) ขั้นนำความคิดไปใช้ ครูให้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแปลโจทย์และวิเคราะห์ว่าสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนอย่างไร ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำแนวความคิดที่ได้จากความรู้ใหม่มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา	ขั้น S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องระบุได้ว่า โจทย์ปัญหาให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และตัวแปรใดที่โจทย์ต้องการทราบ	**3. ขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา** เป็นการนำความคิดไปใช้ โดยครูให้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำแนวความคิดที่ได้มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคู่แต่สามารถปรึกษากันภายในกลุ่มได้ ขั้น S นี้ให้นักเรียนบันทึกลงในแบบฝึกหัดที่ครูเตรียมไว้ให้ นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนระบุว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และโจทย์ต้องการอะไร
	ขั้น T (Translate the problem) การแปลงโจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนจะได้นำสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องการทราบมาระบุเป็นตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดใหม่ จากนั้นครูให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นให้อยู่ในรูปของสมการ และวิเคราะห์การหาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบโดยใช้วิธีการเทียบหน่วยด้วยแฟกเตอร์	**4. ขั้นการแปลงโจทย์ปัญหาและหาคำตอบ** ขั้นนี้นักเรียนจะได้นำสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องการทราบมาระบุเป็นตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดใหม่ จากนั้นครูให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นให้อยู่ในรูปของสมการ และวิเคราะห์หาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ โดยใช้วิธีการเทียบหน่วยด้วยแฟกเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนเริ่มดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความสัมพันธ์ที่ได้ระบุไว้

ตาราง 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	กลวิธี STAR	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR
	ขั้น A (Answer the problem) การหาคำตอบของปัญหา ให้นักเรียนเริ่มดำเนินการค้นหาคำตอบโดยใช้ความสัมพันธ์ได้ระบุไว้ในขั้นการแปลงโจทย์ปัญหา	
5) ขั้นทบทวน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนความรู้และความเข้าใจตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด โดยครูให้นักเรียนตอบคำถามลงในสมุด โดยกำหนดหัวข้อดังนี้ วันนี้เรียนเรื่องอะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนวันนี้หรือความรู้ใหม่ที่ได้คืออะไรให้อธิบายมาพอสังเขป	ขั้น R (Review the solution) การทบทวนคำตอบ นักเรียนสามารถแสดงการทบทวนคำตอบซึ่งอาจเป็นการใช้สูตรคำนวณ หรือเทียบบัญญัติไตรยางศ์แล้วครูให้นักเรียนแต่ละคนนำคำตอบของตนเอง ไปตรวจสอบคำตอบกับของเพื่อน	**5. ขั้นทบทวนคำตอบ** นักเรียนต้องแสดงการทบทวนคำตอบซึ่งอาจเป็นการใช้สูตรคำนวณ หรือการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ สรุปคำตอบที่ได้ และต้องใส่เครื่องหมายถูกต้อง (/) หน้าข้อความที่เป็นจริง เช่น หน่วยของคำตอบตรงกับหน่วยที่โจทย์ต้องการ เพื่อแสดงการทบทวนคำตอบ จากนั้นครูให้นักเรียนสลับกันตรวจคำตอบ ครูสอบถามนักเรียนที่สงสัยและเพิ่มเติมสาระสำคัญให้ และให้นักเรียนทบทวนความรู้และความเข้าใจตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด โดยครูให้นักเรียนตอบคำถามลงในสมุด โดยกำหนดหัวข้อดังนี้ วันนี้เรียนเรื่องอะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนวันนี้หรือความรู้ใหม่ที่ได้คืออะไรบ้างให้อธิบายมาพอสังเขป จากนั้นครูแจกแบบทดสอบย่อยหลังเรียนให้นักเรียนทำรายบุคคลโดยให้นักเรียนใช้กลวิธี STAR เข้ามาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนเดียวกับการทำแบบฝึกหัด

5.2 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินออกแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.ขั้นนำก่อนเข้าสู่บทเรียน ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ ใช้คำถามและสนทนาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอยากรู้อยากเรียน โดยครูจะนำประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือสารสนเทศใหม่มาให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเอง นักเรียนต้องกำหนดว่าจากสิ่งที่นักเรียนเผชิญ หรือจากสถานการณ์ที่ครูเสนอ เกี่ยวข้องกับเรื่องใดที่ได้เรียนไปแล้วและเรื่องใดที่นักเรียนยังไม่ทราบโดยให้นักเรียนบันทึกลงในสมุด นักเรียนจะได้ระบุสิ่งที่นักเรียนสงสัย และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ต่อไป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเล่นเกมแข่งขันกัน โดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้ว หรือความรู้เดิมพื้นฐาน เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยการใช้บัตรคำ รูปภาพ เป็นสื่อการเรียนรู้ จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญในเรื่องที่ได้ทำกิจกรรมลงในสมุดบันทึกส่วนตัวพอสังเขป และครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง

2. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใช้รูปภาพ สื่อวิดิโอ หรือการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ สังเกตเห็นในระดับมหภาค ใช้ภาพหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในระดับจุลภาค จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลที่ได้โดยครูใช้คำถาม จากนั้นนักเรียนสรุปเป็นความรู้ของกลุ่มตนเอง

3. ขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นการนำความคิดไปใช้ โดยครูให้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำแนวความคิดที่ได้มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคู่แต่สามารถปรึกษากันภายในกลุ่มได้ ขั้น S นี้ให้นักเรียนบันทึกลงในแบบฝึกหัดที่ครูเตรียมไว้ให้ นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนระบุว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และโจทย์ต้องการอะไร

4. ขั้นการแปลงโจทย์ปัญหาและค้นหาคำตอบ นี้นักเรียนจะได้นำสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องการทราบมาระบุเป็นตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดใหม่ จากนั้นครูให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นให้อยู่ในรูปของสมการ และวิเคราะห์หาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ โดยใช้วิธีการเทียบหน่วยด้วยแฟกเตอร์ ให้นักเรียนเริ่มดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความสัมพันธ์ได้ระบุไว้

5. ขั้นทบทวนคำตอบ นักเรียนต้องแสดงการทบทวนคำตอบซึ่งอาจเป็นการใช้สูตรคำนวณ หรือการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ สรุปคำตอบที่ได้ และต้องทำการใส่เครื่องหมายถูกต้อง (/) หน้าข้อความที่เป็นจริง เช่น หน่วยของคำตอบตรงกับหน่วยที่โจทย์ต้องการ เพื่อแสดงการทบทวนคำตอบ จากนั้นครูให้นักเรียนสลับกันตรวจคำตอบ ครูสอบถามนักเรียนที่สงสัยและเพิ่มเติม

สาระสำคัญให้ และให้นักเรียนทบทวนความรู้และความเข้าใจตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด โดยครูให้นักเรียนตอบคำถามลงในสมุด โดยกำหนดหัวข้อดังนี้ วันนี้เรียนเรื่องอะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนวันนี้หรือความรู้ใหม่ที่ได้คืออะไรบ้างให้อธิบายมาพอสังเขป จากนั้นครูแจกแบบทดสอบย่อยหลังเรียนให้นักเรียนทำรายบุคคลโดยให้นักเรียนใช้กลวิธี STAR เข้ามาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนเดียวกับการทำแบบฝึกหัด

5.3 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียน

ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ได้กำหนดบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 กรอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR พร้อมทั้งกำหนดบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR	**บทบาทของครู**	**บทบาทของนักเรียน**
1.ขั้นนำก่อนเข้าสู่บทเรียน ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ ใช้คำถามและสนทนาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอยากรู้อยากเรียนโดยครูจะนำประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือสารสนเทศใหม่มาให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเอง นักเรียนต้องกำหนดว่าจากสิ่งที่นักเรียนเผชิญ หรือจากสถานการณ์ที่ครูเสนอ เกี่ยวข้องกับเรื่องใดที่ได้เรียนไปแล้วและเรื่องใดที่นักเรียนยังไม่ทราบโดยให้นักเรียนบันทึกลงในสมุด นักเรียนจะได้ระบุสิ่งที่นักเรียนสงสัย และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ต่อไป	1) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือนำเสนอสื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน ซึ่งอาจเป็นภาพ วิดิโอ หรือสื่อการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ 2) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและสงสัยเกี่ยวกับสิ่งที่ครูเสนอ 3) ครูสุ่มอ่านสมุดบันทึกของนักเรียน ในการตอบคำถามหัวข้อเรื่องที่เคยเรียนเพื่อใช้เป็นหัวข้อที่จะทบทวนความรู้เดิม	1) นักเรียนเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มเรียนโดยเตรียมสมุด อุปกรณ์การเรียนสำหรับการบันทึก 2) นักเรียนต้องรู้จักสังเกต วิเคราะห์คำถามที่ครูถามและสิ่งที่ครูนำเสนอให้จนทราบว่า สิ่งที่ครูเสนอเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เคยเรียนอย่างไร และเรื่องใดที่นักเรียนยังไม่ทราบและต้องการค้นหาคำตอบ เพื่อใช้เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ 3) นักเรียนบันทึกการตอบคำถามที่ครูถามลงในสมุดบันทึก

ตาราง 2 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเล่นเกมแข่งขันกัน โดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้ว หรือความรู้เดิมพื้นฐาน โดยการใช้บัตรคำ รูปภาพ เป็นสื่อการเรียนรู้ จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญในเรื่องที่ได้ทำกิจกรรมลงในสมุดบันทึกส่วนตัวพอสังเขป และครูถามตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง	4) ครูเตรียมอุปกรณ์เสริมเป็นบัตรคำ รูปภาพ หรือสื่อการเรียนรู้อื่น เพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เคยเรียนไปแล้ว 5) ครูชี้แจงกฎกติการการเล่นเกมแข่งขัน และใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจนักเรียน	4) นักเรียนแบ่งกลุ่มตามที่ครูจัดเตรียมไว้ 5) นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเล่นเกมแข่งขัน 6) นักเรียนบันทึกองค์ความรู้หรือสาระสำคัญพอสังเขปลงในสมุด
2. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใช้รูปภาพ สื่อวิดีโอ หรือการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้ สังเกตเห็นในระดับมหภาค ใช้ภาพหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในระดับจุลภาค	1) ครูจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปภาพ สื่อวิดีโอ การทดลอง ให้สังเกตเห็นในระดับมหภาค 2) ครูใช้ภาพหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในระดับจุลภาค 3) ครูอธิบายวิธีการทำกิจกรรมอย่างละเอียด	1) นักเรียนตอบคำถามว่ากิจกรรมต้องทำอะไรอย่างไรบ้าง 2) นักเรียนทำกิจกรรมบันทึกและตอบคำถามลงในใบกิจกรรม

ตาราง 2 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลที่ได้โดยครูใช้คำถาม จากนั้นนักเรียนสรุปเป็นความรู้ของกลุ่มตนเอง	5) ครูตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับผลการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ตามและค่อย ๆ ใช้คำถามจนนักเรียนได้องค์ความรู้ใหม่ 6) ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มสรุปความรู้เป็นของกลุ่มตนเองลงในใบกิจกรรม	4) นักเรียนตอบคำถามครู เกี่ยวกับเรื่องที่ได้ทำกิจกรรม 5) นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่สำคัญเป็นของกลุ่มตนเอง
3. ขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา ครูให้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำแนวความคิดที่ได้มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นคู่แต่สามารถปรึกษากันภายในกลุ่มได้ ซึ่งขั้นนี้ มีการศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นนี้ให้นักเรียนบันทึกลงในแบบฝึกหัดที่ครูเตรียมไว้ให้ นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนระบุว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และโจทย์ต้องการอะไร	1) ครูแจกแบบฝึกหัดเป็นโจทย์ปัญหาให้นักเรียนทำเป็นคู่ 2) ครูอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ในขั้น S นักเรียนต้องทำอะไรบ้าง 3) ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในห้องเรียนและคอยอำนวยความสะดวกหรือชี้แจงเรื่องที่นักเรียนสงสัย	1) นักเรียนแต่ละคู่ทำแบบฝึดหัดตามขั้นตอน โดยสามารถปรึกษากันภายในกลุ่มได้ 2) นักเรียนบันทึกลงในแบบฝึกหัดโดยระบุว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และโจทย์ต้องการอะไร

ตาราง 2 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
4. ขั้นการแปลงโจทย์ปัญหาและค้นหาคำตอบ ขั้นนี้นักเรียนจะได้นำสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องการทราบมาระบุเป็นตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดใหม่ จากนั้นครูให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นให้อยู่ในรูปของสมการ และวิเคราะห์หาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ โดยใช้วิธีการเทียบหน่วยด้วยแฟกเตอร์ ให้นักเรียนเริ่มดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความสัมพันธ์ได้ระบุไว้	1) ครูอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ในขั้น T และขั้น A ว่านักเรียนต้องทำอะไรบ้าง 2) ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในห้องเรียนและคอยอำนวยความสะดวกหรือชี้แจงเรื่องที่นักเรียนสงสัย	1) นักเรียนจะได้นำสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องการทราบมาระบุเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดใหม่ จากนั้นหาความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นให้อยู่ในรูปของสมการ และวิเคราะห์หาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ โดยใช้วิธีการเทียบหน่วยด้วยแฟกเตอร์
5. ขั้นทบทวนคำตอบ นักเรียนต้องแสดงการทบทวนคำตอบซึ่งอาจเป็นการใช้สูตรคำนวณ หรือการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ สรุปคำตอบที่ได้ และต้องทำการใส่เครื่องถูกต้อง (/) หน้าข้อความที่ใช่ และ ไม่ เช่น หน่วยของคำตอบตรงกับหน่วยที่โจทย์ต้องการ ....ใช่....ไม่ เพื่อแสดงการทบทวนคำตอบ จากนั้นครูให้นักเรียนสลับกัน	1) ครูให้นักเรียนทบทวนคำตอบของตนเองการโดยการแสดงการตรวจคำตอบ และตอบคำถาม 2) ครูให้นักเรียนสลับคำตอบกับเพื่อนกลุ่มอื่น 3) ครูสุ่มนักเรียนสองกลุ่มออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบ หน้ากระดานเพื่อทำการเปรียบเทียบกัน	1) นักเรียนทบทวนคำตอบของตนเองด้วยการตรวจคำตอบ และตอบคำถาม 2) นักเรียนสลับกันตรวจคำตอบกับเพื่อนกลุ่มอื่น 3) นักเรียนที่ถูกสุ่มโดนออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้ากระดาน

ตาราง 2 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ตรวจคำตอบ ครูสอบถามนักเรียนที่สงสัยและเพิ่มเติมสาระสำคัญให้ และให้นักเรียนทบทวนความรู้และความเข้าใจตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด โดยครูให้นักเรียนตอบ คำถามลงในสมุด โดยกำหนดหัวข้อดังนี้ วันนี้เรียนเรื่องอะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนวันนี้หรือความรู้ใหม่ที่ได้คืออะไรบ้างให้อธิบายมาพอสังเขป จากนั้นครูแจกแบบทดสอบย่อยหลังเรียนให้นักเรียนทำรายบุคคลโดยให้นักเรียนใช้กลวิธี STAR เข้ามาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนเดียวกับการทำแบบฝึกหัด	4) ครูสอบถามนักเรียนที่ยังมีข้อสงสัย หรืออาจใช้คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5) ครูกำหนดคำถามให้นักเรียนว่า วันนี้เรียนเรื่องอะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนวันนี้หรือความรู้ใหม่ที่ได้คืออะไรบ้างให้อธิบายมาพอสังเขป 6) ครูแจกแบบทดสอบย่อยหลังเรียนให้นักเรียนทำรายบุคคล	4) นักเรียนบันทึกการตอบคำถามลงในสมุดบันทึกส่วนตัว 5) นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียนโดยใช้กลวิธี STAR มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

6. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

6.1 ความหมายของโจทย์ปัญหา

Lamsdaine and Lamsdaine (1995) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาว่า เป็นโจทย์หรือสถานการณ์ที่มีข้อความและตัวเลข ที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันที ต้องมีการแยกส่วนของโจทย์เพื่อนำมาวิเคราะห์หรือข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา นำมาคิดอย่างเป็นขั้นตอนและมีเหตุผลเพื่อวางแผนหาคำตอบ

กระทรวงศึกษาธิการ (2541) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาว่า ปัญหาเป็นคำถามหรือสถานการณ์ ไม่สามารถหาผลลัพธ์ในทันทีทันใด ต้องคิดวิธีเพื่อให้ถึงจุดมุ่งหมายนั้น ๆ

หน่วยศึกษานิเทศก์ (2545) ได้กล่าวไว้ว่าโจทย์ปัญหา หมายถึง โจทย์ที่มีข้อความเป็นภาษาหนังสือ หรือโจทย์ที่เป็นเรื่องราว หรือโจทย์ที่เป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันที ทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลข เพื่อใช้ความรู้ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเอง โดยจะต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความ ตัวเลขที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันที ต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน วิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหาแล้วจึงตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเคมี โดยผู้วิจัยได้นิยามโจทย์ปัญหาเคมีว่า เหตุการณ์ที่เป็นข้อความหรือตัวเลขในรายวิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

6.2 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ระบุว่า กระบวนการแก้ปัญหานั้น มี 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องเข้าใจปัญหาว่าปัญหาถามว่าอะไรมีข้อมูลอะไรแล้วบ้างมีเงื่อนไขหรือข้อมูลอะไรเพิ่มเติมหรือไม่

2) ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับความรู้ที่เกี่ยวข้อง มาใช้วิจารณ์แก้ปัญหา สำหรับสูตรปัญหาเคมีนั้น ผู้แก้ปัญหาจะต้องทราบว่ามีแนวคิดอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหานี้ไม่ควรใช้วิธีคำนวณแบบใดจึงจะสะดวกและเหมาะสม

3) ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหาและประมวลผล เป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้และประเมินว่าวิธีที่ใช้มีความถูกต้องได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องกลับไปพิจารณาว่าวิธีการที่ได้วางแผนไว้นั้นถูกต้องครบถ้วนหรือไม่

4) ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการตรวจสอบทั้งคำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อในโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์อื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1) ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและการตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนที่นักเรียนต้องการทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล และเงื่อนไขในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาซ้ำไปซ้ำมา พิจารณาให้หลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนก็ได้

2) ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่ทราบค่าแล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

3) ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

4) ขั้นที่ 4 ขั้นมองย้อนกลับ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

ปาจรีย์ เยาดำ (2553) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

1) ขั้น S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา ซึ่งได้แก่

1.1) อ่านโจทย์อย่างละเอียดถี่

1.2) ถามตนเองว่า ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร

1.3) เขียนข้อมูลดังกล่าวลงไป

2) ขั้น T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจเลือกใช้สื่อการเรียนรู้หรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

2.1) สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม (Concrete application : C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง

2.2) สื่อการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application : S) วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

2.3) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application : A) หานัยทั่วไป นำเสนอ ให้อยู่ในรูปนิพจน์ทางพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

3) ขั้น A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

4) ขั้น R (Review the problem) ทบทวนคำตอบ

4.1) ทบทวนโจทย์ปัญหาอีกครั้ง

4.2) ถามตัวเองว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่

4.3) ตรวจสอบคำตอบอีกครั้ง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557) ได้กล่าวถึงแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ต้องพยายามทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ แปลความ และสรุปเป็นภาษาของตนเอง ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามถึงอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง และข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่ ในการแก้ปัญหา

2) ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาโดยมีการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกในการวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิดลองถูก การคิดถอยหลัง การเขียนตาราง การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือความคล้ายคลึง ของปัญหาที่เคยทำมาเป็นต้น

3) ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นตอนที่ 2 โดยการแสดงวิธีทำ การคำนวณหาคำตอบ โดยใช้ทักษะการคิดคำนวณ

4) ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นวิธีที่ถูกต้องอาจตรวจสอบการแสดงวิธีทำและคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยอาศัยทักษะการคำนวณ

สุจินต์ สุทธิวรางกูล (2558) ได้สร้างแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการฝึก 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) หมายถึง ขั้นตอนที่ให้นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ พร้อมวาดภาพประกอบในโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน

2) ขั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Devising a Plan) หมายถึง ขั้นตอนที่ให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากโจทย์กับสิ่งที่ต้องการทราบ ในรูปของทฤษฎีหรือสมการที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

3) ขั้นดำเนินการตามแผน (Carry out the Plan) หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Looking Back) หมายถึง ขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ หากมั่นใจแล้วให้สรุปคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งกระบวนการฝึกให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเป็นแนวทางหนึ่งให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดคำนวณในเรื่องนั้น ๆ ได้ ซึ่งจะส่งผลต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นต่อไป

Thilagavathy and Deepa (2019) ได้กล่าวถึงการแก้โจทย์ปัญหาว่ามีหลายกลวิธี ซึ่งกลวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ อย่างกลวิธี STAR สามารถช่วยให้นักเรียนทำตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งกลวิธีนี้มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์อย่างละเอียด และตั้งคำถามกับตนเองว่าสิ่งที่โจทย์ให้มาคือสิ่งใด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคือสิ่งใด

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์ เปลี่ยนสิ่งที่โจทย์ให้มาเป็นข้อความนำมาเขียนใหม่ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ดำเนินการค้นหาคำตอบตามสมการที่วางไว้ในขั้นการแปลงโจทย์

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ นำค่าที่หาได้แทนค่าลงในสมการอีกครั้งเพื่อตรวจสอบคำตอบ ตรวจสอบความเป็นไปได้และยืนยันคำตอบ

จากการศึกษาขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา สรุปได้ว่าขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยทั่วไปประกอบด้วยการทำความเข้าใจ การวางแผน การดำเนินการ และการตรวจสอบผลลัพธ์ แต่ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR เนื่องจากเป็นกลวิธีที่ช่วยให้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และสอดคล้องกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยทั่วไป แต่กลวิธี STAR มีการแปลงโจทย์ปัญหาให้มองเห็นภาพมากขึ้น โดยการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนรู้ต่างรูปแบบต่าง ๆ และสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่าย ซึ่งขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย 1) ขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ต้องระบุได้ว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมา และโจทย์ต้องการทราบอะไร 2) ขั้นแปลงโจทย์ปัญหา เป็นการเปลี่ยนประโยคข้อความให้อยู่ในรูปของตัวแปร หรือสัญลักษณ์ 3) ขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และ 4) ขั้นทบทวน เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ว่ามีความถูกต้องหรือเป็นไปได้หรือไม่

6.3 อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

Brueckner and Grossnickle (1974) ได้กล่าวถึงอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1) นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโจทย์ได้ทั้งหมด หรือบางส่วน เนื่องจากขาดประสบการณ์และขาดความคิดรวบยอดเหตุการณ์ในโจทย์ปัญหา

2) นักเรียนมีความบกพร่องในการอ่าน และไม่สามารถจะอ่านเพื่อหารายละเอียดของเนื้อหา

3) นักเรียนไม่สามารถคิดคำนวณได้

4) นักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการและวิธีทำ เป็นผลให้นักเรียนหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม

5) นักเรียนขาดความรู้ในเรื่องความสำคัญ กฎเกณฑ์ สูตร

6) นักเรียนขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนคำอธิบายนักเรียนไม่ทราบความสัมพันธ์เชิงปริมาณวิเคราะห์

8) นักเรียนขาดความสนใจ เนื่องจากขาดความสามารถในการทำโจทย์ปัญหาซึ่งมีความยาก หรือโจทย์ปัญหาไม่จูงใจ

9) ระดับสติปัญญาของนักเรียนต่ำเกินไปที่จะเข้ามาถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในโจทย์ปัญหา

10) นักเรียนขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์ปัญหา

จรรยา ดาสา (2553) ได้กล่าวถึง อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาเคมีคำนวณ ดังนี้

1) นักเรียนไม่เข้าใจปัญหาว่าโจทย์ต้องการอะไร และข้อมูลที่ให้มานั้นมีอะไรบ้างที่เป็นประโยชน์ในการหาคำตอบของปัญหานั้น

2) นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาทำให้ในการแก้ปัญหานั้นมีความผิดพลาดเกิดขึ้น

3) นักเรียนมีปัญหาในการคำนวณ สับสนในการตั้งค่า โดยเฉพาะการเทียบบัญญัติไตรยางศ์และการตัดหน่วย เพราะหน่วยทางเคมีเป็นหน่วยที่นักเรียนไม่คุ้นเคย

4) นักเรียนละเลยการใช้หน่วย จำแต่ตัวเลขทำให้การคำนวณแล้วมีข้อผิดพลาด หรือได้คำตอบที่เป็นไปไม่ได้นักเรียนที่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้น ๆ (Dahsah and Coll, 2007) ส่วนใหญ่จะพยายามแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สูตรในการคำนวณโดยไม่เข้าใจแนวคิดนั้น ๆ จริงและการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหา โดยขาดการเรียนการสอนที่เน้นความเข้าใจแนวคิดที่สำคัญนั้น ทำให้นักเรียนมีความคิดคลาดเคลื่อน อีกทั้งยังไม่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้ แต่อย่างไรก็ตาม จรรยา ดาสา (2553) ได้กล่าวว่าโดยทั่วไปนิยมใช้การเทียบบัญญัติไตรยางศ์หรือตัดหน่วย เนื่องจากช่วยให้

นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดที่เกี่ยวข้องได้ชัดเจน ทั้งนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนหนึ่งประสบปัญหาในการคำนวณ เพราะหน่วยที่ใช้ในทางเคมีนั้นเป็นหน่วยที่นักเรียนไม่คุ้นเคย

สรุปว่าอุปสรรคของการแก้โจทย์ปัญหา คือ การไม่เข้าใจโจทย์ปัญหาว่าต้องการอะไร มีความบกพร่องเรื่องคิดคำนวณ ขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหานั้น มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนจดจำแต่สูตรคำนวณ และเมื่อมีการประยุกต์ใช้เป็นโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น นักเรียนจึงไม่สามารถหาคำตอบได้ การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้นกิจกรรมการเรียนรู้ต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดของเรื่องนั้น ๆ อย่างแท้จริง ไม่ควรเน้นจดจำแค่สูตรคำนวณเพียงอย่างเดียว และผู้สอนควรมีโจทย์ปัญหาที่หลากหลายให้นักเรียนลองฝึกตีโจทย์โดยใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยยังไม่ต้องเริ่มคำนวณ

6.4 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Lamsdaine and Lamsdaine (1995) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาว่า เป็นความสามารถในการค้นพบการจัดการกับวิกฤตการและทำการแยกส่วนวิเคราะห์คำหรือข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปหาคำตอบ

Polya (2004) ให้ความหมายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาว่า ความสามารถในการสำรวจและค้นพบปัญหาของโจทย์ด้วยวิธีต่าง ๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการหาและข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหาและตรวจสอบว่าการคำนวณผลการคำนวณถูกต้องหรือไม่

มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น และ ญาณภัทร สีหะมงคล (2554) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการหา แสดงวิธีการแก้ปัญหา สรุปคำตอบ ตรวจคำตอบ และสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาได้โดยวัดจากแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการสำรวจและการวิเคราะห์โจทย์ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยการนำความรู้ความเข้าใจมาเป็นพื้นฐานสำหรับใช้ในการคำนวณหรือแก้โจทย์ปัญหา สามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นขั้นตอน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

6.5 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

6.5.1 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถวัดการแก้โจทย์ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ (2539) ได้เสนอการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ว่าสามารถใช้เครื่องมือและวิธีการวัดที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1) การสังเกต การสังเกตการแก้ปัญหาของนักเรียนมี 2 วิธี ดังนี้

1.1) การสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นในเวลาที่นักเรียนตอบคำถามโดยพิจารณาว่านักเรียนมีการใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ครูต้องบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนต่อไป

1.2) การสังเกตแบบตั้งใจ ต้องทำแบบรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการวัด

2) การประเมินตนเอง เป็นการให้นักเรียนได้ประเมินว่าตนเองมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อพบปัญหา ใช้วิธีใดแก้ และในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาตนเองติดขัดที่ขั้นตอนใด การประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน

3) แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแบบสำรวจที่สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกถึงพฤติกรรมของนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหาหรือการแสดงออกของขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างดี

4) แบบทดสอบข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนว่าอย่างไรในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ โดยนักเรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา และครูมีการกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงตอนสุดท้ายว่าให้คะแนนขั้นตอนละกี่คะแนน

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้เสนอการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ว่าสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภทสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสมตามลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) แบบทดสอบหรือชุดคำถาม เป็นการตอบคำถามได้หลายลักษณะอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบการพูด หรือการปฏิบัติ ที่สามารถสังเกตได้ว่าเป็นปริมาตรได้ ซึ่งแบบทดสอบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ แบ่งเป็น 2 ประเภทตามรูปแบบของคำถาม

1.1) แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามและมีตัวเลือกให้เลือกคำตอบสามารถแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

1.2) แบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามแต่ไม่มีตัวเลือกผู้ตอบต้อง เขียนคำตอบเอง แบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น และแบบทดสอบอัตนัย

จารุวรรณ จันทมัตตุการ และคณะ (2562) กล่าวถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถวัดการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี มี

ลักษณะเป็นแบบอัตนัย โดยมีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้กับนักเรียนดำเนินการคิดแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสามารถใช้เครื่องมือแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และจะเห็นว่าเป็นแบบทดสอบอัตนัยโดยลักษณะการวัดจะวัดตามรูปแบบของกระบวนการแก้ปัญหา

6.5.2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537; อ้างอิงใน ธีรพล พากเพียรกิจ, 2558) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบสำหรับการแก้ปัญหาดังนี้

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น	คะแนน	ความหมาย
- ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์	4	ยอดเยี่ยม
- ดำเนินการตามยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องแต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไปโดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหา - เลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม หาคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามยุทธวิธีได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา	3	ดี
- ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา	2	พอใช้

ตาราง 3 (ต่อ)

ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น	คะแนน	ความหมาย
- แสดงวิธีหาคำตอบและสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการและมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหายุทธวิธีอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่จะหาเป้าหมายย่อย ๆ ของปัญหา และไม่ดำเนินการต่อ	1	ต้องปรับปรุง
- ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา	0	ไม่พยายาม

ที่มา : ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537; อ้างอิงใน ธีรพล พากเพียรกิจ, 2558)

Charles et al. (1987) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบย่อย ดังตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เกณฑ์ประเมินแบบย่อย

องค์ประกอบย่อย	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ	ระดับคะแนน
ความเข้าใจในปัญหา	ไม่เข้าใจปัญหา	1
	มีบางส่วนของปัญหาที่เข้าใจหรือตีความผิด	2
	เข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ชัดเจน	3
การวางแผนแก้ปัญหา	ไม่มีการวางแผนหรือวางแผนอย่างไม่ถูกต้อง	1
	วางแผนถูกต้องบางส่วน	2
	การวางแผนนำ ไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	3
การได้มาซึ่งคำตอบ	ไม่ตอบ หรือได้คำตอบที่มาจากการวางแผนที่ผิด	1
	เขียนคำตอบผิด คำนวณผิดพลาด	2
	ได้คำตอบที่ถูกต้อง	3

ที่มา : Charles et al. (1987)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ	ระดับคุณภาพ
ความเข้าใจปัญหา	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง	3 (ดี)
	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง	2 (พอใช้)
	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา	1 (ต้องปรับปรุง)
การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	3 (ดี)
	เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง	2 (พอใช้)
	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง	1 (ปรับปรุง)
การใช้วิธีการแก้ปัญหา	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง	3 (ดี)
	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง	2 (พอใช้)
	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง	1 (ต้องปรับปรุง)
การสรุปคำตอบ	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์	3 (ดี)
	สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง	2 (พอใช้)
	ไม่มีการสรุปคำตอบ	1 (ต้องปรับปรุง)

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)

ปาจรีย์ เยาดำ (2553) ได้ระบุการให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนกลวิธี STAR ดังตาราง 6

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนกลวิธี STAR

การแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ	เกณฑ์การให้คะแนน
ส่วนที่ 1 การศึกษาโจทย์ปัญหา	สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ทั้งหมด	2
	สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้บางส่วน	1
	ไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้	0
ส่วนที่ 2 การแปลงข้อมูลที่ได้ไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	สามารถแปลงประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้	1
	ไม่สามารถแปลงประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้	0
ส่วนที่ 3 การหาคำตอบ	สามารถแก้สมการได้ทั้งหมดและถูกต้องสมบูรณ์	3
	สามารถแก้สมการได้ทั้งหมด แต่เกิดความผิดพลาดจากการคิดคำนวณผิดบางส่วน	2
	สามารถแก้สมการได้บางส่วนแต่ไม่สมบูรณ์	1
	ไม่แสดงอะไรเลย	0
ส่วนที่ 4 การทบทวนคำตอบ	แสดงการตรวจทานคำตอบบ้างและสมบูรณ์	2
	แสดงการตรวจคำตอบได้ถูกต้องและไม่สมบูรณ์	1
	ไม่แสดงอะไรเลย	0

ที่มา : ปาจรีย์ เยาดำ (2553)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพิจารณาจากพฤติกรรมชี้วัดตามกระบวนการแก้ปัญหาของวิธีการหรือเทคนิคนั้น ๆ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กลวิธี STAR โดยยึดการประเมินผลแบบองค์ประกอบย่อย ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) และดัดแปลงเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อให้เหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี ซึ่งพิจารณาจากขั้นตอนของกลวิธี STAR โดยวัดจากพฤติกรรมดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของกลวิธี STAR

การแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การศึกษาโจทย์ปัญหา		- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการได้ถูกต้อง ครบถ้วน	2
		- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการถูกต้องบางส่วน	1
		- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการผิดทั้งหมด หรือไม่แสดงอะไรเลย	0
2. การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา	2.1 ด้านการเขียนแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอน	- เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพได้ถูกต้อง	2
		- เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพได้บางส่วน	1
		- เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงอะไรเลย	0
	2.2 ด้านการระบุสมการหรือแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	- เขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพ ครบถ้วน	2
		- เขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพบางส่วน	1
		- ไม่สามารถเขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพ	0

ตาราง 7 (ต่อ)

การแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ	เกณฑ์การให้คะแนน
3. การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา	3.1 ด้านกระบวนการคำนวณ	- สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	2
		- สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบถูกต้องบางส่วน	1
		- แสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่มีร่องรอยในการทำ	0
	3.2 ด้านระบุคำตอบ	- สามารถระบุคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์	2
		- สามารถระบุคำตอบได้ใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้อง	1
		- ระบุคำตอบไม่ถูกต้อง	0
4. การทบทวนคำตอบของโจทย์ปัญหา	4.1 ด้านการแสดงวิธีการตรวจคำตอบ	- สามารถแสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง และมีความสมเหตุสมผล สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ	2
		- แสดงการตรวจคำตอบ โดยใช้วิธีการอื่น ๆ แต่ยังขาดความสมเหตุสมผลหรือไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา	1
		- ไม่สามารถแสดงการตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการใด ๆ ได้	0
	4.2 ด้านการสรุปคำตอบ	- มีการสรุปคำตอบที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา พร้อมระบุหน่วยทางเคมีได้ถูกต้องสมบูรณ์	2
		- มีการสรุปคำตอบที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาและระบุหน่วยได้ทางเคมีไม่สมบูรณ์	1
		- ไม่มีการสรุปคำตอบที่ได้ หรือสรุปคำตอบไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการหา	0

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อารีย์ วชิรวราการ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ แต่คนส่วนมากเข้าใจว่าผลสัมฤทธิ์เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนภายในโรงเรียน และมองในแง่ความรู้ความสามารถทางสมองเท่านั้น ในทางที่เป็นจริงแล้ว ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรม ก็เป็นผลจากการฝึกสอนและอบรม ซึ่งก็นับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือก็ต้องอาศัยความรอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้การศึกษา ค้นคว้า อบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้าน และแหล่งอื่น ๆ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

สมนึก ภัททิยธนี (2558) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมี 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานล้วน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการ หมายถึง ผลจากการวัดความสามารถของนักเรียนจากเนื้อหาในรายวิชานั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ ความสามารถ ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้ และได้รับจากกระบวนการเรียนการสอน เพื่อเกิดทักษะในการเรียนและเกิดผลสัมฤทธิ์ในระดับสูงขึ้น

7.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวถึง ผลงานทางวิชาการของเบนจามิน บลูม (Benjamin S. Bloom) ที่มีชื่อ อนุกรมวิธานของบลูม (Blooms' Taxonomy) ซึ่งก็คือการจัดจำแนกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านจิตพิสัย (Affective Domain) สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้น บลูมได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge)เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถตอบเกี่ยวกับสาระหรือข้อเท็จจริง คำนิยาม ชื่อ สูตรต่าง ๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การ

ประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากความจำ เช่น

- สิ่งแวดล้อมหมายถึงอะไร
- ระบบสุริยะประกอบด้วยอะไรบ้าง
- โมเลกุลคืออะไร

2) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ทั้งด้านความหมายความสัมพันธ์ และความรู้ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิด (Network of Concepts) ทั้งหมดที่เรียน การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถในการอธิบาย บรรยาย แปลความหมาย ขยายความ สรุปอ้างอิงจากข้อมูล (Data) ที่ผ่านการประมวลเป็นสารสนเทศ (Information) แล้ว เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- เพราะเหตุใดในทะเลทรายจึงมีพืชดำรงชีวิตอยู่ได้น้อย
- ทำไมดวงจันทร์จึงมีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละคืน
- เพราะเหตุใดจึงต้องสร้างเขื่อนให้ฐานเขื่อนมีความกว้างกว่าสันเขื่อน

3) ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ (Application) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำเอาข้อเท็จจริง (Fact) ความคิด (Idea) หลักการ (Principle) กฎ (Law) วิธีการ หรือสูตรต่าง ๆ มาใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการนำไปใช้ เช่น

- ถ้าอุ่นแกงไปเรื่อย ๆ จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง
- ในการทำน้ำเชื่อม ถ้าอยากให้น้ำตาลทรายทั้งหมดละลายได้เร็วขึ้นจะทำอย่างไรได้บ้าง
- เราจะวัดความสูงของต้นไม้ได้อย่างไร

4) ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analyzation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณและลึกซึ้ง เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยตรง มี 2 ลักษณะ คือ

4.1) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

4.2) วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิง หรือหลักการต่าง ๆ เพื่อหาหลักฐานที่สนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นการประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการ

แยกแยะเรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ หาความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นมาตอบคำถาม ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- การทดลองนี้ นักเรียนต้องควบคุมอะไรให้คงที่บ้าง
- ดาวศุกร์และโลกมีอะไรเหมือนกันและแตกต่างกันบ้าง
- ถ้าน้ำมันปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติหมดไปจากโลก จะส่งผลต่อมนุษย์อย่างไรบ้าง

5) ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis)เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ทำนายสถานการณ์ในอนาคต คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่ หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถาม ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสังเคราะห์ เช่น

- เราจะวางแผนการบันทึกจำนวนแมลงที่บินเข้าและออกจากสวนได้อย่างไร
- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้น้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมีวิธีการอย่างไรบ้าง
- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้เหมือนจริงมากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6) ระดับที่ 6 ระดับการประเมินผล (Evaluation)เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนต้องใช้การตัดสินคุณค่า โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความเห็นในเรื่องนั้น ๆ ได้ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินผล เช่น

- นักเรียนคิดว่าเหตุผลของนักดาราศาสตร์ในการตัดสินให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์แคระในระบบสุริยะเพียงพอแล้วหรือไม่ เพราะเหตุใด
- นักเรียนคิดว่าการค้นพบทฤษฎีสัมพัทธ์ภาพของไอน์สไตน์มีประโยชน์หรือไม่ เพราะเหตุใด
- หากประเทศไทยจะประกาศให้การโคลนเป็นเรื่องที่ทำได้โดยถูกกฎหมาย นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

แอนเดอร์สัน (Anderson and Krathwohl, 2001 อ้างใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูม โดยใช้ชื่อว่าอนุกรมวิธานการเรียน การสอน และการประเมิน หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกิริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้ ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ เช่น

- อะตอมคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- สมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นอย่างไร

2) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผัง ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- แรงสัมผัสและแรงไม่สัมผัสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
- แผนภูมิแสดงความสูงของพืชแต่ละชนิดในหนึ่งสัปดาห์สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชได้ว่าอย่างไร
- เพราะเหตุใดนักบินอวกาศจึงต้องสวมชุดอวกาศเมื่อออกไปปฏิบัติภารกิจภายนอกยานอวกาศ

3) ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้ เช่น

- จะเกิดอะไรขึ้นถ้าแกงที่กำลังเดือดได้รับพลังงานความร้อนมากขึ้น
- ถ้านำพืชแต่ละชนิดไปวางไว้ในที่ที่ไม่มีแสงแดดส่องถึง พืชแต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
- จะเลือกใช้วัสดุชนิดใดมาสร้างเสื้อกันฝน เพราะเหตุใด

4) ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถแจกแจง แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมาตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- ปากใบมีความสำคัญอย่างไรต่อการทำหน้าที่ของใบพืช
- การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารมีผลต่อการเกิดลมอย่างไร
- ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งขั้วโลก และแต่ละปัจจัยมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

5) ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า เช่น

- แบบจำลองใดที่อธิบายเกี่ยวกับระบบสุริยะได้ครบถ้วนและใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด
- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้น้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมีวิธีการอย่างไรบ้าง
- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้เหมือนจริงมากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6) ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถการนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อย เข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสรรค์ เช่น

- เสนอแนวทางอื่น ๆ ที่จะทำให้ประเทศไทยมีพลังงานไว้ใช้ผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของคนทั้งประเทศ
- นักเรียนเห็นด้วยกับการนำเทคโนโลยีตัดต่อพันธุกรรมมาใช้กับผลผลิตทางการเกษตรหรือไม่ เพราะเหตุใด
- เพราะเหตุใดหมาป่าจึงไม่สามารถทำลายบ้านของหมูตัวที่ 3 ได้

นันท์ภัส นิยมทรัพย์ (2560) กล่าวถึง คำอธิบายและคำกริยาที่ใช้ในอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูมมีรายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 8 อนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
จำได้	การระลึกได้ถึงข้อเท็จ จริง ข้อความ หรือความรู้เฉพาะด้าน โดยการระลึกได้จากความจำระยะยาว	นับ นิยาม บรรยาย วาด ค้นหา	ระบุ ทำ เครื่องหมาย ใส่รายการ บอกตำแหน่ง บอกชื่อ	เรียก ท่อง บันทึก เล่าเหตุการณ์ บอก

ตาราง 8 (ต่อ)

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
เข้าใจ	การเข้าใจและการสร้างความหมายด้วยปากเปล่า การเขียนและการสื่อสารด้วยภาพกราฟิก	แบ่งประเภท บรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง อธิบาย	อ้างถึง ระบุ ตีความ โครงร่าง ถอดความ	แทนที่ เรียบเรียงใหม่ สรุป บอก แปล
ประยุกต์	การใช้หรือการปฏิบัติกระบวนการในสถานการณ์ใหม่ที่เป็นรูปธรรม	นำไปปฏิบัติ แบ่งประเภท คำนวณ แสดงให้เห็น กำหนด/ตัดสินใจ	วาด ดำเนินการ แสดง ภาพประกอบ ใช้อุปกรณ์ วางแผน	เลือก แสดงให้เห็น แก้ปัญหา ถ่ายโอน ใช้
วิเคราะห์	การแยกส่วนจากองค์รวมไปสู่ส่วนย่อยและทำความเข้าใจบทบาทของแต่ละส่วนย่อยนั้น การบอกความสัมพันธ์ของส่วนย่อยนั้น และความสัมพันธ์ของเป้าหมายโดยรวมหรือโครงสร้างโดยรวม	วิเคราะห์ จำแนก/แยกแยะ จัดหมวดหมู่ ให้คุณ-ลักษณะ เปรียบเทียบ	บอกสิ่งที่ขัดแย้ง ถอดโครงสร้าง บอกความแตกต่าง แบ่งแยกทำให้เห็นความต่าง	ตรวจสอบ อนุมาน/อุปนัย ไต่สอบสวน เชื่อมโยงแยกส่วน
ประเมิน	การสร้างและแสดงให้เห็นถึงคำตัดสินที่เกิดจากเกณฑ์	อ้างเหตุผล ประเมิน คุณค่า เลือกสรร ลงความเห็น วิจารณ์	ตัดสิน ประเมิน คิดเห็น แสดงเหตุผล คาดการณ์	ลำดับ ความสำคัญ พิสูจน์ จัดตำแหน่ง กำหนด ระดับชั้น คัดเลือก

ตาราง 8 (ต่อ)

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
สร้าง	การสร้างแบบแผนใหม่ด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เป็นปัจเจก หรือการจัดวางส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้เกิดเป็นแบบแผนที่สอดคล้องเป็นหนึ่งเดียวกัน	ดัดแปลง สร้าง ออกแบบ พัฒนา คิดสูตร/ บัญญัติ	จินตนาการ บูรณาการ ประดิษฐ์ ทำ/ก่อ ปรับเปลี่ยน	ประกอบ วางแผน คาดการณ์ ผลิต เสนอ/แนะนำ

ที่มา: นันท์ภัส นิยมทรัพย์ (2560)

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้จากการบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า และอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ จดจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีดีขึ้น โดยวัดผลด้านพุทธิพิสัยในระดับ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

7.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.3.1 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

อารีย์ วชิรวราการ (2542) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่วัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้าน ความรู้ ทักษะ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากภายในโรงเรียนและภายนอกโรงเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ ตามวัตถุประสงค์ของวิชา โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาต่างๆในโรงเรียนที่ผ่านการเรียนมาแล้วว่ามีความรอบรู้มากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า หมายถึง ข้อคำถามที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ โดยเน้นที่ความสามารถทางวิชาการของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ไปแล้ว ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของวิชา

7.3.2 จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเป็นการกำหนดขอบเขต หรือขอบข่ายของครูผู้สอนว่าจะใช้ประเด็นใดในการวัดและประเมินนักเรียน เพื่อให้เหมาะสมกับแนวการจัดการเรียนการสอน ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้นิยามจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

สมจิต จันทร์ฉาย (2557) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ว่า เพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้ผู้สอนทราบจุดอ่อนจุดแข็งของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำผลไปปรับปรุงหลักสูตรและประสิทธิภาพของผู้สอน

โชติกา ภาษีผล และคณะ (2558) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ดังนี้

1) การวัดและประเมินผลเพื่อจัดตำแหน่ง
2) การวัดและประเมินผลเพื่อคัดเลือก
3) การวัดและประเมินผลเพื่อวินิจฉัย
4) การวัดและประเมินผลเพื่อเปรียบเทียบ
5) การวัดและประเมินผลเพื่อพยากรณ์
6) การวัดและประเมินผลเพื่อประเมินค่า

จากที่การศึกษาสามารถสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อการนำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อทราบจุดแข็ง จุดอ่อนของนักเรียน นำไปปรับปรุงหลักสูตรและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ

7.3.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้อธิบายถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบ กับให้นักเรียนปฏิบัติจริงซึ่งมี 2 แบบ คือ

1) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐานการแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และยอมรับในคุณภาพที่สามารถยายอิงสู่ประชากรได้ กรดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่างไม่ว่าการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจ และการแปลคะแนนของข้อสอบ

2) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอนเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องในส่วนใดจะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความรู้เพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่ได้มาตรฐานแก้ไขได้ทุกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างนี้จึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นนี้ จะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกัน ดังนี้

1) วัดด้านการนำไปใช้

2) วัดด้านการวิเคราะห์

3) วัดด้านการสังเคราะห์

4) วัดด้านการประเมินค่า

ไพศาล วรคำ (2562) ได้กล่าวถึงการจำแนกแบบทดสอบตามการตรวจให้คะแนนสามารถจำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

1) แบบทดสอบปรนัย (Objective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ ไม่ว่าจะให้บุคคลใดเป็นผู้ตรวจก็จะสามารถให้คะแนนได้ถูกต้องตรงกันเสมอ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด เป็นต้น

2) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำหรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

3) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนตามโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

สรุปได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกได้หลายประเภทตามเกณฑ์การจำแนก โดยถ้าแบ่งตามการสร้างจะได้แบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หากจำแนกตามการตรวจให้คะแนน จำแนกได้เป็นแบบทดสอบปรนัย ซึ่งการตรวจให้คะแนนจะไม่ขึ้นอยู่กับผู้ให้คะแนน แบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งการให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยจะขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน และหากจำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน จำแนกได้เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ว่ามีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ของแต่ละบุคคลว่ามีความรู้อยู่ระดับใดเมื่อเทียบกับบุคคลอื่น

8. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)

8.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555) กล่าวถึง การหาคุณภาพของนวัตกรรมโดยมีวิธีการดังนี้

1) การตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องที่ทำนวัตกรรมนั้นโดยตรงอย่างน้อย 3 คนตรวจสอบ ถ้าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มีความเห็น

สอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คน แสดงว่าเนื้อหาและรูปแบบมีความถูกต้องเที่ยงตรงและครอบคลุมจุดมุ่งหมายที่กำหนด ซึ่งการตรวจสอบที่สมบูรณ์ถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปทดลองใช้นั้นจะใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของนวัตกรรม

2) การทดลองและพัฒนา เป็นการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้กันโดยทั่วไปและเชื่อว่ามีมาตรฐานจะมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1) การทดลองแบบ 1:1 เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ตรวจสอบการใช้นวัตกรรมและความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่างๆ อย่างละเอียด จากการสังเกตพฤติกรรมการใช้ของนักเรียนและนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์

2.2) การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน 5-10 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องเหมาะสมของนวัตกรรมที่สร้างหรือพัฒนาขึ้น และนำผลมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

2.3) การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนตั้งแต่ 20-30 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (Developmental Testing) เป็นกระบวนการควบคุมและประกันคุณภาพ เพื่อให้แน่ใจว่าต้นแบบชิ้นงานของผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจริง ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่หรือใช้จริง รวมถึงการผลิตสื่อและชุดการสอนที่เป็นต้นแบบชิ้นงานใหม่เช่นเดียวกัน จำเป็นที่ต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนที่จะให้ครูนำไปใช้กับนักเรียน โดยดำเนินการตามกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดลองใช้เบื้องต้น (Tryout) และการทดลองใช้จริง (Trial Run) ซึ่งมีวิธีการทดสอบประสิทธิภาพโดยการใช้สูตร E_1/ E_2 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process-E_1) และทดสอบประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product-E_2)

1) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ประสาท เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์

1) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมการเรียนการสอนและนำไปใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

2) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการนี้

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นจะมี 2 ขั้นตอนหลักคือ การตรวจสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงจนกว่าจะเท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และการหาประสิทธิภาพจากการนำไปใช้สอนจริง ในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

8.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

8.2.1 ความหมายของเกณฑ์

สุวิมล ว่องวาณิช (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ระดับที่ใช้ในการตัดสินความสำเร็จของการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้ที่กำหนด เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ถือว่าอยู่ในระดับดี กำหนดเกณฑ์การตัดสินว่าต้องสอบได้คะแนน 80 % จึงจะได้เกรด A ถ้าได้น้อยกว่า 50 % ถือว่าสอบตก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

จากข้างต้นสามารถสรุปความหมายของเกณฑ์ได้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ขีดหรือระดับที่ใช้ตัดสินความสำเร็จของงาน คุณภาพของผลงาน และผลการกระทำหรือการปฏิบัติ

8.2.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555) อธิบายว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ โดยยกตัวอย่าง E_1/E_2 = 80/80 ดังนี้

1) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ

ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาค่าเฉลี่ย E_1 และ E_2

2) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

3) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยเทียบจากคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก และอธิบายว่าการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า“กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product)ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

สรุปได้ว่า ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นระดับที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยเกณฑ์ของประสิทธิภาพมีความหมายที่แตกต่างกันหลายลักษณะ และการกำหนดเกณฑ์ทำได้โดยประเมินผลพฤติกรรม 2 ประเภท ได้แก่ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องซึ่งเป็นการประเมินผลของกระบวนการและประเมินพฤติกรรมสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์

8.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) ได้กล่าวว่าการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม สามารถหาได้จากการคำนวณตามสูตรดังนี้

1) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum\left(\frac{X}{A}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนที่ได้จากคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของคุณลักษณะและการทดสอบย่อย ระหว่างเรียน

2) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum\left(\frac{Y}{B}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

ประสาท เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงสูตรการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมดังนี้

1) สูตรที่ 1 $$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของทุกส่วน

2) สูตรที่ 2 $$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน

สรุปได้ว่า การคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมจะแบ่งออกเป็นการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ซึ่งค่าคะแนนได้มาจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและการทดสอบย่อย และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ซึ่งค่าคะแนนได้มาจากการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด

8.4 การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมมพิจารณา ดังนี้

1) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

2) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 2.5 สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

ประสาท เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยการยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

1) สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพบทเรียนสำเร็จรูปได้ 95/95

2) เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพบทเรียนสำเร็จรูปได้ 90/90

3) ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

สรุปได้ว่า การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นจะต้องพิจารณาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยถ้าคำนวณค่าประสิทธิภาพได้สูงกว่า หรือเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ แต่หากได้ค่าต่ำกว่าเกณฑ์จะต้องได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 จึงจะยอมรับได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปว่า การหาประสิทธิของนวัตกรรมหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้น สามารถหาประสิทธิภาพโดยการใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ที่ได้จากการประเมินนักเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียนของนักเรียน และ E_2 เป็นประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นการประเมินผลลัพธ์สุดท้าย ซึ่งได้จากคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน แต่การที่จะสรุปว่าสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่ จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา การเลือกเกณฑ์เพื่อ

กำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรม ควรพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของสื่อนวัตกรรม ความยากของเนื้อหาสาระ สติปัญญาของกลุ่มนักเรียน วุฒิภาวะของนักเรียนและวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและซับซ้อน อีกทั้งคำนึงถึงสติปัญญาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงได้ตั้งเกณฑ์ของประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 70/70 หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เมื่อนำไปใช้แล้วทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดตามเกณฑ์ 70/70 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

1) เกณฑ์ 70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้แก่ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้ ประเมินจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วน 60 : 40 ตามลำดับ หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

2) เกณฑ์ 70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถส่งผลให้เกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด คำนวณได้จากการรวมคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบหลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทุกแผนการจัดการเรียนรู้ หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

วิจิตรา จิตสุภา (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบโดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี ให้มีประสิทธิภาพ 80/80 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประชากร คือ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุตรดิตถ์ดรุณี จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 45 คน พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง

ธาตุและสารประกอบ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 86/85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสร้างความรู้ด้วยตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก

รุ่งทิวา การะกุล (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) หาดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสมสนุกพิทยาคม จังหวัดบึงกาฬ จำนวน 24 คน พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.62/84.48 2) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6896 3) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .014 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

สมเกียรติ อินทสิงห์ (2559) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออแกไนซ์เซอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออแกไนซ์เซอร์และ 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออแกไนซ์เซอร์ กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม. 4/1 โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 54 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลาก ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออแกไนซ์เซอร์ของนักเรียนในด้านการระบุข้อมูลจากโจทย์ การเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ การวางแผนและดำเนินการหาคำตอบร่วมกับใช้กราฟิกออแกไนซ์เซอร์ช่วยในการคิดและการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธณัชชา จันทกาญจน์ และกรวิกา ก้องกุล (2561) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่อง ลำดับ ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองและ 3) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวนนักเรียน 45 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.72 /77.53 2) ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 68.41 และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิตาพร พิมพ์พันธุ์ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองสานแตร อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตนพร บูรณะพล (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน ได้มาโดยการ

เลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน 4) แบบสังเกตพฤติรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 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

9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Maccini and Ruhl (2000) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมสื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมหรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาการลบจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนมีอุปสรรคในการให้เหตุผลขั้นสูง และทักษะการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแสดงความหมายและการหาคำตอบของปัญหาการลบจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 3 คน มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการหาคำตอบของปัญหา พบว่า นักเรียนยังคงหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และ 1 สัปดาห์ต่อมาทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการแสดงความหมายของปัญหา ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงความหมายของปัญหาได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

Ipek (2013) ได้ศึกษาผลของการใช้กลวิธี STAR ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาผลของการใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ระยะการวิจัย 7 สัปดาห์ เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา และ 3) แบบประเมินทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อสิ้นสุดการวิจัย ให้นักเรียนได้ประเมินและแสดงมุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ มีการศึกษาความแตกต่างระหว่างคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนว่ามีความหมายทางสถิติหรือไม่ จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนที่ใช้กลวิธี STAR นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Kibos et al (2015) ได้ศึกษาผลของการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ

การสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ซึ่งวิธีวิจัยที่ใช้เป็นแบบกึ่งทดลอง และมีกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่เท่ากัน ประชากรได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงมีจำนวนนักเรียน 160 คน นักเรียนได้รับการสอนในหัวข้อเรื่อง โครงสร้างและพันธะเคมี ในกลุ่มทดลองใช้แนวทางการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ขณะที่กลุ่มควบคุมใช้แนวทางการสอนแบบดั้งเดิม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องที่สร้างขึ้น ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือก่อนที่จะนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test ANOVA และ ANCOVA สมมติฐานได้รับการยอมรับหรือปฏิเสธที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการวิจัยพบว่า การสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษานี้อาจเป็นประโยชน์ต่อครูที่สอนวิชาเคมีและนักพัฒนาหลักสูตรในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

Shadreck and Enunuwe (2017) ได้ศึกษาการสอนการแก้ปัญหาเพื่อเอาชนะความยากลำบากของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ การศึกษาครั้งนี้พยายามค้นหาความยากลำบากในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ วิชาเคมีของนักเรียนและการแก้ปัญหาเหล่านั้นโดยใช้วิธีการแก้ปัญหา การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองแบบกึ่งทดลองมีผู้เข้าร่วมทั้งหมด 485 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา 8 แห่ง การเก็บรวมรวมข้อมูลโดยวัดการทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงอนุมานและ ANCOVA จากการค้นพบปัญหา คือ ขาดความเข้าใจในเรื่องของจำนวนโมล ขาดความสามารถในการดุลสมการ ขาดความสามารถในการใช้ความสัมพันธ์ทางปริมาณสารสัมพันธ์ ขาดความสามารถระบุสารกำหนดปริมาณ การหาผลได้ตามทฤษฎี และการระบุสารที่เหลือจากปฏิกิริยา การวิจัยยังพบว่า การสอนการแก้ปัญหาช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 การสอนการแก้ปัญหาทำให้การแก้โจทย์ปัญหาที่ยาก ๆ อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับวิธีการสอนแบบบรรยายปกติ ข้อแนะนำของนักการศึกษาเคมีว่า หากต้องการช่วยให้นักเรียนกลายเป็นผู้แก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและมีความมั่นใจควรวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียน นอกจากนี้นักการศึกษาทางเคมีควรใช้เทคนิคการสอนในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาความยากลำบากในการแก้โจทย์เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

Maria Wendy M. Solomo (2020) ได้ศึกษาการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีด้านพุทธิพิสัย ระดับความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังตรวจสอบปัจจัยที่มีนัยสำคัญที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียน โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบกึ่งทดลอง มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ การประยุกต์ใช้และการวิเคราะห์เพิ่มสูงขึ้น กลยุทธ์ของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองและการมีส่วนร่วมของนักเรียนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านระดับการประยุกต์โดยในส่วนของการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย นักเรียนในกลุ่มทดลองได้ค่าเฉลี่ย 11.74 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 8.66 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองสามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารได้ ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิพิสัยระดับการประยุกต์ใช้จึงเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุม และการศึกษาควรพัฒนาระดับความคิดของนักเรียนให้สูงขึ้นโดยใช้แนวทางทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในสาขาวิชาต่าง ๆ

Ozkubat et al (2021) ได้ศึกษาประสิทธิผลของกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาของกลวิธี STAR ที่มีผลต่อนักเรียนที่มีความผิดปกติเล็กน้อยโดยการแก้ปัญหาเรื่องการบวกและลบในขั้นตอนเดียวของนักเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 1, 3 และ 5 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า เมื่อใช้กลวิธี STAR นักเรียนสามารถตอบโจทย์ปัญหาถูกต้อง อย่างน้อยจำนวน 8 ข้อซึ่งมากกว่าก่อนที่จะใช้การจัดการเรียนรู้โดยกลวิธี STAR และเมื่อทำการทดสอบอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 1, 3 และ 5 สัปดาห์ พบว่าจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกไม่ได้ลดน้อยลง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ากลวิธี STAR มีผลกระทบต่อกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศข้างต้นพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังพบว่าการสอนให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ควรใช้เทคนิคหรือกลวิธีมาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจากงานวิจัยพบว่ากลวิธี STAR ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ และส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2562)

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้อง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5, มัธยมศึกษาปีที่ 4/6 และมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จากโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 105 คน จากผลการใช้เกรดเฉลี่ยรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยสถิติทดสอบ F-test พบว่า ประชากรมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 105 คน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Between Groups	.122	2	.061	.108	.898
Within Groups	57.507	102	.564		
Total	57.629	104			

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ด้วยวิธีการสุ่มหน่วยตัวอย่างแบบง่ายมา 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 จำนวน 33 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 1 การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น
แผนการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี 1
แผนการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี 2
แผนการเรียนรู้ที่ 4 การคำนวณปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน 1
แผนการเรียนรู้ที่ 5 การคำนวณปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน 2
แผนการเรียนรู้ที่ 6 สารกำหนดปริมาณ 1
แผนการเรียนรู้ที่ 7 สารกำหนดปริมาณ 2
แผนการเรียนรู้ที่ 8 การคำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

2.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 2 และคู่มือครู

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR และศึกษาเอกสาร หนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองตามรูปแบบของ Driver and Bell (1986) กลวิธี STAR ผลการเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR

3.1.3 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการ รายละเอียดดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น	เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีสามารถบอกสัดส่วนโดยโมลที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกันและสามารถนำมาใช้ในการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายได้ เช่น $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ ถ้าทราบความเข้มข้นของ H_2SO_4 และปริมาตรที่สารทำปฏิกิริยาพอดีสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของ NaOH ได้ โดยแปลงความเข้มข้นของ H_2SO_4 ให้กลายเป็นจำนวนโมลของ $H_2SO_4 \longrightarrow$จำนวนโมล NaOH $\longrightarrow$ ความเข้มข้นของ NaOH	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1
2	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี 1	กฎของเกย์-ลูสแซก คือ ที่ T และ P ของแก๊สคงที่ V ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สแสดงด้วยอัตราส่วนของจำนวนเต็มที่มีค่าน้อย และหาสูตรโมเลกุลจากการใช้ปริมาตรแก๊สหาอัตราส่วนโดยโมลที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกัน โดยอัตราส่วนโดยปริมาตร = อัตราส่วนโดยโมล กฎของอาโวกาโดร คือ ที่ T และ P ของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับจำนวนโมลของแก๊ส	1. นักเรียนอธิบายกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้ 2. นักเรียนคำนวณหาสูตรโมเลกุลได้ 3 นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาได้ 4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี 2	เมื่อทราบสมการเคมีและสัดส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา ทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณของสารในหน่วยต่าง ๆ ได้ ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP เช่น $C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$ ที่ STP ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจน 13.44 ลิตร จะทำปฏิกิริยาพอดีกับถ่านกี่กรัม วิธีทำ มวลของ $C = (13.44\ L\ H_2) \times (1\ mol\ H_2/22.4\ L\ H_2) \times (1\ mol\ C/2\ mol\ H_2) \times (12.01\ g\ C/1\ mol\ C)$	1.นักเรียนสามารถใช้ปริมาตรของแก๊สที่ STP หาปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบปริมาณสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรแก๊สที่ STP ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลได้ 4.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1
4	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	การคำนวณปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน 1	ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม ดังนี้ $aA + bB \longrightarrow cC$ สมการที่ 1 $dD + eC \longrightarrow hH$ สมการที่ 2 โดยหาสารตัวร่วมของ 2 สมการ ทำให้จำนวนโมลของตัวร่วมของทั้ง 2 สมการให้เท่ากัน รวมทั้ง 2 สมการ จากนั้นอาศัยความสัมพันธ์ของจำนวนโมลในสมการนำมาหาจำนวนโมลของสารที่ต้องการทราบค่า	1. นักเรียนสามารถใช้จำนวนโมลในสมการหาจำนวนโมลของสารที่ต้องการทราบค่าได้ 2. นักเรียนสามารถทำให้จำนวนโมลของสารตัวร่วมสมการที่ 1 เท่ากับสมการที่ 2 ได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณของสารได้จากสมการรวมของปฏิกิริยาเคมีหลายขั้น 4.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
5	คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	การคำนวณปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน 2	วิธีคำนวณหาปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ เช่น aA + bB ⟶hH (1) eH⟶ cC + dD (2) โดยหาสารตัวร่วมของ 2 สมการ ทำให้จำนวนโมลของสารตัวร่วมของทั้ง 2 สมการเท่ากัน จากนั้นรวมทั้ง 2 สมการ แล้วอาศัยความสัมพันธ์ของจำนวนโมลในสมการนำมาหาจำนวนโมลของสารที่ต้องการทราบค่าหาได้ดังนี้ mol B =มวล Bx(1 mol ของ B/มวลของ B (g)) ; mol C =mol B x (c mol C/b mol B) ,มวล C = mol C x(มวลของสาร C (g)/1 mol ของ C)	1. นักเรียนอธิบายการหามวลของสารผลิตภัณฑ์ในสมการรวมในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารผลิตภัณฑ์ในสมการรวมในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นได้ 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1
6	ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	สารกำหนดปริมาณ1	สารกำหนดปริมาณ คือ สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารตัวอื่น เช่น 2A + 3B⟶ 2C หาสารกำหนดปริมาณจากจำนวนโมลในสมการ ; 2 mol A = 3 mol B ถ้าโจทย์ให้ A มี 12 mol และ B มี 9 mol ปริมาณของสาร A จะสัมพันธ์กับสาร B โดย12 mol A x (3 mol B/2 mol A) =(12x3/2) x mol B = 18 mol B> 9 mol B (ที่โจทย์ให้) แสดงว่าสาร B เป็นสารกำหนดปริมาณ ถ้าน้อยกว่า mol B ของโจทย์ B ไม่ใช่สารกำหนด แต่เมื่อ B กำหนดปริมาณ จะได้	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจำนวนโมลของสารเพื่อระบุสารกำหนดปริมาณได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณหาสารกำหนดปริมาณและจำนวนโมลของสารที่เหลือ	2

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
6 (ต่อ)			A = 9 mol B x (2 mol A/3 mol B)=(9x 2/3) x mol A ; 12 – 6 x mol A = 6 mol A ที่เหลือ	4.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	
7	ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	สารกำหนดปริมาณ2	เมื่อทราบสารกำหนดปริมาณ และจำนวนโมล ของสารที่เหลือสามารถคำนวณหาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นได้ มีวิธีคำนวณดังนี้ aA + bB⟶ cC ถ้า A เป็นสารกำหนดปริมาณ มี z mol ดังนั้นจำนวนโมลของสาร C = z mol Ax (c mol C/a mol A) จะได้. มวลของสาร C = จำนวนโมลสาร C x (มวลของสาร C (g)/1 mol ของ C)	1.นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของสารกำหนดปริมาณกับมวลของสารผลิตภัณฑ์ได้ 2.นักเรียนสามารถคำนวณหามวลผลิตภัณฑ์ได้เมื่อทราบสารกำหนดปริมาณ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1
8	คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	การคำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	ผลไดจริง คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองหรือจากการเกิดปฏิกิริยา ผลไดตามทฤษฎี ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการคำนวณตามสมการเคมี เกิดจากปฏิกิริยาที่สมบูรณ์ คำนวณผลได้ร้อยละโดย ร้อยละของผลได้ = (ผลได้จริง/ผลได้ตามทฤษฎี)x100	1. นักเรียนอธิบายวิธีหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี 2. นักเรียนสามารถคำนวณร้อยละของผลได้ และผลได้จริงเมื่อทราบผลได้ตามทฤษฎี 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2
รวมเวลา					12

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ให้สอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในด้านความสอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ ด้านจุดประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อหา ปรับกิจกรรมให้มีความชัดเจนและให้นักเรียนได้ฝึกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของกลวิธี STAR ด้วยตนเองมากกว่าการชี้แจงของครู

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) อาจารย์ ดร.มังกร ศรีสะอาด วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เคมี) อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

3) นางเยาวเรศ ปริวันตา ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การวิจัยและประเมินผลการวิจัย) ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4) นางเทียมจันทร์ เรืองแสง ครุศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนการรู้วิชาเคมี

5) นางสิวินีย์ เททะสังข์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนการรู้วิชาเคมี

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยนำผลการประเมิน จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ซึ่งมี 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) และเปรียบเทียบเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีค่าเฉลี่ย 4.29 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.15 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมมาก

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้วไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ การใช้คำของครูในการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ควรใช้คำถามที่นักเรียนเข้าใจง่ายและให้นักเรียนได้ฝึกการคิดจากคำถามของครู ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาและเน้นให้นักเรียนได้แนวคิดสำคัญก่อนการแก้โจทย์ปัญหา การฝึกให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาจากโจทย์ที่ง่ายไปยาก การวัดและการประเมินผลปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจนมากขึ้น

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 38 คน จากโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง ผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลองมาปรับเรื่องของเวลาในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

3.1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้ว มาปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบรูณ์ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 จำนวน 33 คน ต่อไป

3.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแบบอัตนัย 6 ข้อ วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ด้าน ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างข้อสอบ โดยปรับปรุงดัดแปลงมาใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของตามขั้นตอนของกลวิธี STAR 4 ด้าน คือ การศึกษาโจทย์ปัญหา การแปลงโจทย์ปัญหา การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และการทบทวนคำตอบ

3.2.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบและกำหนดจำนวนข้อสอบ ปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ(ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น	1) นักเรียนสามารถระบุข้อมูลสารที่โจทย์ให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา 2) นักเรียนสามารถแปลงสมการเคมีมาเขียนในรูปในสัดส่วนที่ระบุจำนวนสารทำปฏิกิริยาพอดีกัน ระบุความสัมพันธ์ของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และบอกแนวทางในการคำนวณหาปริมาณสารที่โจทย์กำหนด 3) นักเรียนดำเนินการหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยแสดงวิธีการคำนวณ 4) นักเรียนระบุคำตอบสุดท้ายตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา พร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้อง	2	1
การหาสูตรโมเลกุลของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี	1) นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการและข้อมูลที่โจทย์ให้มาได้ 2) นักเรียนสามารถแสดงอัตราส่วนของสารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นได้ที่เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม บอกขั้นตอนการหาสูตรโมเลกุลของแก๊สได้ 3) นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราส่วนอย่างต่ำของแก๊สดำเนินการสูตรโมเลกุล โดยมีการแสดงวิธีทำ 4) นักเรียนระบุคำตอบสุดท้ายตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา พร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้อง	2	1

ตาราง 11 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ(ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
การคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	1) นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ 2) นักเรียนสามารถระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยในรูปของแฟกเตอร์ได้ บอกแนวทางในการหาคำตอบได้ 3) นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณที่โจทย์กำหนด โดยมีการแสดงวิธีทำ 4) นักเรียนระบุคำตอบสุดท้ายตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาพร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้อง	2	1
การคำนวณปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	1) นักเรียนสามารถระบุได้ว่าจากโจทย์เกิดปฏิกิริยากี่ขั้นตอน สารตัวร่วมในปฏิกิริยาคืออะไร โจทย์ต้องการหาสิ่งใด 2) นักเรียนสามารถทำให้สารตัวร่วมของสมการที่ 1 เท่ากับสมการที่ 2 ได้ ระบุความสัมพันธ์ของจำนวนโมลในสมการได้ เขียนแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยของสารที่โจทย์กำหนดและที่โจทย์ต้องการหาได้ 3) นักเรียนคำนวณหาปริมาณของสารที่ต้องการทราบค่าโดยแสดงวิธีการคำนวณ 4) นักเรียนระบุคำตอบสุดท้ายตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาพร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้อง	2	1
สารกำหนดปริมาณ	1) นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการและข้อมูลที่โจทย์ให้มาได้ 2) นักเรียนใช้สมการเคมี แปลข้อมูลเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสาร ระบุได้ว่าสาร A x mol ทำปฏิกิริยากับสาร B กี่โมล และเกิดสาร C กี่โมล เป็นต้น สามารถเปลี่ยนจำนวนโมลของสารให้มีหน่วยปริมาณตามที่โจทย์ต้องการได้ โดยใช้แฟกเตอร์เทียบหน่วย	2	1

ตาราง 11 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ(ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
สารกำหนดปริมาณ (ต่อ)	3) นักเรียนสามารถคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยแสดงวิธีการหาคำตอบ 4) นักเรียนระบุคำตอบสุดท้ายตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา พร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้อง		
การคำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	1) นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการและข้อมูลที่โจทย์ให้มาได้ 2) นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ของค่าต่าง ๆ ที่ระบุไว้ได้ ระบุสูตรคำนวณได้ 3) นักเรียนสามารถคำนวณหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โดยแสดงวิธีการหาคำตอบ 4) นักเรียนได้คำตอบใกล้เคียงคำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบสุดท้ายตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา พร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้อง	2	1
	รวม	12	6

3.2.3 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแบบทดสอบอัตนัย 12 ข้อ ใช้จริง 6 ข้อ

3.2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบกับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการแก้โจทย์ปัญหาเคมี แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจน เหมาะสมกับสาระสำคัญ ตรวจสอบความถูกต้องของโจทย์ปัญหาและเกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสม

3.2.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมิน เสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับที่ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.2.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการแก้โจทย์ปัญหาเคมี คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่าข้อสอบมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

3.2.7 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ โจทย์ปัญหาไม่ควรใช้ตัวเลขที่ยากหรือง่ายเกินไป และปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ให้ชัดเจนมากขึ้นและวัดผลได้

3.2.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จำนวน 38 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

3.2.9 นำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) เป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ไว้ใช้ (ไพศาล วรคำ, 2562) ผลปรากฏว่า ข้อสอบที่คัดเลือกจำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.51 – 0.67 และอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.38 – 0.98

3.2.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 6 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีของครอนบาคในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2562) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.97

3.2.11 นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแล้วมาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้จริง 15 ข้อ ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.3.1 ศึกษา หลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.3.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์และกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังตาราง 12

ตาราง 12 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
		จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น	นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี 1	นักเรียนอธิบายกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี 2	นักเรียนสามารถใช้ปริมาตรของแก๊สที่ STP หาปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีได้	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1
	นักเรียนสามารถเปรียบเทียบปริมาณสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันได้	-	-	-	-	-	-	4	2	4	2

ตาราง 12 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
		จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน 1	นักเรียนสามารถใช้จำนวนโมลในสมการหาจำนวนโมล ของสารที่ต้องการทราบค่าได้	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1
	นักเรียนสามารถทำให้จำนวนโมลของสารตัวร่วมในสมการที่ 1 และสมการที่ 2 เท่ากันได้					4	2			4	2
การคำนวณปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน 2	นักเรียนอธิบายวิธีหามวลของสารผลิตภัณฑ์ในสมการรวมในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
สารกำหนดปริมาณ1	นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
	นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจำนวนโมลของสารเพื่อระบุสารกำหนดปริมาณได้	-	-	-	-	-	-	4	2	4	2

ตาราง 12 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
		จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
สารกำหนดปริมาณ2	นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล ของสารกำหนดปริมาณกับมวลของสารผลิตภัณฑ์ได้	-	-	-	-	-	-	4	2	4	2
การคำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	นักเรียนอธิบายวิธีหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
	รวม	6	3	4	2	8	4	12	6	30	15

3.3.4 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้จริง 15 ข้อ ตามที่กำหนดไว้

3.3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบให้สอดคล้องกับและจุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

3.3.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมิน เสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับที่ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์นั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์นั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์นั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.3.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย อยู่ระหว่าง 0.6 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

3.3.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ข้อสอบควรหลีกเลี่ยงการใช้คำที่ทำให้เกิดความกำกวม ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบให้มีความชัดเจนมากขึ้น ปรับตัวเลือกในข้อสอบให้มีความกระชับและเข้าใจง่าย และข้อคำนวณควรใช้ตัวเลขที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จำนวน 38 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.3.9 นำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า ข้อสอบที่คัดเลือกจำนวน 15 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.24 – 0.76 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.31 – 0.79

3.3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 15 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2562) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.86

3.3.11 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเมินผล และหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.1 แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2562) รายละเอียดดังตาราง 13

ตาราง 13 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	O

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

X หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR

O หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยการนำเครื่องมือวิจัยที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 33 คน โดยดำเนินการดังนี้

4.2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเสร็จแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.2.2 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์

4.2.3 เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง

4.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้ว และผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.5 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่สร้างขึ้นจำนวน 8 แผนการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

4.2.6 ระหว่างทำกิจกรรม ครูตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมและทำการทดสอบย่อยท้ายแผนการเรียนรู้แต่ละแผน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

4.2.7 เมื่อสิ้นสุดการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

4.2.8 รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4.2.9 วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) ประสิทธิภาพด้านกระบวนการได้จากคะแนนใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้ในสัดส่วน 60:40 ตามลำดับ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้จากการรวมคะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ

5.2 วิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test

5.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

6.1.2 หาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$P = \frac{S_H + S_L - (2nX_{min})}{2n(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

6.1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

6.1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6.1.5 หาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

6.1.6 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

n_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

n_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

6.1.7 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2562) สามารถคำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

x แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.1 สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) มีดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum\left(\frac{X}{A}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มที่ได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้รวมกัน

6.2.2 สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562)

$$E_2 = \frac{\sum\left(\frac{Y}{B}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

6.3 สถิติพื้นฐาน

6.3.1 ร้อยละ (Percentage) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.3.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

6.3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

$\sum$ แทน ผลรวม

6.4 สถิติทดสอบสมมติฐาน

6.4.1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}} \quad ,df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ

6.4.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรในการวิจัย โดยใช้สถิติ F-test สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$F = \frac{MS_B}{MS_W}$$

Mean square (MS); $MS_B = \frac{SS_B}{df_B}$ และ $MS_w = \frac{SS_w}{df_w}$

กำหนดให้ $df_B = k-1$, $df_W = N-k$, $df_{total} = N-1$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติทดสอบเอฟ

MS_B แทน ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยระหว่างชุดของประชากร

MS_w แทน ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยภายในประชากร

SS_B แทน ผลรวมของความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

SS_W แทน ผลรวมของความแปรปรวนภายในกลุ่ม

df_B แทน ระดับขั้นแห่งความเสรีระหว่างกลุ่ม

df_W แทน ระดับขั้นแห่งความเสรีภายในกลุ่ม

k แทน จำนวนกลุ่มทั้งหมด

N แทน จำนวนประชากร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันดังนี้

n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที แบบ One Sample
df	แทน	ขั้นของความอิสระ
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ขอมูลผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอน ดังตอไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณคา E_1 ได้จากคะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนสัดส่วนคะแนน 60 : 40 ตามลำดับ จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ และคำนวณคา E_2 ได้จากคะแนนของการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจนครบทุกแผน ในสัดส่วนคะแนน 50:50 ตามลำดับ ปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (15)	แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (84)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (50)	รวม (100)
1	142.00	112.00	42.60	27.32	69.92	9.00	56.00	30.00	33.33	63.33
2	142.00	117.00	42.60	28.54	71.14	10.00	56.00	33.33	33.33	66.66
3	142.00	117.00	42.60	28.54	71.14	9.00	59.00	30.00	35.12	65.12
4	154.00	137.00	46.20	33.41	79.61	14.00	69.00	46.67	41.07	87.74
5	142.00	113.00	42.60	27.56	70.16	8.00	59.00	26.67	35.12	61.79
6	142.00	114.00	42.60	27.80	70.40	10.00	60.00	33.33	35.71	69.04
7	149.00	124.00	44.70	30.24	74.94	11.00	61.00	36.67	36.31	72.98
8	154.00	137.00	46.20	33.41	79.61	12.00	67.00	40.00	39.88	79.88
9	148.00	120.00	44.40	29.27	73.67	13.00	62.00	43.33	36.90	80.23
10	149.00	130.00	44.70	31.71	76.41	9.00	59.00	30.00	35.12	65.12

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (15)	แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (84)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (50)	รวม (100)
11	147.00	123.00	44.10	30.00	74.10	12.00	69.00	40.00	41.07	81.07
12	148.00	114.00	44.40	27.80	72.20	11.00	59.00	36.67	35.12	71.79
13	154.00	129.00	46.20	31.46	77.66	12.00	68.00	40.00	40.48	80.48
14	145.00	140.00	43.50	34.15	77.65	12.00	72.00	40.00	42.86	82.86
15	145.00	133.00	43.50	32.44	75.94	12.00	68.00	40.00	40.48	80.48
16	154.00	141.00	46.20	34.39	80.59	14.00	75.00	46.67	44.64	91.31
17	148.00	142.00	44.40	34.63	79.03	13.00	73.00	43.33	43.45	86.78
18	145.00	132.00	43.50	32.20	75.7	10.00	65.00	33.33	38.69	72.02
19	145.00	134.00	43.50	32.68	76.18	10.00	66.00	33.33	39.29	72.62
20	148.00	117.00	44.40	28.54	72.94	9.00	63.00	30.00	37.50	67.50
21	149.00	126.00	44.70	30.73	75.43	9.00	65.00	30.00	38.69	68.69

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (15)	แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (84)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (50)	รวม (100
22	145.00	138.00	43.50	33.66	77.16	11.00	65.00	36.67	38.69	75.36
23	149.00	131.00	44.70	31.95	76.65	12.00	65.00	40.00	38.69	78.69
24	148.00	135.00	44.40	32.93	77.33	12.00	63.00	40.00	37.50	77.5
25	151.00	125.00	45.30	30.49	75.79	12.00	66.00	40.00	39.29	79.29
26	147.00	117.00	44.10	28.54	72.64	9.00	64.00	30.00	38.10	68.1
27	151.00	131.00	45.30	31.95	77.25	11.00	64.00	36.67	38.10	74.77
28	151.00	122.00	45.30	29.76	75.06	13.00	63.00	43.33	37.50	80.83
29	155.00	132.00	46.50	32.20	78.70	13.00	73.00	43.33	43.45	86.78
30	151.00	126.00	45.30	30.73	76.03	12.00	65.00	40.00	38.69	78.69
31	151.00	116.00	45.30	28.29	73.59	9.00	59.00	30.00	35.12	65.12
32	147.00	121.00	44.10	29.51	73.61	10.00	63.00	33.33	37.50	70.83
33	147.00	120.00	44.10	29.27	73.37	10.00	62.00	33.33	36.90	70.23

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (15)	แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (84)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (50)	รวม (100
$\sum X$	4885.00	4166.00	1465.50	1016.10	2481.60	363.00	2123.00	1210.00	1263.69	2473.68
$\overline{X}$	148.03	126.24	44.41	30.79	75.20	11.00	64.33	36.67	38.29	74.96
S.D.	3.84	9.02	1.15	2.20	2.89	1.64	4.80	5.46	2.86	7.75
ร้อยละ	74.02	76.98	74.02	76.98	75.20	73.33	76.59	73.33	76.59	74.96
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) = 75.20/74.96										

จากตาราง 14 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ เท่ากับ 75.20 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เท่ากับ 74.96 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.20/74.96 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

3.2 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยวัดจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) การศึกษาโจทย์ปัญหา 2) การแปลงโจทย์ปัญหา 3) การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และ 4) การทบทวนคำตอบ และรวมทุกด้าน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$ (n=33)	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
การศึกษาโจทย์ปัญหา	12	11.21	0.82	8.40			
การแปลงโจทย์ปัญหา	24	17.64	2.37	16.80			
การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา	24	18.15	1.75	16.80			
การทบทวนคำตอบ	24	17.33	1.31	16.80			
ผลรวมทั้ง 4 ด้าน	84	64.33	4.80	58.80	6.622	32	0.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหารายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ทุกด้านรวมกันเท่ากับ 64.33 และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า

p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 15 ข้อ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตาราง 16

ตาราง 16 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test

ผลการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$ (n=33)	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	1	0.91	0.29				
คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	4	3.09	0.68				
คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	4	3.27	0.63				
ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	5	2.76	1.37				
คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	1	0.97	0.17				
รวม	15	11.00	1.64	10.50	1.752	32	.045*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.00 คะแนน และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สามารถสรุปผลได้ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

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

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 75.20/74.96

2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 75.20/74.96 หมายความว่า คะแนนจากใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.20 และคะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบความสาสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากเรียนจนครบทุกแผนแล้ว มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 74.96 จะเห็นได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ที่ปรากฏผลเช่นนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เริ่มจากครูนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ และตั้งคำถามที่ชวนให้นักเรียนสงสัย จากนั้นนักเรียนได้ทำกิจกรรมแข่งขันกันเป็นกลุ่มในหัวข้อที่เป็นความรู้เดิม ซึ่งพบว่านักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มตนเองและชอบการแข่งขันกับกลุ่มอื่น ๆ ทำให้ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน จากนั้นกิจกรรมการปรับเปลี่ยนความคิดเป็นการทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้เรื่องใหม่ โดยเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ ศึกษาเรียนรู้จากสื่อการเรียนรู้ และการใช้ภาพหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพและเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ส่วนครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและคอยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิดวิเคราะห์โดยใช้การตั้งคำถามจนทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองได้ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้ที่ได้และนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดแทรกกลวิธี STAR ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยนักเรียนได้วิเคราะห์โจทย์ มีการแปลความจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการโดยการเชื่อมโยงกับแนวคิดที่จำเป็น ขั้นตอนการแปลงข้อมูลจากโจทย์ให้อยู่ในรูปของสมการหรือแผนภาพ ช่วยให้

นักเรียนระบุขั้นตอนสำคัญที่เป็นแนวทางให้นักเรียนในการแก้ปัญหาและวางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ (Ozkubat et al, 2021) ฝึกการคำนวณหาคำตอบอย่างเป็นขั้นตอนตามที่ได้นักเรียนได้เขียนแผนภาพเอาไว้ และเน้นการทบทวนการแก้โจทย์ปัญหา จากการตรวจสอบคำตอบที่ได้โดยวิธีการ อื่น ๆ การสรุปคำตอบให้ได้ตรงตามที่โจทย์ต้องการ พร้อมการระบุหน่วยทางเคมีที่ถูกต้อง ซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนเป็นการจัดระเบียบการดำเนินการแก้ปัญหา และส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (Montague, 1992) และการฝึกแก้โจทย์ปัญหานี้ทำให้นักเรียนภายในกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความรู้กันมากขึ้น นักเรียนเก่ง หรือปานกลางที่เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดี จะช่วยอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มได้เข้าใจเนื้อหา มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จากเหตุผลข้างต้นส่งผลให้ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้สอดคล้องกับหลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไปใช้ในการเรียนการสอนของ ทิศนา แขมมณี (2562) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ นักเรียนสามารถศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง กับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น อีกทั้งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ของ Driver and Bell (1986) ที่ได้กล่าวเน้นว่า นักเรียนต้องได้สร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเอง โดยให้ความสำคัญของความรู้เดิม เพราะความรู้เดิมมีผลต่อการปรับโครงสร้างทางสติปัญญาของนักเรียน (นุชลี อุปภัย, 2555) สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่เชื่อว่าพัฒนาการด้านความคิด คือ การที่บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงความคิดที่ดีขึ้นตามลำดับขั้นและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โดยจะต้องมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมจึงจะเกิดการพัฒนาได้ และทฤษฎีการสร้างความรู้ทางสังคมของไวกอตสกี กล่าวว่า การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดกระบวนการทางสติปัญญา เกิดแรงขับให้แสวงหาคำตอบจนนำไปสู่การปรับโครงสร้างและภาวะสมดุลทางปัญญาในที่สุด (นันท์นภัส นิยมทรัพย์, 2560) สอดคล้องกับงานวิจัยของวิจิตรา จิตสุภา (2558) ที่ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 86/85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และงานวิจัยของ รุ่งทิวา การะกุล (2559) ที่ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.62/84.48 มากกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากกิจกรรมเรียนรู้ได้สอดแทรกกระบวนการแก้

โจทย์ปัญหาฝึกให้นักเรียนได้แก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบขั้นตอนตามกระบวนการของกลวิธี STAR โดยก่อนการแก้โจทย์ปัญหาครูให้นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ที่ได้เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนได้รับแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องนั้น ๆ นักเรียนได้ฝึกฝนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างละเอียด จากขั้นตอนการศึกษาโจทย์ปัญหา นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วนได้ และนักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดที่จำเป็นในการแปลงโจทย์ปัญหาซึ่งการแปลงข้อมูลจากโจทย์ให้อยู่ในรูปของแผนภาพจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ (Ozkubat et al, 2021) นอกจากนี้ครูเน้นเรื่องการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย เนื่องจากช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของหน่วยทางเคมีได้ชัดเจนและทำให้นักเรียนระบุหน่วยได้ถูกต้อง (จรรยา ดาสา, 2553) ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอาจเกิดความผิดพลาดจากการคูณ และหารตัวเลขส่งผลให้คำนวณคำตอบสุดท้ายของนักเรียนคลาดเคลื่อนได้ ด้วยเหตุนี้กิจกรรมการเรียนรู้จึงมีขั้นตอนการทบทวนคำตอบโดยนักเรียนตรวจสอบคำตอบโดยใช้วิธีการอื่น ๆ และให้นักเรียนเขียนสรุปคำตอบให้ตรงประเด็นตามที่โจทย์ต้องการ ตรวจสอบความถูกต้องของหน่วยทางเคมี นักเรียนได้ตอบคำถามว่าหน่วยของคำตอบตรงกับหน่วยที่โจทย์ต้องการหรือไม่ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนได้กลับไปทบทวนคำตอบและวิธีการหาคำตอบของตัวเองอีกครั้ง และการฝึกสะท้อนผลของการแก้โจทย์ปัญหานี้ส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ดีขึ้น (Belland, 2011) ดังนั้นการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนกลวิธี STAR จึงส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ (Ozkubat et al, 2021) สอดคล้องกับที่ Polya (2004) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาว่านักเรียนต้องมีความสามารถในการค้นพบปัญหาของโจทย์ปัญหา เพื่อหาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหาและตรวจสอบการคำนวณว่าผลการคำนวณถูกต้องหรือไม่ และสอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหาว่าโจทย์ถามถึงอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้โดยการแสดงวิธีทำ การคำนวณหาคำตอบ โดยใช้ทักษะการคิดคำนวณ และขั้นตรวจสอบผล เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นวิธีที่ถูกต้อง (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557) สอดคล้องกับงานวิจัยของรัตนพร บูรณะพล (2564) ที่ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติการ และงานวิจัยของธณัชชา จันทกาญจน์ และกรวิกา ก้องกุล (2561) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีการนำเข้าสู่บทเรียนที่ชวนให้นักเรียนสงสัยและเกิดแรงจูงใจในการเรียน นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมโดยการทำกิจกรรมกลุ่มแข่งขันกัน ซึ่งพบว่านักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มตนเองและชอบการแข่งขันกับกลุ่มอื่น ๆ ทำให้บรรยากาศการเรียนไม่เบื่อหน่าย กิจกรรมการปรับเปลี่ยนความคิดเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ ศึกษาเรียนรู้จากสื่อการเรียนรู้ และการใช้ภาพหรือสื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพและเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้น ส่วนครูทำหน้าที่ตั้งคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากความเข้าใจ และนักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มและสรุปความรู้ที่ได้ทำให้นักเรียนทุกคนได้รับแนวคิดที่ตรงกัน จากนั้นนักเรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งกระบวนการฝึกให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณในเรื่องนั้น ๆ ได้ดีขึ้น และส่งผลต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น (สุจินต์ สุทธิวรางกูล, 2558) สอดคล้องกับที่ ทิศนา แขมมณี (2542) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อนักเรียนมีโอกาสได้รับข้อมูลประสบการณ์ใหม่ ๆ และมีโอกาสได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญาของตนในการทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายซึ่งส่งผลถึงความเข้าใจและการคงความรู้นั้น ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ของ Driver and Bell (1986) ที่เน้นให้ความสำคัญกับความรู้เดิม เพราะผลการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และประสบการณ์ของนักเรียน และความรู้ที่นักเรียนสร้างด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ สอดคล้องกับที่ วรรณพิมล กิ่งโชค และหนูกร ปฐมพรรษ (2563) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ Driver and Bell ว่าสามารถช่วยให้นักเรียนได้แนวคิดเกี่ยวกับวิชาเคมีที่เรียนได้ถูกต้อง อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kibos et al (2015) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี พบว่า การสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และงานวิจัยของ Maria Wendy M. Solomo (2020) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในระดับเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์เพิ่มสูงขึ้น

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ในกระบวนการแก้โจทย์ มีขั้นตอนที่นักเรียนยังไม่คุ้นชิน ครูจึงควรศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อม และอธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาให้ชัดเจนและยกตัวอย่างโจทย์ง่าย ๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการแก้โจทย์ได้ถูกต้อง

4.1.2 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก เป็นที่ปรึกษา แนะนำ และใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดมากกว่าการบอกคำตอบนักเรียนไปตรง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการปรับความคิด และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

4.1.3 ครูควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสม และคอยกระตุ้นนักเรียนตลอดเพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปได้ และกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับความยากง่ายของโจทย์ปัญหา

4.1.4 ใบกิจกรรมกลุ่มควรรวบรัดคำถามให้กระชับ และไม่ควรมากเกินไป เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

4.1.5 การแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เน้นการใช้วิธีการตัดหน่วยแบบแฟกเตอร์ ดังนั้นผู้สอนควรฝึกการใช้แฟกเตอร์ให้นักเรียน แต่อย่างไรก็ตามควรสอนวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น การเทียบบัญญัติไตรยางศ์ การใช้สูตร เพื่อให้นักเรียนได้นำไปใช้ในการตรวจสอบคำตอบ

4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 ควรพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กลวิธี STAR ให้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้น้อยลงเพื่อให้เหมาะสมกับชั่วโมงเรียนคาบเดี่ยวมากขึ้น นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้เต็มที่

4.2.2 ควรมีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ที่สามารถใช้กับสื่อสังคมออนไลน์และประยุกต์ใช้กับการเรียนออนไลน์ได้

4.2.3 ควรศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กลวิธี STAR ในระยะยาวเพื่อศึกษาความคงทนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

4.2.4 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจใช้ระเบียบวิธีวิจัยประเภทการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ของนักเรียนให้ดีขึ้น เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถของนักเรียนเป็นระยะ ๆ และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2539). *การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)*. คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2541). *การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: ครุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อน วิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: เยลโล่การพิมพ์

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2562). การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 13(2), 7-21.

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.(2557). *คู่มือกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2563 จาก https://huso.chandra.ac.th/index.php/department/academic

จรรยา ดาสา. (2553). เทคนิคการจัดการเรียนรู้สาหรับการแก้โจทย์ปัญหาเคมีคำนวณ. *นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* 38(167), 44-48.

จรรยา ดาสา. (2554). *โครงการการพัฒนาความรู้บูรณาการวิธีการสอนของครูผู้สอนวิชาเคมี เรื่อง การจัดการเรียนรู้เคมีคำนวณ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ.

จารุวรรณ จันทมัตตุการ, เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ และปริญญา ทองสอน. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(4), 79-92.

จุฑามาส โหย่งไทยม. (2561). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์กับศตวรรษที่ 21. *วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 9(2), 344-355.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย,* 5(1), 5-20.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง.

ชาติชาย ม่วงปฐม. (2557). *ทฤษฎีการเรียนการสอน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2563 จาก http://portal5.udru.ac.th/ebook/pdf/upload/17c59V53360FeV129B1K.pdf

โชติกา ภาษีผล, ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง และกมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2558). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณิรดา เวชญาลักษณ์. (2561). *หลักการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ทิศนา แขมมณี. (2542). การจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางโมเดลซิปปา (CIPPA MODEL). *วารสารวิชาการ*, 2(3), 2-27.

ทิศนา แขมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

เทพนิวัติ วิชัยวัฒนา, ขนิษฐา ชมภูวิเศษ และนำสุข นวพงษ์พิพัฒน์. (2558). การใช้โปรแกรม Microsoft Math ร่วมกับกลวิธี STAR เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,* 13(2), 63-71.

ธณัชชา จันทกาญจน์ และกรวิกา ก้องกุล. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง ลำดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์ ครั้งที่ 2 ประจำปี 2561*, (195-205).

ธีรพล พากเพียรกิจ. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดและการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันท์นภัส นิยมทรัพย์. (2560). *ความรู้พื้นฐานด้านการเรียนการสอน*. นครปฐม: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นุชลี อุปภัย. (2555). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุรีวิยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2560). *วิจัยการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสาร ศรีพงษ์เพลิด. (2558). *จิตวิทยาสำหรับครูมืออาชีพ*. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). *หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปัญญาพร ภาสอน, สมชาย วรกิจเกษมสกุล และวัลลภ เหมวงษ์. (2561). ผลการเรียนแบบร่วมมือแบบการเรียนรู้ร่วมกันเสริมด้วยกลวิธี STAR และแบบฝึกทักษะที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 6(1), 119-140.

ปาจรีย์ เยาดำ. (2553). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กลวิธี STAR. *วารสารคณิตศาสตร์*, 54(614), 24-33.

ปิยะธิดา ปัญญา. (2562). *สถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2542). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.

พรสวรรค์ สีปอ. (2550) *สุดยอดวิธีสอนภาษาอังกฤษนำไปสู่ การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 8).กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.).

ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

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

มาศสิริ เหมือนเพชร, คมสัน ตรีไพบูลย์ และ พรรณทิพา ตันตินัย. (2562) ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิทยาการจัดการปริทัศน์,* 10(1), 26-37.

รัตนพร บูรณะพล. (2564). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รุ่งทิวา การะกุล. (2559). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์. (2562). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self Assessment Report : SAR). มหาสารคาม: โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism). *วารสารสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(10), 44-46.

วรรณพิมล กิ่งโชค และหนูกร ปฐมพรรษ. (2563). ผลของความเข้าใจมโนมติเรื่องกรด-เบสและความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของไดร์เวอร์และเบลล์เสริมด้วยการใช้คำถามระดับสูง. *เอกสารประกอบ การประชุมวิชาการและนำเสนองานวิจัยระดับชาติครั้งที่ 7 เรื่อง นวัตกรรมการเรียนรู้สู่การพัฒนาชุมชน,* 7(7), 168-177.

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

วราภรณ์ ศรีวิโรจน์. (2558). *เอกสารประกอบการเรียนการสอน รายวิชา 1022230 หลักการจัดการเรียนรู้ (Principle of learning management).* สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2563 จาก http://edu.rajabhat.edu/e-media/07.pdf

วิจิตรา จิตสุภา. (2558). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุตรดิตถ์ดรุณี.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

วิชุดา มาลาสาย. (2561). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสว่างแดนดิน. *โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเป้า สพฐ. ปีงบประมาณ 2561.*

วิภาวรรณ สุขสุวรรณ, จักรกฤษณ์ สมพงษ์ และอังคณา อ่อนธานี. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย,* 19(3), 298-312.

ศิตาพร พิมพ์พันธุ์, จินตนา ศิริธัญญารัตน์ และนันท์นภัส นิยมทรัพย์. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR. *วารสารสังคมศาสตร์วิจัย*, 11(1), 150-168.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). *ค่าสถิติพื้นฐานผลคะแนนการสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 จำแนกตามสาระการเรียนรู้.* สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2563 จาก https://www.niets.or.th/th/catalog/view/3865

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *สาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สมเกียรติ อินทสิงห์. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดย ใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออแกไนซ์เซอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปกร สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 9(1), 356-368.

สมจิต จันทร์ฉาย. (2557). *การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน.* นครปฐม: เพชรเกษมพริ้นติ้ง กรุ๊ป

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2558*). การวัดผลการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2542). *มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช

สุจินต์ สุทธิวรางกูล. (2558). การพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว23101 ตามแนวคิดของโพลยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับการสอนซ่อมเสริมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 2(1), 147-169.

สุนทร สุนันชัย. (2540). *การปฏิรูปการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและการพัฒนาระบบการสอน*. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2548). *ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.* ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2554). *เทคโนโลยีการศึกษา :หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2545). *เคล็ดลับการทำวิจัยในชั้นเรียน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรไทย.

สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. (ม.ป.ป.). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 ตุลาคม 2563 จาก http://acad.pbru.ac.th/pdf/acad/for-teacher/Guide_highlights_the_learners.pdf

สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์. (2557). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ.* (พิมพ์ครั้งที่ 2).กรุงเทพฯ: เทียนวัฒนา พริ้นท์ติ้ง.

หน่วยศึกษานิเทศก์. (2545). *เอกสารเสริมความรู้กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

อารีย์ วชิรวราการ. (2542). *การวัดและการประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

Anderson, L.W. and Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.

Bell. (1993).*Teaching and Learning Mathematics (In Secondary School).* Dubuque lowa: WM.C. Brown Company Publishing.

Belland, B.R. (2011). Distributed cognition as a lens to understand the effects of scaffolds: the role of transfer of responsibility. *Educ. Psychol. Rev*., 23(4), 577-600.

Borich, G.D. and Tombari, M.L. (1995). *Educational psychology*. NewYork: HarperCollins College.

BouJaoude, S. and Barakat, H. (2000). Secondary school students'dlifficulties with stoichiometry. *School Science Review*, 81(296), 91-98.

Brooks, J. G., and Brooks, M. G. (1999). *In search of understanding: the case for constructivist classrooms*. Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development.

Brueckner, Leo T. and Foster E. Grossnickle. (1974). *How to make Arithmatic Meaningful*. Philadelphia: John C. Winston,

Charles, Randal., and Lester, Frank K. (1982). *Teaching Problem Solving. What, Why, and How*: Dale Seymour Publications.

Cobb, P. (1994). Where is the mind? Constructivist and social cultural perspectives on mathematical development. *Educational Research*, 23(7), 13-20.

Dahsah, C. and Coll, R.K (2007). Thai Grade 10 and 11 student conceptual understanding and problem-solving ability in stoichiometry. *Research in Science and Teaching*, 23(2), 165-176.

Dennis, M. and Mclnerne, V. (1998) . *Education Psychology Constructing Learning.* Singapore: Prentice.

Dewey, J. (1963). *Experience and education*. New York: Macmillan Publishing Company.

Driver, R., and Bell. (1986). Students Thinking and the Learning of Science; A Constructivist View. *School Science Review*, 67(240), 443-456.

Fred Biddulph and Roger Osborne. (1982). *Managing organizational behavior*. New York: John Wiley and Sons.

Gagnon J. and Maccini P. (2001). Preparing students with disabilities for algebra. *Teaching Exceptional Children*, 34(1), 8-15.

Ipek, J. (2013). The Effects of Star Strategy of Computer-Assisted Mathematics Lessons on the Achievement and Problem Solving Skills in 2 nd Grade Courses. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2),314-345.

Kibos, R., Wachanga, S., and Changeiywo, J. (2015). Effects of constructivist teaching approach on students' achievement in secondary school chemistry in Baringo North Sub-County, Kenya. *International Journal of Advanced Research*, 3(7), 1037-1049.

Lamsdaine, E. and M. Lamsdaine. (1995). *Creative Problem Solving*. New York : McGraw-Hill.

Maccini, P. (1998). *Effects of an instructional strategy incorporating concrete problem representation on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities*. Unpublished doctoral dissertation, The Pennsylvania State University, University Park.

Maccini, P. and Hughes, C. A. (2000). Effects of a problem solving strategy on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice,* 15(1), 10-21.

Maccini, P. and Ruhl, K.L. (2000). Effects of a Graduated Instructional Sequence on the Algebraic Subtraction of Integers by Secondary Students with Learning Disabilities. *Education and Treatment of Children*, 23(4), 465-489.

Maria Wendy M. Solomo. (2020). The Use of Constructivist Approach in Enhancing the Students' Chemistry Achievement . *Journal of Advanced Research in Social Sciences*, 3(1), 9-17.

Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities,* 25(4), 230-248.

Nagel, R., Schumaker, B. and Deshler D.D. (1986). *FIRST-Letter Mnemonic Strategy.* Retrieved September 10, 2020, from https://sim.drupal.ku.edu/first-letter-mnemonic-strategy

Osborne, R.J., Wittrock Merlin. (1983). Learning Science: A Generative Process. *Science Education*, 67(4), 489-508.

Ozkubat, U., Karabulut, A. & Ucar, A.S. (2021). Investigating the Effectiveness of STAR Strategy in Math Problem Solving. *International Journal of Progressive Education,* 17(2), 83-100.

Polya, G. (2004). *How to Solve : A New Aspect of Mathematical Method*. New York: Princeton University Press.

Shadreck, M., and Enunuwe, O. C. (2017), Problem Solving Instruction for Overcoming Students' Difficulties in Stoichiometric Problems. *Acta Didactica Napocensia,* 10(4), 69-78.

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

Sprinthall, N.A. and Sprinthall, R.C. (1990). *Education psychology*. (5th ed). New York: McGraw-Hill.

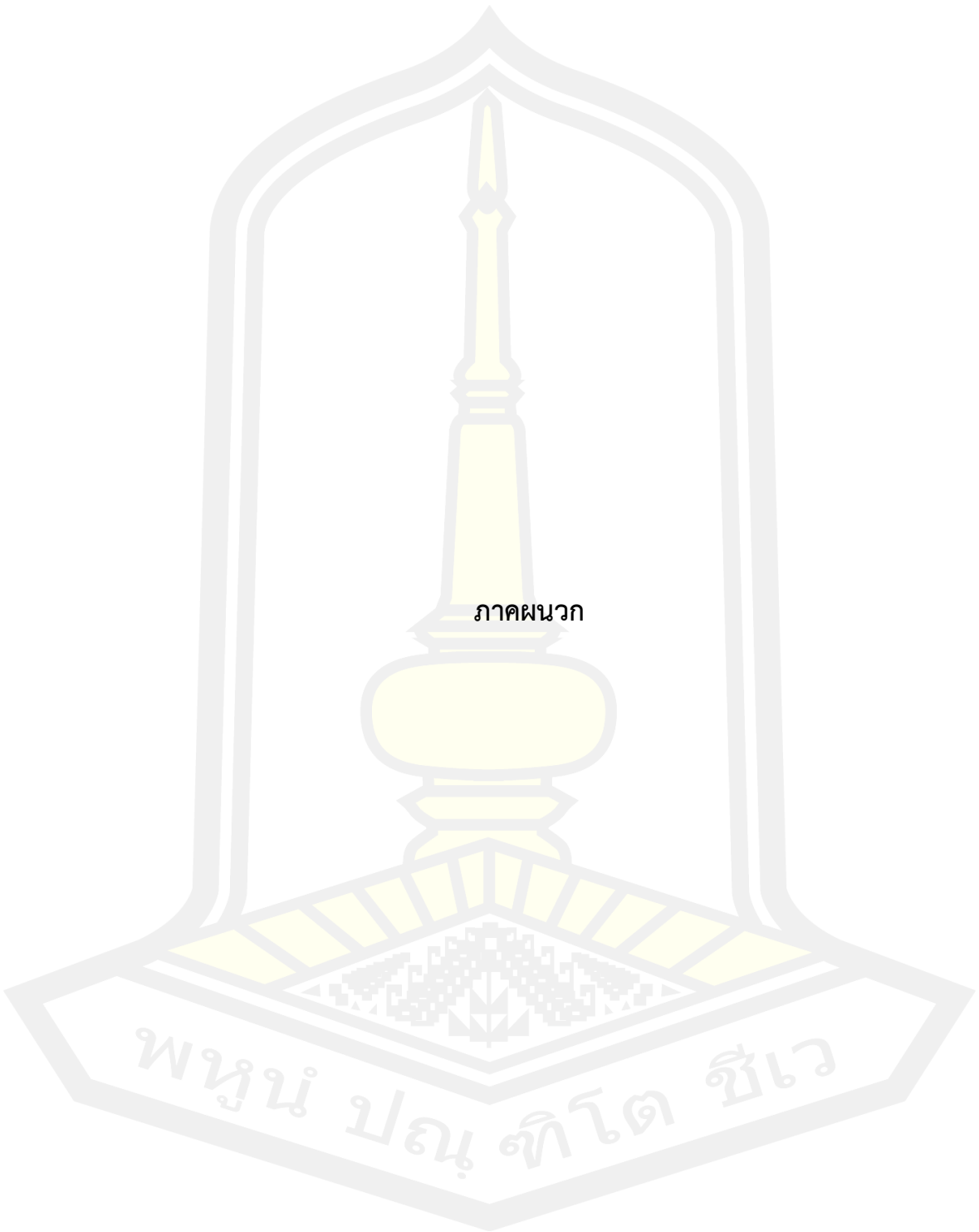
Thilagavathy and Deepa (2019). Star strategy for Teaching Word Problems in Mathematics. *International Education & Research Journal,* 5(6), 39-41.

Von Glasersfeld. (1991). *Constructivism in education. In the International Encyclopedia of Education. Research and Studies*. Supplementary Volume. New York: Pergamon Press.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Massachusetts: Harvard University Press.

Wheatley. (1991). Constructivist Perspective on Science and Mathematics. *Science Education*, 75(1), 9-21.

Yager. (1991). The constructivist learning model. *The science teacher*, 58(6), 52-57.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2) อาจารย์ ดร.มังกร ศรีสะอาด วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เคมี) อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3) นางเยาวเรศ ปริวันตา ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การวิจัยและประเมินผลการวิจัย) ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

4) นางเทียมจันทร์ เรืองแสง ครุศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

5) นางสิวินีย์ เททะสังข์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาเคมี รหัส ว30222
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 เรื่อง สารกำหนดปริมาณ1
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลาเรียน 2 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2/2563
ผู้สอน : นางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย

---

1. ผลการเรียนรู้

4. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

สารกำหนดปริมาณ คือ สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารตัวอื่น เช่น $2A + 3B \longrightarrow 2C$ หาสารกำหนดปริมาณจากจำนวนโมลในสมการ ; 2 mol A = 3 mol B ถ้าโจทย์ให้ A มี 12 mol และ B มี 9 mol ปริมาณของสาร A จะสัมพันธ์กับสาร B โดย12 mol A x (3 mol B/2 mol A) =(12x3/2) x mol B = 18 mol B> 9 mol B (ที่โจทย์ให้) แสดงว่าสาร B เป็นสารกำหนดปริมาณ ถ้าน้อยกว่า mol B ของโจทย์ B ไม่ใช่สารกำหนด แต่เมื่อ B กำหนดปริมาณ จะได้ A = 9 mol B x (2 mol A/3 mol B)=(9x 2/3) x mol A ; 12 – 6 x mol A = 6 mol A ที่เหลือ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณได้
2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจำนวนโมลของสารเพื่อระบุสารกำหนดปริมาณได้
3. นักเรียนสามารถคำนวณหาสารกำหนดปริมาณและจำนวนโมลของสารที่เหลือ
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระการเรียนรู้

สารกำหนดปริมาณ1

5. กระบวนการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR)

5.1 ขั้นนำก่อนเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

5.1.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน ตามความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นครูสาธิตการทำขนมปังแซนด์วิชจริง โดยกำหนดให้การทำแซนด์วิช 1 ชิ้น ต้องใช้ขนมปัง 2 แผ่น และแฮมชีส 1 ชิ้น แต่มีวัตถุดิบในการทำแซนด์วิชเป็นขนมปัง 12 แผ่น และแฮมชีส 10 ชิ้น ขออาสาสมัครนักเรียน 2 คนออกมาทำแซนด์วิช และให้นักเรียนบันทึกผลลงในใบกิจกรรม โดยครูใช้คำถามประกอบดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากจำนวนวัตถุดิบเริ่มต้นนี้ จะสามารถทำเป็นแซนด์วิชได้กี่ชิ้น

- เมื่อทำแซนด์วิช เสร็จครูถามนักเรียนทั้งหมดว่าได้ทั้งหมดกี่ชิ้น และเหลือวัตถุดิบใดจำนวนเท่าใด เพราะเหตุใดจึงเหลือ *(เพราะแซนด์วิช 1 ชิ้นใช้แค่ 1 ชิ้น)* เหลือแฮมชีทแล้วทำไมถึงทำแซนด์วิชต่อไม่ได้ *(เพราะขนมปังหมดไปก่อน)*

- ถ้าเปรียบวัตถุดิบแต่ละชนิด เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาเคมี แล้วเข้ามาทำปฏิกิริยากัน จากจำนวนของสารตั้งต้น สารเกิดปฏิกิริยาพอดีกันหมดหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่พอดี เนื่องจากขนมปังหมดก่อน และเหลือแฮมชีท)

- หากปฏิกิริยาเคมีทั่วไป ตัวอย่าง $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$ ถ้ากำหนดให้ Mg จำนวน 6 mol ทำปฏิกิริยากับ O_2 จำนวน 2.5 mol จะมีลักษณะคล้ายกับการทำแซนด์วิชอย่างไร และนักเรียนคิดว่าสามารถหาสารที่เหลือได้อย่างไร

จากคำถามของครู นักเรียนคิดว่ามันเกี่ยวข้องกับเรื่องที่นักเรียนเคยเรียนแล้วในหัวข้อใดบ้าง จากนั้นให้นักเรียนบันทึกหัวข้อลงในสมุด

5.1.2 ครูจัดกิจกรรมเป็นเกมแข่งขันระหว่างนักเรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับหัวข้อ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี การหาปริมาณของสารใดสารหนึ่งเมื่อทราบปริมาณอีกสาร โดยชี้แจงกติกาและวิธีการแข่งขัน ดังนี้

- ให้กลุ่มที่ 1 2 และ 3 เป็นกลุ่ม A แข่งกับกลุ่มที่ 4, 5 และ 6 เป็นกลุ่ม B โดยครูกำหนดสมการเคมีให้ทั้งสองกลุ่ม $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$ จากนั้นให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง ว่าสาร Mg กี่โมลทำปฏิกิริยาพอดีกับ O_2 กี่โมล และเกิดผลิตภัณฑ์กี่โมล

- จากนั้นครูถามเพิ่มเติมว่าหากใช้ Mg 12 โมลจะต้องใช้ O_2 กี่โมล และให้โจทย์เพิ่มอีก คือ หากใช้ Mg 125 g จะต้องใช้ O_2 กี่กรัม

5.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายเกี่ยวความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ได้ทำ โดยครูใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าสาร Mg กี่โมลทำปฏิกิริยาพอดีกับสาร O_2 กี่โมล (เลขสัมประสิทธิ์ข้างหน้าของสารแต่ละชนิดในปฏิกิริยาเคมี)

- เมื่อครูกำหนดให้ว่าใช้ Mg 12 mol นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าต้องใช้ O_2 กี่โมล (เทียบจากอัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยาเคมี)

- เมื่อครูกำหนดให้ว่าใช้ Mg 125 g ทำอย่างไรบ้างจึงจะสามารถหาปริมาณ O_2 ที่ทำปฏิกิริยาพอดีได้ นักเรียนต้องเปลี่ยนปริมาณเป็นกรัมให้อยู่ในหน่วยใดก่อน

หากครูให้ปริมาณสารตั้งต้นมี Mg 125 กรัม และ O_2 มี 200 กรัม นักเรียนจะพิจารณาอย่างไรว่าสารเกิดปฏิกิริยาเคมีกันพอดี หรือไม่พอดีกัน หากไม่พอดีกันเราจะทราบได้

อย่างไรว่ามีสารใดที่เหลืออยู่ จะเหมือนกันกับกรณีของการทำแซนด์วิชหรือไม่ นักเรียนจะได้ศึกษาในกิจกรรมต่อไปนี้

5.2 ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (35 นาที)

5.2.1 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 1 การทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อศึกษาการทำปฏิกิริยาพอดีกันของสาร

5.2.2 ครูอธิบายวิธีการทำการทดลอง อุปกรณ์การทดลองที่ได้รับ และเตือนให้ระมัดระวังในการใช้สารเคมีหรืออุปกรณ์การทดลอง จากนั้นถามตรวจสอบความเข้าใจนักเรียนอีกครั้งว่านักเรียนต้องทำการทดลองอย่างไรบ้าง

5.2.3 ครูให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองในใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 1 เมื่อทำการทดลองสำเร็จครูให้นักเรียนเก็บอุปกรณ์ไว้ในบริเวณที่ครูเตรียมไว้ และสุ่มถามแต่ละกลุ่มว่าได้ผลการทดลองเป็นอย่างไร

5.2.4 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับผลการทดลองที่ได้ โดยครูใช้คำถามดังนี้

- เมื่อพิจารณาปริมาณสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยากัน คู่แรกใช้ HCl 2 mol และใช้ NaOH 3 mol คู่ที่ 2 ใช้ HCl 2 mol และใช้ NaOH 4 mol คู่ที่ 3 ใช้ HCl 2 mol และใช้ NaOH 5 mol พบว่าสีของสารละลายที่ได้เป็นอย่างไรบ้าง
- นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดสารละลายผสมที่ได้จึงมีสีที่แตกต่างกัน *(ปริมาณสารที่ใช้ทำปฏิกิริยากัน)*
- ครูอธิบายว่าอินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟทาลีนใช้ในการทดสอบสารที่มีฤทธิ์เป็นเบสแล้วจะเปลี่ยนสี
- นักเรียนคิดว่าเมื่อผสมกรดและเบสทำปฏิกิริยากันแล้ว จะได้สารชนิดใด *(กลางหรือเกลือ)*
- หากสารละลายที่ได้ต้องเป็นกลางแล้ว แต่เมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงไปสารละลายเปลี่ยนสี *(สารละลายมีความเป็นเบสอ่อน ๆ)* นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด
- นักเรียนคิดว่าปริมาณสารละลาย HCl และ NaOH ที่ใช้ทำปฏิกิริยาแต่ละคู่ทำปฏิกิริยากันพอดีหรือไม่ อย่างไร หากทำปฏิกิริยาไม่พอดีกันนักเรียนคิดว่าสารที่เหลือน่าจะเป็นสารชนิดใด สังเกตได้อย่างไร *(NaOH ซึ่งมีฤทธิ์เป็นเบส เพราะสารผสมที่ได้ทดสอบกับฟีนอล์ฟทาลีนแล้วเปลี่ยนสีแสดงว่ามีความเป็นเบส)*
- นักเรียนคิดว่าสารละลายผสมที่ได้มีสีเข้มต่างกันนักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด *(มีความเป็นเบสมากขึ้น)* เช่น คู่ที่ 3 ใช้ HCl 2 mol และใช้ NaOH 5 mol สารผสมมีสีเข้มมาก แสดงว่าเหลือสารใดมาก

- นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า ผลิตภัณฑ์เกลือที่ได้นั้นจะเกิดปริมาณเท่าใด แล้วเหลือสารตั้งต้นอยู่ปริมาณเท่าใด

- จากปฏิกิริยาระหว่าง HCl และ NaOH สามารถเขียนปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไร *($HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$)* อัตราส่วนโดยโมลของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันเป็นอย่างไร *(1:1:1)* แสดงว่าหากใช้ HCl 2 mol จะต้องใช้ NaOH กี่โมล *(2 mol)* หากใช้ NaOH 5 mol ทำปฏิกิริยากับ HCl 2 mol จะเหลือสารใด สารใดหมดก่อน นักเรียนคิดว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ควรจะมีจำนวนกี่โมล

- จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับสารชนิดใด *(สารที่หมดไปก่อน)* ซึ่งสารที่หมดไปก่อนและเป็นตัวกำหนดปริมาณสารผลิตภณฑ์ที่เกิดขึ้น เราจะเรียกสารชนิดนี้ว่า สารกำหนดปริมาณ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้นเราไปศึกษาต่อในตอนที่ 2

5.2.7 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 2 การศึกษาเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยาเคมี โดยการใช้สื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ คือ ดินน้ำมันที่แทนสารประกอบต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$ ดังภาพ

5.2.8 ครูสาธิตวิธีการทำกิจกรรม คือ ให้นักเรียนหยิบสารตั้งต้นมาอย่างละ 1 แล้วทำมาต่อเป็นสาร NaCl และ H_2O แล้วใส่ลงในส่วนของสารผลิตภัณฑ์ จากนั้นให้นักเรียนนับจำนวน NaCl และ H_2O ที่ได้ และสารตั้งต้นที่เหลือ จากนั้นถามตรวจสอบความเข้าใจนักเรียนอีกครั้งว่านักเรียนต้องทำกิจกรรมอย่างไรบ้าง

5.2.9 ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 2 ครูสุ่มบางกลุ่มออกมาเขียนผลการทำกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 2 หน้ากระดาน

5.2.10 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองในตอนที่ 2 โดยครูใช้คำถามดังนี้

- หากใช้ HCl 3 mol ทำปฏิกิริยากับ NaOH 4 mol นักเรียนจะได้ NaCl กี่โมล และน้ำกี่โมล แล้วสารตั้งต้นที่เหลือคือสารชนิดใด

- สารที่ใช้หมดไปก่อนคือสารชนิดใด ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนของสารตั้งต้นชนิดใด สารกำหนดปริมาณคือสารใด

- สารตั้งต้น NaOH ถูกใช้ไปจำนวนเท่าใด และเหลืออยู่เท่าใด เพราะเหตุใดผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้มีจำนวนเท่ากับ NaOH

- นักเรียนคิดว่าเราจะสามารถหาจำนวนโมลของสารที่เหลือในปฏิกิริยาได้อย่างไร อันดับแรกนักเรียนควรพิจารณาสิ่งใดก่อน *(อัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยาเคมีที่เกิด)*

- หากนักเรียนทราบว่า HCl 1 mol ทำปฏิกิริยาพอดี กับ NaOH 1 mol ดังนั้นหากเริ่มต้นมี HCl 3 mol จะต้องใช้ NaOH กี่โมลจึงจะพอดีกัน *(3 mol)* แต่โจทย์กำหนดให้ NaOH 4 mol ดังนั้นจะเหลือ NaOH อยู่จำนวนเท่าใด *(1 mol)* ตรงกับจำนวนดินน้ำมันที่เหลือหรือไม่

- ครูตรวจสอบความเข้า โดยแสดงคำถาม จากสมการ $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$ ถ้ากำหนดให้ Mg จำนวน 6 mol ทำปฏิกิริยากับ O_2 จำนวน 4 mol จะเหลือสารใดในปฏิกิริยาเคมี

5.2.11 ครูให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณ เป็นความรู้ของกลุ่มตนเอง

5.3 ขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา (5 นาที)

5.3.1 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 3 ให้นักเรียนทำเป็นคู่ โดยแบบฝึกหัดเป็นลักษณะของโจทย์ปัญหา ดังนี้

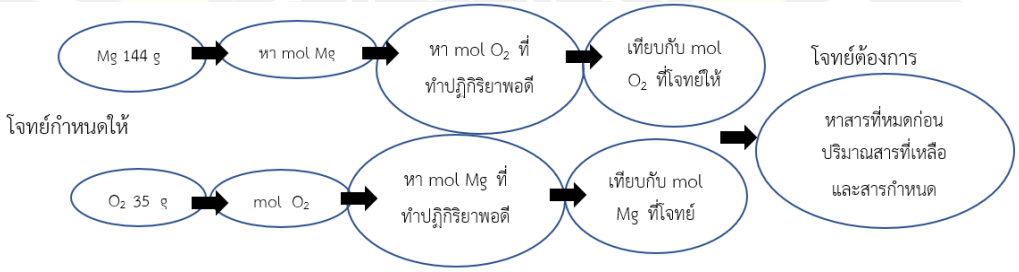
แมกนีเซียมออกไซด์ใช้เป็นตัวยาสำคัญของยาลดกรดในกระเพาะอาหาร ซึ่งสามารถสังเคราะห์ได้ดังสมการ $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$ ถ้ากำหนดให้ Mg จำนวน 144 g ทำปฏิกิริยากับ O_2 จำนวน 35 g นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยานี้สารใดคือสารกำหนดปริมาณ และเหลือสารตั้งต้นคือสารใด ปริมาณเท่าใด

5.3.2 ครูให้นักเรียนศึกษาโจทย์ปัญหาตามขั้น S คือ Search the word problem ของกลวิธี STAR ครูสุ่มถามนักเรียนทั้งหมดอีกครั้งว่าโจทย์ให้ข้อมูลใดและต้องการหาสิ่งใด

5.4 ขั้นแปลงโจทย์ปัญหาและค้นหาคำตอบ (25 นาที)

5.4.1. ครูให้นักเรียนแปลงโจทย์ปัญหาตามขั้น T คือ Translate the problem โดยให้เขียนแผนภาพสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ส่วนครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน โดยเริ่มหาว่าอัตราส่วนโดยโมลของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันเป็นอย่างไร และเขียนแฟกเตอร์ที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์ว่าจากที่โจทย์กำหนดให้สามารถเชื่อมโยงไปยังการหาสารกำหนดปริมาณได้อย่างไร โดยเขียนเป็นลำดับขั้นและให้นักเรียนดำเนินการหาคำตอบจากแผนภาพที่ได้วาดไว้ เช่น

อัตราส่วนโดยโมลของสาร Mg :O_2 : MgO= 2 mol : 1 mol : 2 mol



5.4.2 ให้นักเรียนดำเนินการหาคำตอบ ตามขั้น A คือ Answer the problem โดยนำตัวแปรมาแทนค่าในสมการ แล้วคำนวณผลลัพธ์สุดท้าย จากนั้นครูสุ่มถามนักเรียนว่าคำนวณผลลัพธ์สุดท้ายได้ผลได้อย่างไร

5.5 ขั้นทบทวนคำตอบ (15 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนทบทวนคำตอบตาม ขั้น R คือ Review the solution โดยให้นักเรียนแสดงการตรวจคำตอบโดยการใช้วิธีการอื่น ๆ สรุปคำตอบให้ตรงกับที่โจทย์ถามและตอบคำถามว่าจากปริมาณของสารที่โจทย์ให้ไม่มีสารที่เหลือใช่หรือไม่

5.5.3 ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบหน้ากระดาน 2 คน เพื่อแสดงวิธีการหาคำตอบของแต่ละคน และครูสอบถามนักเรียนที่ยังมีข้อสงสัย จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม

5.5.4 ครูกำหนดคำถามให้นักเรียนว่า วันนี้เรียนเรื่องอะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนวันนี้หรือความรู้ใหม่ที่ได้คืออะไรบ้างให้อธิบายมาพอสังเขป

5.5.5 ครูแจกแบบทดสอบย่อยหลังเรียนให้นักเรียนทำรายบุคคลโดยอาศัยกลวิธี STAR มาใช้ในการหาคำตอบ

6. สื่อการเรียนรู้/อุปกรณ์

6.1 สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 1 เรื่อง การทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์
- ใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 2 เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยาเคมี
- ใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

6.2 อุปกรณ์

- กิจกรรมขั้นนำ ได้แก่ ขนมปัง แฮมชีท
- กิจกรรมตอนที่ 1 ได้แก่ บีกเกอร์ขนาด 25 mL 6 ใบ, บีกเกอร์ขนาด 50 mL 3 ใบ แท่งแก้วคน 3 แท่ง, สารละลายกรดไฮโดรคลอริก, สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, ฟีนอล์ฟทาลีน
- กิจกรรมตอนที่ 2 ได้แก่ ดินน้ำมัน, ถ้วยพลาสติก

7. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้		
	วิธีการวัดผล	**เครื่องมือ**	**เกณฑ์การประเมิน**
ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณได้ - นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจำนวนโมลของสารเพื่อระบุสารกำหนดปริมาณได้	ตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบ จากตอนที่ 1	แบบทดสอบ	ผ่าน 70% ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ - นักเรียนสามารถคำนวณหาสารกำหนดปริมาณและจำนวนโมลของสารที่เหลือ	ตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบ จากตอนที่ 2	แบบทดสอบ	ผ่าน 70% ขึ้นไป
ด้านคุณธรรมจริยธรรม - นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับดีขึ้นไป

8. เอกสารอ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.(2561). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1*. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของ สกสค.

9.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ .....

(นางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย)

(นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู)

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

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

ลงชื่อ .....

(นางเทียมจันทร์ เรือแสง)

(ครูพี่เลี้ยง)

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

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

ลงชื่อ .....

(นางเทียมจันทร์ เรือแสง)

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

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

.....

.....

ลงชื่อ .....

(นางอรทัย วงศ์สถิตย์)

(รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ)

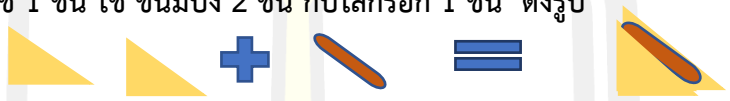
...../...../.....

ใบกิจกรรมที่ 6

ชื่อ.....ชั้น .....เลขที่.....
ชื่อ.....ชั้น .....เลขที่.....
ชื่อ.....ชั้น .....เลขที่.....
ชื่อ.....ชั้น .....เลขที่.....

เรื่อง แซนด์วิชแสนอร่อย

กำหนดให้แซนด์วิช 1 ชิ้น ใช้ ขนมปัง 2 ชิ้น กับไส้กรอก 1 ชิ้น ดังรูป



บันทึกข้อมูลลงตาราง

	จำนวน (ชิ้น)		
	ขนมปัง	ไส้กรอก	แซนด์วิช
เริ่มต้น			
ปริมาณที่ใช้ทำแซนด์วิช			
ปริมาณที่เหลือหลังจากที่ทำแซนด์วิช			

จำนวนแซนด์วิชที่ได้ ..... วัตถุดิบที่เหลือ.....วัตถุดิบที่หมดไปก่อน.....

ตอนที่ 1 เรื่อง การทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและ โซเดียมไฮดรอกไซด์

อุปกรณ์และสารเคมี

1. บีกเกอร์ขนาด 25 mL 6 ใบ
2. บีกเกอร์ขนาด 50 mL 3 ใบ
3. แท่งแก้วคน 3 แท่ง
4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH
6. ฟีนอล์ฟทาลีน

วิธีทดลอง

1. นำบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลาย HCl ที่เขียนว่า 2 mol เทใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 mL ที่เขียนว่าสารผสมที่ 1 แล้วเทสารละลาย NaOH ที่เขียนว่า 3 mol ลงในบีกเกอร์สารผสมที่ 1 จากนั้นใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน แล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีนประมาณ 3 หยด แล้วคนต่อไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลาย

2. นำบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลาย HCl ที่เขียนว่า 2 mol เทใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 mL ที่เขียนว่าสารผสมที่ 2 แล้วเทสารละลาย NaOH ที่เขียนว่า 4 mol ลงในบีกเกอร์สารผสมที่ 2 จากนั้น

ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน แล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีนประมาณ 3 หยด แล้วคนต่อไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลาย

3. นำบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลาย HCl ที่เขียนว่า 2 mol เทใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 mL ที่เขียนว่าสารผสมที่ 3 แล้วเทสารละลาย NaOH ที่เขียนว่า 5 mol ลงในบีกเกอร์สารผสมที่ 3 จากนั้นใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน แล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีนประมาณ 3 หยด แล้วคนต่อไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลาย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายผสมที่	จำนวน HCl (mol)	จำนวน NaOH (mol)	การเปลี่ยนแปลงเมื่อผสมสารละลาย (HCl + NaOH)
1			
2			
3			

คำถาม

1) เพราะเหตุใดเมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในสารละลายผสมสีของสารละลายจึงเปลี่ยนสี

.....

2) สารละลายผสมที่ได้ มีความแตกต่างกันอย่างไร

.....

ตอนที่ 2 เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ให้นักเรียนหยิบสารตั้งต้นมาอย่างละ 1 แล้วทำมาต่อเป็นสาร NaCl และ H_2O แล้วใส่ลงในส่วนของสารผลิตภัณฑ์ จากนั้นให้นักเรียนนับจำนวน NaCl และ H_2O ที่ได้ และสารตั้งต้นที่เหลือ

กำหนดให้ ● = H , ● = Cl , ● = Na , ● = O

สมการเคมีที่เกิดขึ้น.....

ตารางบันทึกผล

	จำนวนดินน้ำมันที่แทนโมเลกุลของสารในปฏิกิริยา			
	HCl	NaOH	NaCl	H_2O
เริ่มต้น				
ทำปฏิกิริยา				
คงเหลือ				

สารกำหนดปริมาณ คือ.....สารที่เหลือคือ.....

ปริมาณ.....

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
การบันทึกผลการทำกิจกรรม	นักเรียนบันทึกผลกิจกรรมสอดคล้องกับความเป็นจริง	นักเรียนบันทึกผลกิจกรรมสอดคล้องกับความเป็นจริง แต่บันทึกไม่ครบ	นักเรียนบันทึกผลกิจกรรมสอดคล้องกับความเป็นจริงบางส่วน และบันทึกไม่ครบ	ไม่มีการบันทึกผล
การลงมือปฏิบัติกรรม ด้วยตนเอง	นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองและปรึกษาครู 1 ครั้ง	นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองและปรึกษาครู 1 ครั้ง และถามเพื่อนกลุ่มอื่น 1-2 ครั้ง	นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง และปรึกษาครูและถามเพื่อนกลุ่มอื่นตลอดเวลา	ไม่ทำกิจกรรม
การแปลความหมายของผลกิจกรรม	การแปลความหมายของผลกิจกรรม และตอบคำถามได้ถูกต้อง	การแปลความหมายของผลกิจกรรม และตอบคำถามได้บางส่วนและให้ครูช่วยเหลือ 1-2 ครั้ง	การแปลความหมายของผลกิจกรรมและตอบคำถามได้บางส่วนและให้ครูช่วยเหลือตลอดเวลา	ไม่มีการบันทึกผล

ใบกิจกรรมที่ 6 (งานคู่)

ชื่อ.....ชั้น .....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น .....เลขที่.....

ตอนที่ 3 โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

แมกนีเซียมออกไซด์ใช้เป็นตัวยาสำคัญของยาลดกรดในกระเพาะอาหาร ซึ่งสามารถสังเคราะห์ได้ ดังสมการ $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$ ถ้ากำหนดให้ Mg จำนวน 144 g ทำปฏิกิริยากับ O_2 จำนวน 35 g นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยานี้สารใดคือสารกำหนดปริมาณ และเหลือสารตั้งต้นคือสารใด ปริมาณเท่าใด

การศึกษาโจทย์ปัญหา (S, Search the word problem)

โจทย์บอกค่าอะไร : .....โจทย์ต้องการหาอะไร : .....

การแปลงโจทย์ปัญหาและค้นหาคำตอบ (TA ,Translate & Answer the problem)

1) การแปลงโจทย์ปัญหา ให้นักเรียน**เขียนแผนภาพ**แสดงการแปลงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ

.....

.....

2) หาความสัมพันธ์ของแผนภาพแต่ละขั้น และระบุแฟกเตอร์ที่ต้องใช้พร้อมคำนวณหาคำตอบ

.....

.....

การทบทวนคำตอบ (R , Review the solution)

1) ให้นักเรียนแสดงการตรวจคำตอบที่ได้ใน ข้อ ที่ 2) ขั้น TA โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ พร้อมสรุปคำตอบที่ได้ ให้ตรงประเด็นตามที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

เลือกใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติ

จากปริมาณของสารที่โจทย์ให้ไม่มีสารที่เหลือใช่หรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม (โจทย์ปัญหา)

รายการประเมิน	คะแนน		
	2	1	0
การศึกษาโจทย์ปัญหา			
การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการได้ถูกต้องครบถ้วน	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการถูกต้องบางส่วน	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการผิดทั้งหมดหรือไม่แสดงอะไรเลย
การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			
การเขียนแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอน	เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพได้ถูกต้อง	เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพได้บางส่วน	เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงอะไรเลย
การระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	เขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพ ครบถ้วน	เขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยหรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพบางส่วน	ไม่สามารถเขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพ

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม (โจทย์ปัญหา)

รายการประเมิน	คะแนน		
	2	1	0
การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา			
ด้านกระบวนการคำนวณ	สามารถแสดงกระบวน การในการคำนวณหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบถูกต้องบางส่วน	แสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่มีร่องรอยในการทำ
ด้านการระบุคำตอบ	สามารถระบุคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์	สามารถระบุคำตอบได้ใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้อง	ระบุคำตอบสุดท้ายไม่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ
การทบทวนคำตอบของโจทย์ปัญหา			
การแสดงวิธีตรวจคำตอบ	สามารถแสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง และมีความสมเหตุสมผลสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ	แสดงการตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการอื่น ๆ แต่ยังขาดความสมเหตุสมผลหรือไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา	ไม่สามารถแสดงการตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการใด ๆ ได้
การสรุปคำตอบ	เขียนสรุปและระบุหน่วย คำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องสมบูรณ์	เขียนสรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการได้แต่ระบุหน่วยไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ	ไม่มีการสรุปคำตอบที่ได้หรือสรุปคำตอบไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการหา
การตอบคำถาม	ตอบคำถามสอดคล้องกับความเป็นจริง	ตอบคำถามไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง	ไม่แสดงอะไรเลย

แบบทดสอบย่อยที่ 6

เรื่อง สารกำหนดปริมาณ 1

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณ

.....

น้ำเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน ดังสมการ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ หากใช้แก๊ส H_2 จำนวน 10 mol และใช้แก๊สออกซิเจนจำนวน 7 mol จงระบุสารกำหนดปริมาณ และปริมาณของสารที่เหลือ

.....

.....

ตอนที่ 2

ถ้านำ Al 70 กรัม ผสมกับ MnO 150 กรัม เกิดปฏิกิริยาดังสมการ $2Al + 3MnO \rightarrow Al_2O_3 + 3Mn$ จงหาสารกำหนดปริมาณ และปริมาณของสารที่เหลือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เลือกใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติ

จากปริมาณของสารที่โจทย์ให้ ไม่มีสารที่เหลือใช่หรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

เฉลยแบบทดสอบย่อยที่ 6

เรื่อง สารกำหนดปริมาณ 1

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณ

สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารตัวอื่นและเป็นตัวกำหนดปริมาณสารผลิตภัณฑ์

2. น้ำเกิดจากปฏิกิริยาระหว่าแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน ดังสมการ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ หากใช้แก๊ส H_2 จำนวน 10 mol และใช้แก๊สออกซิเจนจำนวน 7 mol จงระบุสารกำหนดปริมาณ และปริมาณของสารที่เหลือ

อัตราส่วนโดยโมลของ $H_2 : O_2 = 2:1$ จะได้ $\frac{2 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } O_2} = \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } H_2}$

ถ้าใช้ H_2 10 mol จะได้ 10 mol $H_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } H_2}$ = 5 mol O_2 แต่โจทย์กำหนดมา 7 mol แสดงว่าเหลือ ถ้าใช้ O_2 7 mol จะได้ 7 mol $O_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } O_2}$ = 14 mol H_2 แต่โจทย์กำหนดมา 10 mol แสดงว่าไม่พอใช้ ดังนั้นสารที่เป็นตัวกำหนดปริมาณ คือ H_2 เพราะใช้ 10 mol H_2 แล้วจะเหลือสาร O_2 อยู่ 7-5= 2 mol

ตอนที่ 2

ถ้านำ Al 81 กรัม ผสมกับ MnO 142 กรัม เกิดปฏิกิริยาดังสมการ $2Al + 3MnO \rightarrow Al_2O_3 + 3Mn$ จงหาสารกำหนดปริมาณ และปริมาณของสารที่เหลือกี่กรัม

การศึกษาโจทย์ปัญหา (S, Search the word problem)

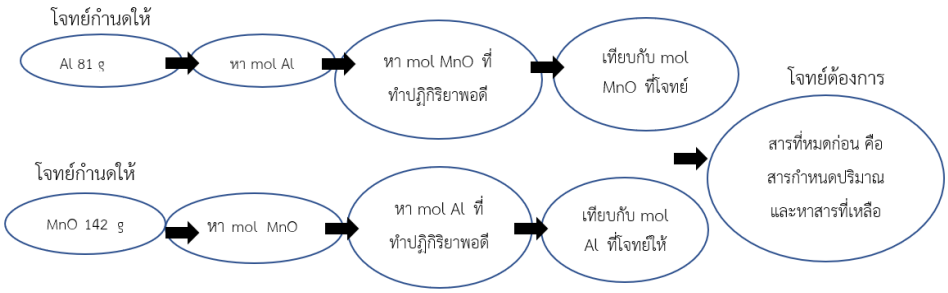
โจทย์บอกอะไร : สารตั้งต้น Al 81 g , MnO 142 g

โจทย์ต้องการหาอะไร : สารกำหนดปริมาณ ปริมาณสารที่เหลือ

การแปลงโจทย์ปัญหาและค้นหาคำตอบ (TA ,Translate & Answer the problem)

1) การแปลงโจทย์ปัญหา ให้นักเรียน**เขียนแผนภาพ**แสดงการแปลงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ

อัตราส่วนโดยโมล Al : MnO = 2:3 เขียนแฟกเตอร์ $\frac{2 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol MnO}} = \frac{3 \text{ mol MnO}}{2 \text{ mol Al}}$



2) หาความสัมพันธ์ของแผนภาพแต่ละขั้น และระบุแฟกเตอร์ที่ต้องใช้พร้อมคำนวณหาคำตอบ

โจทย์กำหนด Al 81 กรัม	**โจทย์กำหนด MnO 142 กรัม**
หาโมลของ Al โดย 81 g Al x $\frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}}$ = 3 mol Al	**หาโมลของ MnO** 142 g จะได้ว่า 142 g MnO x $\frac{1 \text{ mol MnO}}{71 \text{ g MnO}}$ = 2 mol MnO
หาโมลของ MnO ที่ทำปฏิกิริยาพอดี จะได้ว่า หากใช้ 3 mol Al จะต้องใช้ MnO = 3 mol Al x $\frac{3 \text{ mol MnO}}{2 \text{ mol Al}}$ = 4.5 mol MnO	**หาโมลของ Al ที่ทำปฏิกิริยาพอดี** จะได้ว่า หากใช้ 2 mol MnO จะต้องใช้ Al = 2 mol MnO x $\frac{2 \text{ mol Al}}{3 \text{ mol MnO}}$ = 1.3 mol Al
เทียบกับจำนวนโมล MnO ที่โจทย์ให้ จะได้ MnO 142 g คิดเป็น 142 g MnO x $\frac{1 \text{ mol MnO}}{71 \text{ g MnO}}$ = 2 mol MnO แสดงว่าไม่พอใช้ ดังนั้น MnO หมดก่อน เป็นสารกำหนดปริมาณ	**เทียบกับจำนวนโมล Al ที่โจทย์**ให้ จะได้โจทย์กำหนด Al 81 g คิดเป็น 3 mol แสดงว่าเหลือ Al = 3- 1.3 = 1.7 mol Al คิดเป็นกรัมจะได้ 1.7 mol Al x $\frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}}$ = 45.9 g
สารกำหนดปริมาณ คือ MnO เหลือ Al ปริมาณ 45.9 กรัม	

ตอบ สารกำหนดปริมาณ คือ MnO และเหลือ Al จำนวน 45.9 กรัม

➢ **การทบทวนคำตอบ** (R , Review the solution)

ให้นักเรียนแสดงการตรวจคำตอบที่ได้ใน ข้อ ที่ 2) ขั้น TA โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ พร้อมสรุปคำตอบที่ได้ ให้ตรงประเด็นตามที่โจทย์ต้องการหา

ตรวจคำตอบโดยการแทนค่าปริมาณสาร Al ที่เหลือ เพื่อหาปริมาณสาร Al เริ่มต้น ที่โจทย์ให้

จำนวนโมลของสารที่เหลือ = จำนวนโมลสารที่โจทย์ให้ – จำนวนโมลสารที่ใช้ทำปฏิกิริยา

จำนวนโมลของสารที่เหลือ 45.9 g Al คิดเป็น mol จะได้ 45.9 g Al x $\frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}}$ = 1.7 mol Al

ดังนั้น 1.7 mol Al = จำนวนโมลสารที่โจทย์ให้ – 1.3 mol Al

จำนวนโมลสารที่โจทย์ให้ = 1.7+1.3 = 3 mol Al คิดเป็น 3 mol Al x $\frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}}$ = 81 g Al

เลือกใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติ

จากปริมาณของสารที่โจทย์ให้ไม่มีสารที่เหลือใช่หรือไม่

☐ ☑ ไม่ใช่

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้

รายการประเมิน	**คะแนน**			
	3	**2**	**1**	**0**
การอธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณ	อธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณถูกต้องสมบูรณ์	อธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณถูกต้องไม่ครบถ้วน	อธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณไม่ถูกต้อง	ไม่มีคำตอบ
การเปรียบเทียบจำนวนโมลของสารเพื่อระบุสารกำหนดปริมาณได้	สามารถหาโมลของสารที่ทำปฏิกิริยากันพอดีกันได้และบอกได้ว่าจากโจทย์จะคงเหลือหรือมีปริมาณไม่เพียงพอ และระบุสารกำหนดปริมาณได้ถูกต้อง	สามารถหาโมลของสารที่ทำปฏิกิริยากันพอดีกันได้ แต่บอกได้บางส่วนว่าจากโจทย์จะคงเหลือ หรือมีปริมาณไม่เพียงพอ และระบุสารกำหนดปริมาณได้ถูกต้อง	สามารถหาโมลของสารที่ทำปฏิกิริยากันพอดีกันได้ไม่ถูกต้อง แต่ระบุสารกำหนดปริมาณได้ถูกต้อง	ไม่มีคำตอบ

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 6 คะแนน, ผ่านเกณฑ์ 70% หรือ 4 คะแนนขึ้นไป)

คะแนน 4-6 คะแนน หมายถึง ดี

คะแนน 2-3 คะแนน หมายถึง พอใช้

คะแนน 0-1 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ

รายการประเมิน	**คะแนน**		
	2	**1**	**0**
การศึกษาโจทย์ปัญหา			
การระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการได้ถูกต้องครบถ้วน	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการถูกต้องบางส่วน	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการผิดทั้งหมด หรือไม่แสดงอะไรเลย
การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			
การเขียนแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอน	เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพได้ถูกต้อง	เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพได้บางส่วน	เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงอะไรเลย
การระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	เขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยหรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพครบถ้วน	เขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพบางส่วน	ไม่สามารถเขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพ
การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา			
ด้านกระบวนการคำนวณ	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบถูกต้องบางส่วน	แสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่มีร่องรอยในการทำ

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ (ต่อ)

รายการประเมิน	**คะแนน**		
	2	**1**	**0**
การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา			
ด้านการระบุคำตอบ	สามารถระบุคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์	สามารถระบุคำตอบได้ใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้อง	ระบุคำตอบสุดท้ายไม่ถูกต้องหรือไม่มีคำตอบ
การทบทวนคำตอบของโจทย์ปัญหา			
การแสดงวิธีตรวจคำตอบ	สามารถแสดงวิธีการตรวจคำตอบได ถูกต้องและมีความสมเหตุสมผลสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ	แสดงการตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการอื่น ๆ แต่ยังขาดความสมเหตุสมผลหรือไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา	แสดงการตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการใด ๆ แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้สำเร็จ
การสรุปคำตอบ	เขียนสรุปและระบุหน่วยคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้อง การได้ถูกต้องสมบูรณ์	เขียนสรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการได้แต่ระบุหน่วยไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ	ไม่มีการสรุปคำตอบที่ได้หรือสรุปคำตอบไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการหา
การตอบคำถาม	ตอบคำถามสอดคล้องกับความจริง	ตอบคำถามไม่สอดคล้องกับความจริง	ไม่แสดงอะไรเลย

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 16 คะแนน, ผ่านเกณฑ์ 70% หรือ 11 คะแนนขึ้นไป)

คะแนน 11-16 คะแนน หมายถึง ดี

คะแนน 6-10 คะแนน หมายถึง พอใช้

คะแนน 0-5 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

ตัวอย่าง ผลการทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR

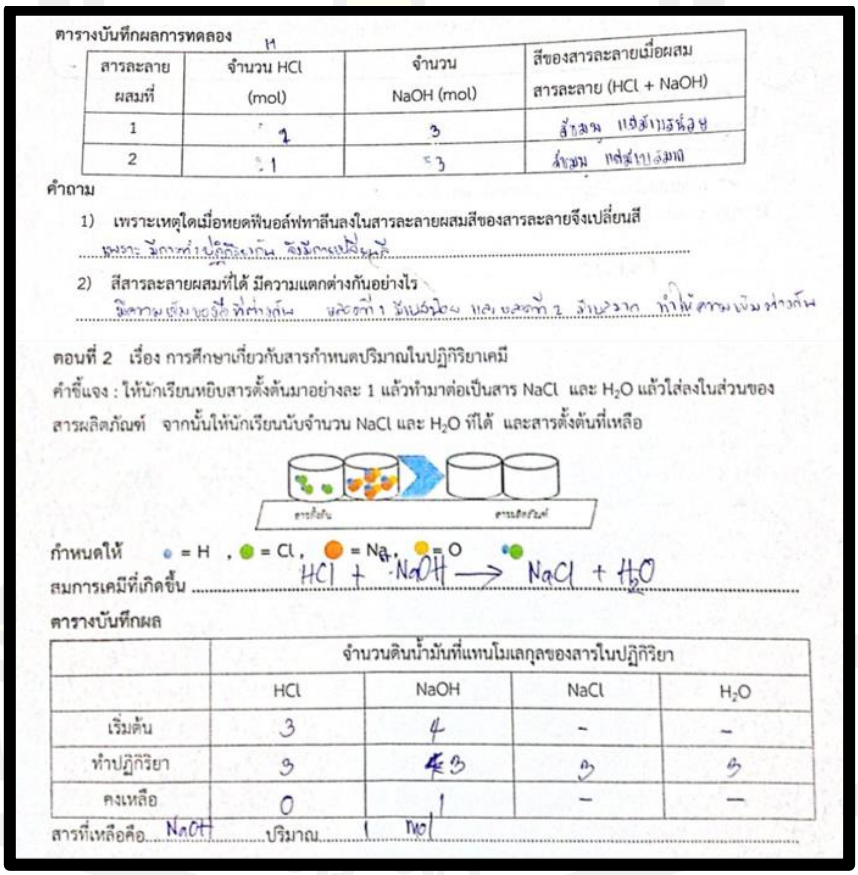
กำหนดให้แซนด์วิช 1 ชิ้น ใช้ ขนมปัง 2 ชิ้น กับไส้กรอก 1 ชิ้น ดังรูป

บันทึกข้อมูลลงตาราง

	จำนวน (ชิ้น)		
	ขนมปัง	ไส้กรอก	แซนด์วิช
เริ่มต้น	8	5	0
ปริมาณที่ใช้ทำแซนด์วิช	8	4	4
ปริมาณที่เหลือหลังจากที่ทำแซนด์วิช	0	1	0

จำนวนแซนด์วิชที่ได้ 4 วัตถุดิบที่เหลือ ไส้กรอก วัตถุดิบที่หมดไปก่อน ขนมปัง

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมขั้นก่อนนำเข้าสู่บทเรียน



ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายผสมที่	จำนวน HCl (mol)	จำนวน NaOH (mol)	สีของสารละลายเมื่อผสมสารละลาย (HCl + NaOH)
1	1	3	ส้มอม เหลืองเรืองๆ
2	1	3	ส้มอม เหลืองสวย

คำถาม

1) เพราะเหตุใดเมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในสารละลายผสมสีของสารละลายจึงเปลี่ยนสี

เพราะ มีการทำปฏิกิริยากัน จึงมีการเปลี่ยนสี

2) สีสารละลายผสมที่ได้ มีความแตกต่างกันอย่างไร

มีความเข้มของสีที่ต่างกัน เพราะที่ 1 มีปริมาณ และ ความเข้มข้น น้อยกว่า ทำให้ ความเข้มต่างกัน

ตอนที่ 2 เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ให้นักเรียนหยิบสารตั้งต้นมาอย่างละ 1 แล้วทำมาต่อเป็นสาร NaCl และ H_2O แล้วใส่ลงในส่วนของสารผลิตภัณฑ์ จากนั้นให้นักเรียนนับจำนวน NaCl และ H_2O ที่ได้ และสารตั้งต้นที่เหลือ

กำหนดให้ = H , = Cl , = Na , = O

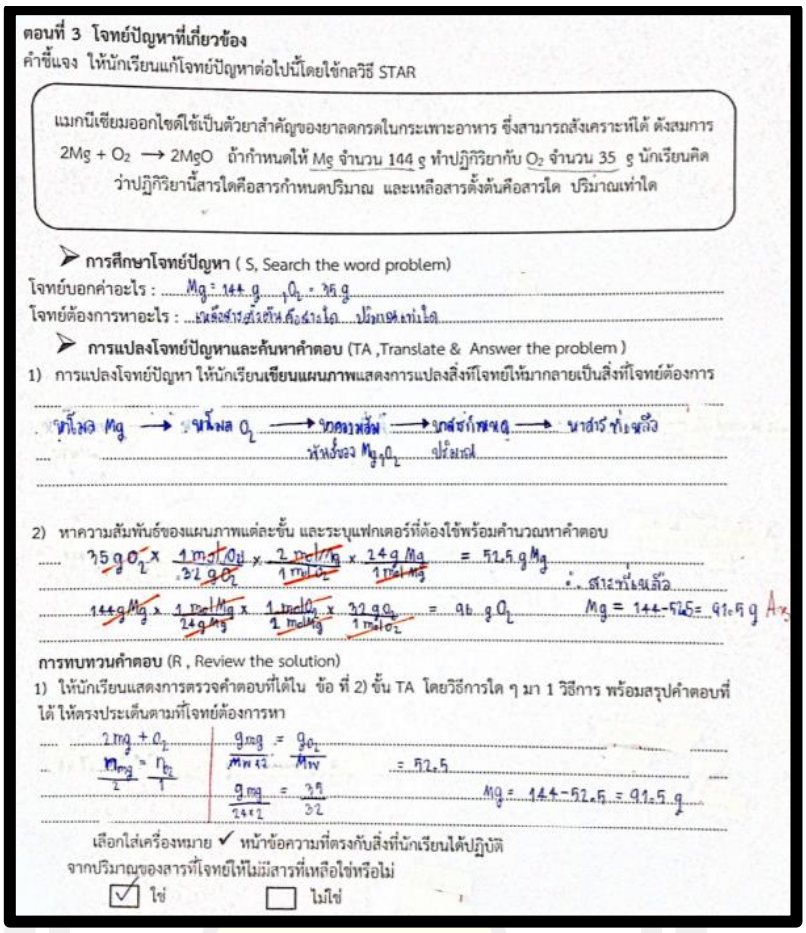
สมการเคมีที่เกิดขึ้น $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

ตารางบันทึกผล

	จำนวนดินน้ำมันที่แทนโมเลกุลของสารในปฏิกิริยา			
	HCl	NaOH	NaCl	H_2O
เริ่มต้น	3	4	-	-
ทำปฏิกิริยา	3	3	3	3
คงเหลือ	0	1	-	-

สารที่เหลือคือ NaOH ปริมาณ 1 โมล

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมขั้นปรับเปลี่ยนความคิด



ตอนที่ 3 โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

แมกนีเซียมออกไซด์ใช้เป็นตัวยาสำคัญของยาลดกรดในกระเพาะอาหาร ซึ่งสามารถสังเคราะห์ได้ ดังสมการ $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$ ถ้ากำหนดให้ Mg จำนวน 144 g ทำปฏิกิริยากับ O_2 จำนวน 35 g นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยานี้สารใดคือสารกำหนดปริมาณ และเหลือสารตั้งต้นคือสารใด ปริมาณเท่าใด

➢ **การศึกษาโจทย์ปัญหา** (S, Search the word problem)

โจทย์บอกค่าอะไร : Mg = 144 g O_2 = 35 g

โจทย์ต้องการหาอะไร : เหลือสารตั้งต้นคือสารใด ปริมาณเท่าใด

➢ **การแปลงโจทย์ปัญหาและค้นหาคำตอบ** (TA ,Translate & Answer the problem)

1) การแปลงโจทย์ปัญหา ให้นักเรียน**เขียนแผนภาพ**แสดงการแปลงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ

มวลของ Mg → จำนวนโมล O_2 → ของสมการ → มวลของ O_2 → นำสารที่เหลือ

หาจำนวนของ $Mg_{ที่ทำ}O_2$ ปฏิกิริยา

2) หาความสัมพันธ์ของแผนภาพแต่ละขั้น และระบุแฟกเตอร์ที่ต้องใช้พร้อมคำนวณหาคำตอบ

$35\ g\ O_2 \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} \times \frac{2\ mol\ Mg}{1\ mol\ O_2} \times \frac{24\ g\ Mg}{1\ mol\ Mg} = 52.5\ g\ Mg$ ∴ สารที่เหลือ

$144\ g\ Mg \times \frac{1\ mol\ Mg}{24\ g\ Mg} \times \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ Mg} \times \frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 96\ g\ O_2$ $Mg = 144 - 52.5 = 91.5\ g$ Ans

การทบทวนคำตอบ (R , Review the solution)

1) ให้นักเรียนแสดงการตรวจคำตอบที่ได้ใน ข้อ ที่ 2) ขั้น TA โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ พร้อมสรุปคำตอบที่ได้ให้ตรงประเด็นตามที่โจทย์ต้องการหา

$2Mg + O_2$

$\frac{m_{Mg}}{2} = \frac{n_{O_2}}{1}$ $\frac{g_{Mg}}{M_{MW}} = \frac{g_{O_2}}{M_{MW}}$ $= 52.5$

$\frac{g_{Mg}}{24 \times 2} = \frac{35}{32}$ $Mg = 144 - 52.5 = 91.5\ g$

เลือกใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติจากปริมาณของสารที่โจทย์ให้ไม่มีสารที่เหลือใช่หรือไม่

☑ ใช่ ☐ ไม่ใช่

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมขั้นการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ให้เขียนเครื่องหมาย √ ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามรายการสังเกต

เลขที่	รายการสังเกต												รวม	ผลประเมิน	
	มีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม				มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม				ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย					ผ่าน	ไม่ผ่าน
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.มีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม	ไม่เล่นโทรศัพท์และมีส่วนร่วมในกิจกรรม	เล่นโทรศัพท์ 1 ครั้ง และมีส่วนร่วมในกิจกรรม	เล่นโทรศัพท์ตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป และมีส่วนร่วมในกิจกรรม	ไม่ทำกิจกรรม
2. มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม	ออกความเห็นและช่วยเพื่อนทำงานจนงานสำเร็จทันเวลา	ออกความเห็นและช่วยเพื่อนทำงาน แต่งานไม่สำเร็จทันเวลา	ออกความเห็นแต่ไม่ช่วยเพื่อนทำงาน	ไม่มีการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม
3.ความรับผิด ชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	ส่งงานทันตามเวลาที่กำหนด ครบทั้งใบกิจกรรมที่ 6 ตอนที่ 1 ตอนที่ 2 และ ตอนที่ 3 และแบบทดสอบย่อย	ส่งงานทันตามเวลาที่กำหนด ครบแต่ต้องได้คำเตือนจากครู 1 ครั้ง	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3 วัน	ไม่มีการส่งงาน

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 9 คะแนน, ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป)

คะแนน 8-9 คะแนน หมายถึง ดีมาก
คะแนน 5-7 คะแนน หมายถึง ดี
คะแนน 3-4 คะแนน หมายถึง พอใช้
คะแนน 0-2 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. ปฏิกิริยาเคมี : $2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ สารละลาย NaOH ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย H_2SO_4 2 mol/L ปริมาตร 25 mL หากต้องการทราบความเข้มข้นโมลาร์ของ NaOH ควรทำอย่างไรตามลำดับ

ก. หาจำนวนโมลของ H_2SO_4 >หาจำนวนโมลของ NaOH > หาความเข้มข้น NaOH

ข. หาจำนวนโมลของ H_2SO_4 > หาจำนวนโมลของ NaOH >หาความเข้มข้น H_2SO_4

ค. หาจำนวนโมลของ NaOH > หาความเข้มข้น NaOH>หาความเข้มข้น H_2SO_4

ง. ข้อมูลไม่เพียงพอใช้หาความเข้มข้นของสารที่ต้องการได้

กำหนดข้อสรุปเกี่ยวกับกฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดรดังนี้

A : กฎของอาโวกาโดร คือ ที่ T และ P ของแก๊สคงที่ V α n

B : กฎของอาโวกาโดรจำนวนโมลของแก๊สแปรผกผันกับปริมาตรของแก๊ส เมื่อ T และ P คงที่

C : กฎเกย์-ลูส แซก คือ ที่ T และ P ของแก๊สเพิ่มขึ้น V ของแก๊สจะเป็นอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำ

D :เกย์-ลูส แซก คือ ที่ T และ P ของแก๊สคงที่ V ของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำ

2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกฎของเกย์-ลูส แซก และกฎของอาโวกาโดร

ก. A และ C ข. A และ D ค. B และ C ง. B และ D

3. ปฏิกิริยาการเกิดแก๊สมีเทน CH_4 จากสารตั้งต้นเป็น คาร์บอนและแก๊สไฮโดรเจน ดังนี้ $C(s) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_4(g)$ ที่ STP ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจน 89.6 ลิตร จะทำปฏิกิริยาพอดีกับถ่านกี่กรัม

ก. 24 กรัม ข. 45 กรัม ค. 48 กรัม ง. 56 กรัม

4. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

$6CO_2(g) + 6H_2O(g) \longrightarrow C_6H_{12}O_6(g) + 6O_2(g)$ หากพืชจะต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 12 mol จะต้องใช้น้ำจำนวนกี่โมล จึงจะทำปฏิกิริยากันได้พอดี

ก. 6 mol ข. 8 mol ค. 12 mol ง. 15 mol

ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่ 1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 65.4 มิลลิตร สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลิตร ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ $H_2SO_{4(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4\ (aq)} + H_2O_{(l)}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 เมื่อใช้แก๊ส O_2 225 mL ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส F_2 450 mL ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สชนิดหนึ่งปริมาตร 450 mL จงหาสูตรโมเลกุลของแก๊สที่เกิดขึ้น กำหนดให้แก๊สที่เกิดมีมวลโมเลกุล = 54 g/mol

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

การแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		**พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ**	**เกณฑ์การให้คะแนน**
1. การศึกษาโจทย์ปัญหา		- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการได้ถูกต้อง ครบถ้วน	2
		- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการถูกต้องบางส่วน	1
		- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งโจทย์ต้องการผิดทั้งหมด หรือไม่แสดงอะไรเลย	0
2. การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา	2.1 ด้านการเขียนแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอน	- เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพได้ถูกต้อง	2
		- เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพได้บางส่วน	1
		- เขียนแสดงลำดับการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการในรูปของแผนภาพไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงอะไรเลย	0
	2.2 ด้านการระบุสมการหรือแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	- เขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพ ครบถ้วน	2
		- เขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพบางส่วน	1
		- ไม่สามารถเขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย หรือสมการเคมีที่สอดคล้องกับแผนภาพ	0

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (ต่อ)

การแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ	เกณฑ์การให้คะแนน
3. การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา	3.1 ด้านกระบวนการคำนวณ	- สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	2
		- สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบถูกต้องบางส่วน	1
		- แสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่มีร่องรอยในการทำ	0
	3.2 ด้านระบุคำตอบ	- สามารถระบุคำตอบ ได้ถูกต้องสมบูรณ์	2
		- สามารถระบุคำตอบได้ใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้อง	1
		- ระบุคำตอบไม่ถูกต้อง	0
4. การทบทวนคำตอบของโจทย์ปัญหา	4.1 ด้านการแสดงวิธีการตรวจคำตอบ	- สามารถแสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง และมีความสมเหตุสมผล สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ	2
		- แสดงการตรวจคำตอบ โดยใช้วิธีการอื่น ๆ แต่ยังขาดความสมเหตุสมผลหรือไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา	1
		- ไม่สามารถแสดงการตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการใด ๆ ได้	0
	4.2 ด้านการสรุปคำตอบ	- มีการสรุปคำตอบที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา พร้อมระบุหน่วยได้ทางเคมีได้ถูกต้องสมบูรณ์	2
		- มีการสรุปคำตอบที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาและระบุหน่วยได้ทางเคมีไม่สมบูรณ์	1
		- ไม่มีการสรุปคำตอบที่ได้ หรือสรุปคำตอบไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการหา	0

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย

แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR

<u>คำชี้แจง</u> ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมิน โดยการพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง เหมาะสมมาก
3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 รายวิชาเคมี โดยการจัดการเรียนรูตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

<u>คำชี้แจง</u> : โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นของท่านในแต่ละรายการว่ามีความเหมาะสมแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพดังนี้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. สาระสำคัญ						
1.1 สาระสำคัญถูกต้องเหมาะสม						
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 จุดประสงค์ครอบคลุมลักษณะการเรียนรู้ ทักษะพิสัย พุทธิพิสัย และจิตพิสัย						
2.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้						
2.3 สามารถวัดและประเมินผลได้						
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
3.2 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ						
4. การจัดกรรมการเรียนรู้						
4.1 กิจกรรมขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม						
4.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ปัญหา						
4.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม						
4.4 กิจกรรมที่ความชัดเจน ครูท่านอื่นสามารถนำไปสอนแทนได้						
4.5 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ						
5. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม						
5.1 เหมาะสมกับเวลาเรียน						
6. สื่อการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม						
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
6.3 มีความน่าสนใจ						
7. การวัดและประเมินผล						
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์						
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
7.3 ใช้เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสม						
7.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

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

ตาราง 17 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1 - แผนที่ 8 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้**								**รวม**	**สรุป**
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1. สาระสำคัญ										
1.1 สาระสำคัญถูกต้องเหมาะสม	4.40	4.20	4.40	4.40	4.20	4.20	4.60	4.40	4.35	มาก
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	4.20	4.60	4.60	4.60	4.40	4.40	4.40	4.48	มาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้										
2.1 จุดประสงค์ครอบคลุมลักษณะการเรียนรู้ ทักษะพิสัย พุทธิพิสัย และจิตพิสัย	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	มาก
2.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้	4.40	4.40	4.60	4.40	4.40	4.40	3.80	4.00	4.30	มาก
2.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.00	4.00	4.00	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.38	มาก
3. สาระการเรียนรู้										
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	4.40	4.40	4.20	4.20	4.40	4.40	4.40	4.33	มาก
3.2 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	มาก
4. การจัดกรรมการเรียนรู้										
4.1 กิจกรรมขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.40	4.40	4.40	4.20	3.80	4.60	4.20	4.20	4.28	มาก
4.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ปัญหา	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้								รวม	สรุป
	1	2	3	4	5	6	7	8		
4.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม	4.80	4.80	4.80	4.40	4.20	4.20	4.40	4.40	4.50	มาก
4.4 กิจกรรมที่ความชัดเจนครูท่านอื่นสามารถนำไปสอนแทนได้	4.00	3.80	3.80	3.80	4.00	4.20	4.40	3.80	3.98	มาก
4.5 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.60	4.60	4.20	4.20	4.40	4.40	4.60	4.40	4.43	มาก
5. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม										
5.1 เหมาะสมกับเวลาเรียน	4.60	4.20	4.00	3.80	3.80	4.20	3.80	4.40	4.10	มาก
6. สื่อการเรียนรู้										
6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม	4.20	4.20	4.00	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.18	มาก
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	มาก
6.3 มีความน่าสนใจ	4.60	4.40	4.40	4.20	4.20	4.80	4.40	4.60	4.45	มาก
7. การวัดและประเมินผล										
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.20	4.20	4.20	4.00	4.40	4.00	4.40	4.20	4.20	มาก
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.60	4.40	4.00	4.00	4.40	4.40	4.20	4.00	4.25	มาก
7.3 ใช้เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสม	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.20	3.80	4.60	4.33	มาก
7.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	4.20	4.40	3.80	3.80	4.20	3.80	4.00	4.08	มาก
รวม	4.39	4.31	4.30	4.23	4.25	4.34	4.27	4.30	4.30	มาก

ตาราง 18 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	**S.D.**	**ระดับคุณภาพ**
สาระสำคัญ	4.41	0.15	มาก
จุดประสงค์การเรียนรู้	4.29	0.19	มาก
สาระการเรียนรู้	4.36	0.05	มาก
การจัดกรรมการเรียนรู้	4.32	0.18	มาก
เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	4.10	0.30	มาก
สื่อการเรียนรู้	4.34	0.11	มาก
การวัดและประเมินผล	4.21	0.05	มาก
เฉลี่ยรวม	4.29	0.15	มาก

ตาราง 19 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (เต็ม 5)	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	0	1	1	0	1	3	0.6	สอดคล้อง
3	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
9	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	ค่าความยากง่าย	แปรผล	สรุปผล
1	0.74	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.55	ใช้ได้	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.62	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.98	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.48	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.41	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.38	ใช้ได้	0.78	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.58	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.58	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.45	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.37	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.38	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 6 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมี ค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.51 – 0.67 และอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.38 – 0.98 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.97

ตาราง 21 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (เต็ม 5)	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	0	0	1	1	1	3	0.6	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
4	1	0	1	0	1	3	0.6	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (เต็ม 5)	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
6	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
7	0	1	1	0	1	3	0.6	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
14	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
15	0	1	1	0	1	3	0.6	สอดคล้อง
16	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
17	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
18	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
19	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
22	1	1	0	0	1	3	0.6	สอดคล้อง
23	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
24	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
25	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง

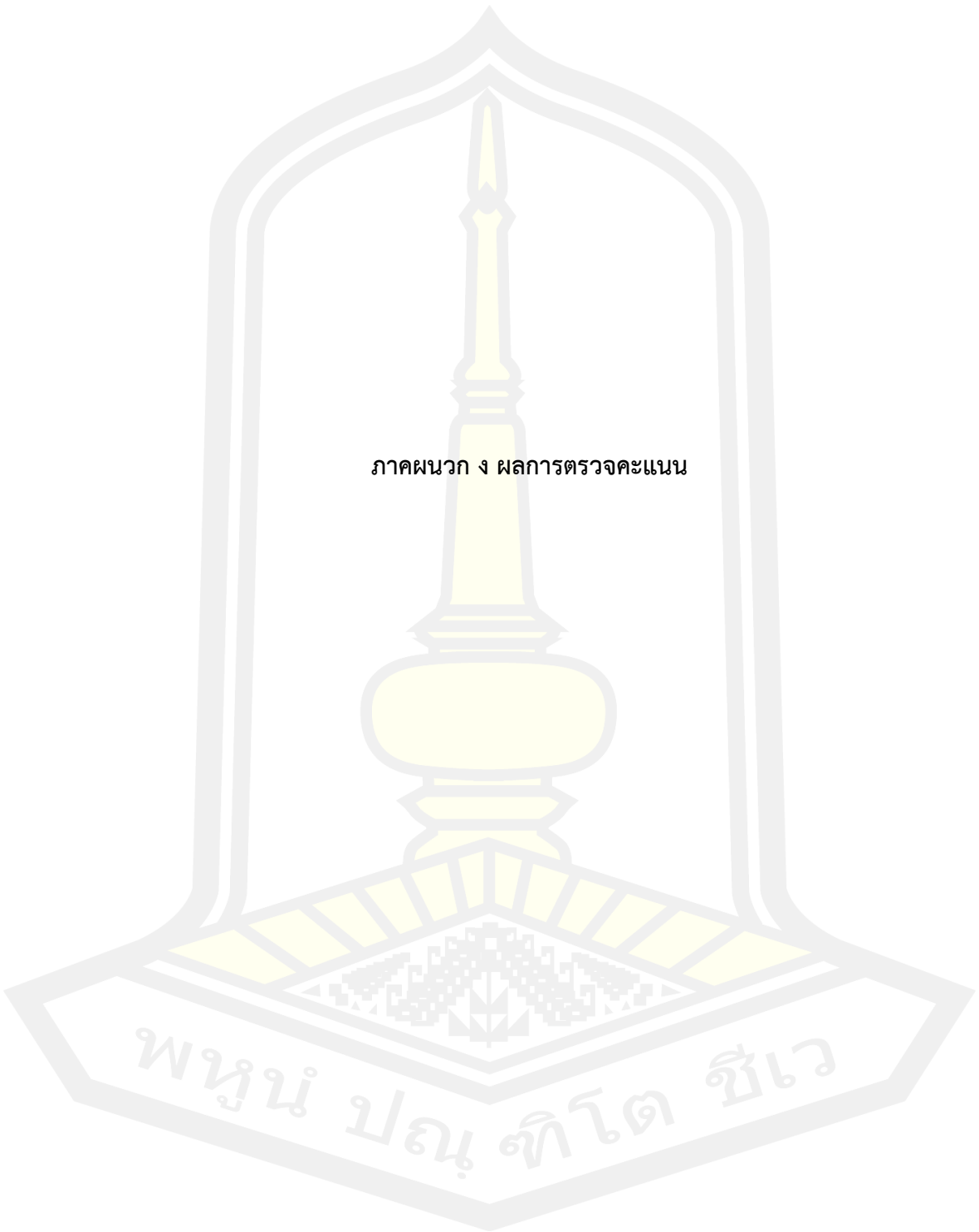
ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	ค่าความยากง่าย	แปรผล	สรุปผล
1	0.03	ใช้ไม่ได้	0.87	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
2	0.45	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.54	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.33	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.48	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.08	ใช้ไม่ได้	0.16	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
7	0.28	ใช้ได้	0.79	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.55	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.42	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.34	ใช้ได้	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.50	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.12	ใช้ไม่ได้	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
13	0.48	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.45	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.38	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.56	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.38	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.08	ใช้ไม่ได้	0.05	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
19	0.17	ใช้ไม่ได้	0.87	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
20	0.31	ใช้ได้	0.76	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.33	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.79	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.11	ใช้ไม่ได้	0.47	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
24	0.05	ใช้ไม่ได้	0.18	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
25	0.43	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.24	ใช้ได้	0.82	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	ค่าความยากง่าย	แปรผล	สรุปผล
27	0.38	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.11	ใช้ไม่ได้	0.03	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
29	0.07	ใช้ไม่ได้	0.95	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
30	0.31	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 15 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.24 – 0.76 และอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.31 – 0.79 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.86



ภาคผนวก ง ผลการตรวจคะแนน

ผลคะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง 23 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 8 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน																		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวมเป็นคะแนนเต็ม 100
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม 8 แผน				
	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย(19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
1	17	14	20	16	17	12	17	16	16	13	19	14	18	13	18	14	142	112	42.60	27.32	69.92
2	17	13	20	16	17	16	17	16	16	14	19	14	18	13	18	15	142	117	42.60	28.54	71.14
3	17	14	20	15	17	16	17	17	16	14	19	14	18	13	18	14	142	117	42.60	28.54	71.14
4	18	15	23	18	19	20	19	19	18	16	20	18	18	15	19	16	154	137	46.20	33.41	79.61
5	17	14	20	15	17	16	17	17	16	12	19	13	18	13	18	13	142	113	42.60	27.56	70.16

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน																		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวมเป็นคะแนนเต็ม 100
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม 8 แผน				
	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย(19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
6	17	14	20	16	17	16	17	17	16	13	19	14	18	11	18	13	142	114	42.60	27.80	70.40
7	17	15	23	17	19	17	17	17	18	14	20	17	17	12	18	15	149	124	44.70	30.24	74.94
8	18	17	23	19	19	20	19	18	18	14	20	17	18	16	19	16	154	137	46.20	33.41	79.61
9	15	14	22	15	19	16	18	16	18	15	20	16	17	13	19	15	148	120	44.40	29.27	73.67
10	17	14	23	15	19	18	17	18	18	16	20	17	17	16	18	16	149	130	44.70	31.71	76.41
11	17	14	22	15	19	15	17	15	17	15	20	17	17	16	18	16	147	123	44.10	30.00	74.10
12	15	13	22	15	19	17	18	17	18	13	20	14	17	12	19	13	148	114	44.40	27.80	72.20
13	18	15	23	18	19	18	19	19	18	16	20	17	18	10	19	16	154	129	46.20	31.46	77.66

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน																		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวมเป็นคะแนนเต็ม 100
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม 8 แผน				
	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย(19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
14	18	17	18	19	19	19	19	19	17	17	17	17	18	16	19	16	145	140	43.50	34.15	77.65
15	18	15	18	18	19	18	19	19	17	14	17	17	18	16	19	16	145	133	43.50	32.44	75.94
16	18	17	23	20	19	19	19	19	18	16	20	17	18	16	19	17	154	141	46.20	34.39	80.59
17	15	17	22	20	19	20	18	19	18	16	20	17	17	16	19	17	148	142	44.40	34.63	79.03
18	18	14	18	18	19	17	19	19	17	15	17	17	18	16	19	16	145	132	43.50	32.20	75.7
19	18	15	18	18	19	18	19	19	17	15	17	17	18	16	19	16	145	134	43.50	32.68	76.18
20	15	13	22	15	19	15	18	15	18	15	20	17	17	14	19	13	148	117	44.40	28.54	72.94
21	17	15	23	17	19	18	17	18	18	14	20	16	17	15	18	13	149	126	44.70	30.73	75.43

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน																		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวมเป็นคะแนนเต็ม 100
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม 8 แผน				
	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย(19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย(19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
22	18	16	18	19	19	18	19	19	17	16	17	17	18	16	19	17	145	138	43.50	33.66	77.16
23	17	15	23	18	19	17	17	17	18	16	20	16	17	16	18	16	149	131	44.70	31.95	76.65
24	15	15	22	19	19	18	18	19	18	16	20	16	17	16	19	16	148	135	44.40	32.93	77.33
25	18	15	23	17	19	15	18	17	17	15	20	15	17	15	19	16	151	125	45.30	30.49	75.79
26	17	15	22	17	19	15	17	15	17	12	20	14	17	16	18	13	147	117	44.10	28.54	72.64
27	18	15	23	17	19	18	18	19	17	15	20	16	17	16	19	15	151	131	45.30	31.95	77.25
28	18	15	23	18	19	15	18	15	17	14	20	15	17	15	19	15	151	122	45.30	29.76	75.06
29	19	17	23	16	19	18	19	19	18	16	20	15	18	16	19	15	155	132	46.50	32.20	78.70
30	18	15	23	16	19	17	18	17	17	15	20	15	17	16	19	15	151	126	45.30	30.73	76.03

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน																		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวมเป็นคะแนนเต็ม 100
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม 8 แผน				
	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย(19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย(19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (22)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (25)	แบบทดสอบย่อย (19)	ใบกิจกรรม (200)	แบบทดสอบย่อย (164)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
31	18	15	23	16	19	14	18	13	17	16	20	15	17	12	19	15	151	116	45.30	28.29	73.59
32	17	15	22	17	19	15	17	17	17	13	20	15	17	14	18	15	147	121	44.10	29.51	73.61
33	17	14	22	17	19	15	17	17	17	14	20	15	17	14	18	14	147	120	44.10	29.27	73.37
$\sum X$	567	491	710	562	617	556	591	573	570	485	640	521	576	480	614	498	4885	4166	1465.50	1016.10	2481.60
$\overline{X}$	17.18	14.88	21.52	17.03	18.70	16.85	17.91	17.36	17.27	14.70	19.39	15.79	17.45	14.55	18.61	15.09	148.03	126.24	44.41	30.79	75.20
S.D.	1.07	1.14	1.82	1.53	0.73	1.86	0.84	1.60	0.72	1.29	1.09	1.32	0.51	1.77	0.50	1.26	3.84	9.02	1.15	2.20	2.89
ร้อยละ	68.73	78.31	86.06	77.41	74.79	76.58	71.64	78.93	69.09	77.35	77.58	71.76	69.82	76.56	74.42	79.43	68.73	78.31	74.02	76.98	75.20

ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง 24 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				
	การศึกษาโจทย์ปัญหา (12)	การแปลงโจทย์ปัญหา (24)	การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (24)	การทบทวนคำตอบ (24)	รวม (84)
1	10.00	14.00	16.00	16.00	56.00
2	11.00	14.00	15.00	16.00	56.00
3	10.00	16.00	16.00	17.00	59.00
4	12.00	18.00	21.00	18.00	69.00
5	11.00	14.00	16.00	18.00	59.00
6	10.00	15.00	17.00	18.00	60.00
7	11.00	15.00	18.00	17.00	61.00
8	12.00	20.00	18.00	17.00	67.00
9	11.00	17.00	16.00	18.00	62.00
10	12.00	15.00	15.00	17.00	59.00
11	12.00	18.00	21.00	18.00	69.00
12	9.00	16.00	17.00	17.00	59.00
13	12.00	21.00	19.00	16.00	68.00
14	12.00	20.00	20.00	20.00	72.00
15	12.00	19.00	18.00	19.00	68.00
16	11.00	23.00	20.00	21.00	75.00
17	12.00	22.00	20.00	19.00	73.00

ตาราง 24 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				
	การศึกษาโจทย์ปัญหา (12)	การแปลงโจทย์ปัญหา (24)	การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (24)	การทบทวนคำตอบ (24)	รวม (84)
18	10.00	17.00	20.00	18.00	65.00
19	11.00	19.00	19.00	17.00	66.00
20	11.00	15.00	19.00	18.00	63.00
21	12.00	17.00	18.00	18.00	65.00
22	12.00	18.00	18.00	17.00	65.00
23	11.00	19.00	18.00	17.00	65.00
24	12.00	19.00	16.00	16.00	63.00
25	12.00	19.00	20.00	15.00	66.00
26	11.00	17.00	19.00	17.00	64.00
27	12.00	16.00	19.00	17.00	64.00
28	11.00	17.00	19.00	16.00	63.00
29	11.00	22.00	21.00	19.00	73.00
30	11.00	18.00	19.00	17.00	65.00
31	10.00	16.00	16.00	17.00	59.00
32	12.00	18.00	17.00	16.00	63.00
33	11.00	18.00	18.00	15.00	62.00
$\sum X$	370.00	582.00	599.00	572.00	2123.00
$\overline{X}$	11.21	17.64	18.15	17.33	64.33
S.D.	0.82	2.37	1.75	1.31	4.80

ผลคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง 25 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (15)	คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (15)
1	9.00	18	10.00
2	10.00	19	10.00
3	9.00	20	9.00
4	14.00	21	9.00
5	8.00	22	11.00
6	10.00	23	12.00
7	11.00	24	12.00
8	12.00	25	12.00
9	13.00	26	9.00
10	9.00	27	11.00
11	12.00	28	13.00
12	11.00	29	13.00
13	12.00	30	12.00
14	12.00	31	9.00
15	12.00	32	10.00
16	14.00	33	10.00
17	13.00	-	-
$\sum X$		363.00	
$\overline{X}$		11.00	
S.D.		1.64	

ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว796 วันที่ 16 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว796 วันที่ 16 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด

ด้วย นางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว 0605.5(2)/ว796

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางเทียมจันทร์ เรืองแสง

ด้วย นางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0831406075

ที่ อว 0605.5(2)/ว796 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสิวินีย์ เททะสังข์

ด้วย นางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0831406075

ที่ อว 0605.5(2)/ว796 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางเยาวเรศ ปริวันตา

ด้วย นางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0831406075

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวปิยมาศ บุดดาน้อย
วันเกิด	วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 34 หมู่ที่ 1 ตำบลสำราญ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลวัดกลาง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเทศบาลวัดกลาง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2564 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-