การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

วิทยานิพนธ์

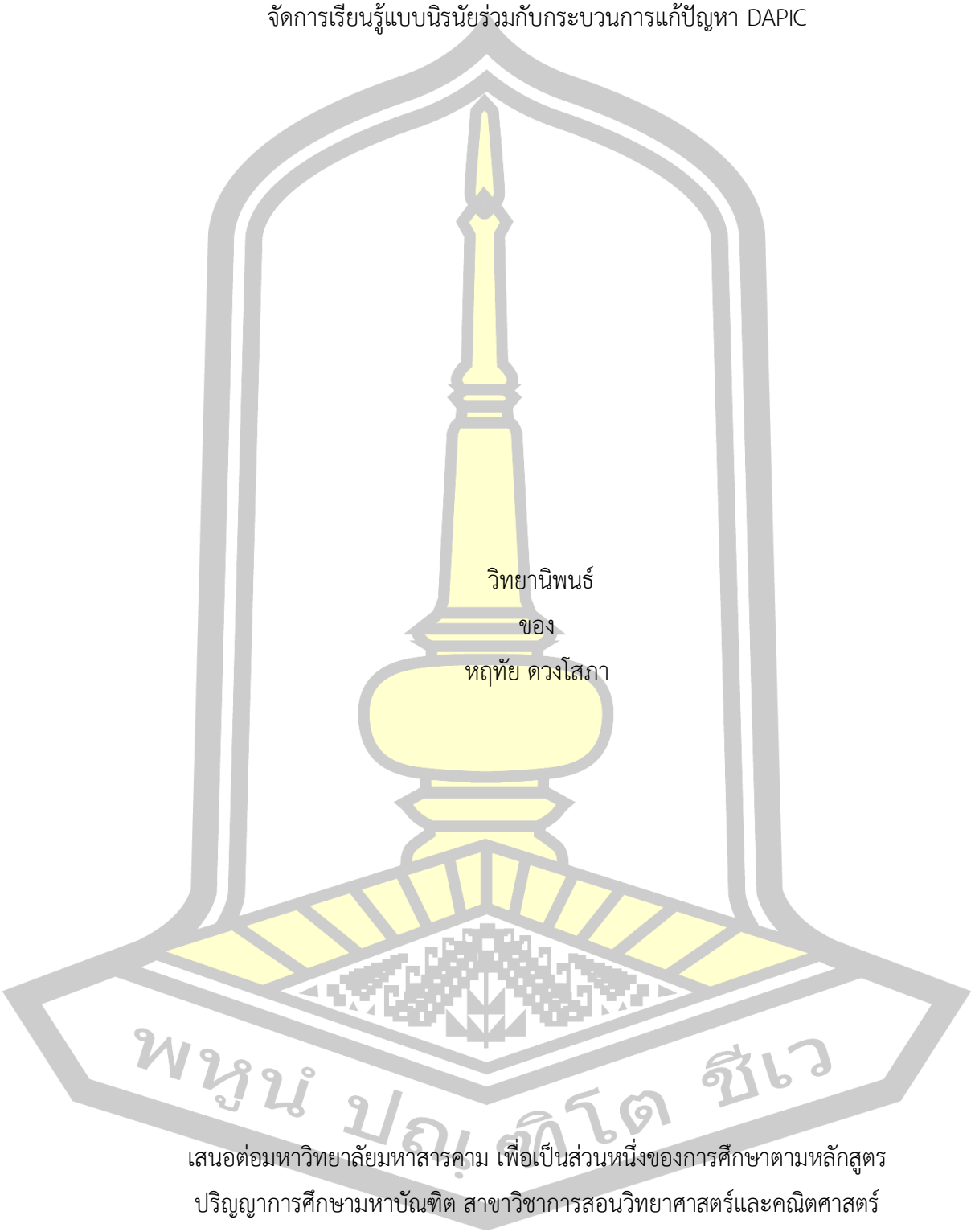
ของ

หฤทัย ดวงโสภา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มิถุนายน 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC



วิทยานิพนธ์

ของ

หฤทัย ดวงโสภา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มิถุนายน 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Developing Problem-Solving Ability in Chemistry of Mathayomsuksa 4 Student By using Deductive Learning with the DAPIC approach

Haruethai Duangsopa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)
June 2024

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวหฤทัย ดวงโสภา แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

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

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

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

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

ผู้วิจัย หฤทัย ดวงโสภา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 22 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย ชุดละ 3 ข้อ มีจำนวน 3 ชุด 3) แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เพิ่มขึ้น โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และมีคะแนนแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 15.59 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82 และมีคะแนนแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 18.41 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 95.45 และมีคะแนนแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 19.59 ผลสะท้อนเชิงคุณภาพพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจด้านการจัดการเรียนรู้จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความสับสนในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ซึ่งนักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่เกี่ยวกับ

โจทย์ปัญหาได้ครบถ้วน นักเรียนไม่สามารถระบุวางแผนหรือออกแบบวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหารวมไปถึงการสรุปและตรวจสอบคำตอบ และเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้และองค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มขึ้น รวมไปถึงมีการให้นักเรียนฝึกฝนทำแบบฝึกหัดการแก้โจทย์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 จึงส่งผลให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

คำสำคัญ : ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี,กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC,การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

TITLE Developing Problem-Solving Ability in Chemistry of Mathayomsuksa 4 Student By using Deductive Learning with the DAPIC approach

AUTHOR Haruethai Duangsopa

ADVISORS Associate Professor Prasart Nuangchalerm , Ed.D.

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

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2024

ABSTRACT

The action research in the classroom this time aims to enhance problem-solving skills in chemistry for 4th-year high school students by using Deductive Learning with the DAPIC approach, with a passing criterion of 70% or higher of the full score. The target group consists of 4th-year students (Class 4/4) from the demonstration school of Mahasarakham University (secondary level) in the second semester of the academic year 2023, totaling 22 students. The data collection tools include: 9 lesson plans utilizing collaborative and problem-solving learning management with the DAPIC approach for the chemistry topic of quantitative relationships. Three sets of essay-type problem-solving tests in chemistry, each comprising 3 questions. Student interview questionnaires regarding their opinions on the learning management. Observational data on problem-solving behavior in chemistry. Statistical analysis methods employed for data analysis include percentages, mean values, and standard deviations.

The research findings indicate that target group students' problem-solving abilities in chemistry improved after receiving student-centered learning combined with the DAPIC problem-solving process. In practical cycle 1, 11 out of 22 students passed the 70% criterion, representing 50%, with a problem-solving test score of 15.59. In practical cycle 2, 18 out of 22 students passed the 70% criterion,

representing 81.82%, with a problem-solving test score of 18.41. In practical cycle 3, 21 out of 22 students passed the 70% criterion, representing 95.45%, with a problem-solving test score of 19.59. Quality reflections reveal that in practical cycle 1, most students still lacked understanding of the learning process, resulting in confusion when solving chemistry problems. Students couldn't fully articulate the problem requirements, plan, or design problem-solving methods, and thus couldn't demonstrate problem-solving methods, including summarizing and checking answers. As students gained understanding of the learning process and problem-solving components, along with practicing problem-solving exercises in practical cycles 2 and 3, it led to an increase in chemistry problem-solving test scores with student-centered learning combined with the DAPIC problem-solving process.

Keyword : Problem-Solving Ability in Chemistry, DAPIC approach, Deductive Learning

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รวมถึงคำแนะนำและข้อปรับปรุงจากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร ประธานสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ กรรมการสอบภายใน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ กรรมการสอบภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องส่วนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ ในการทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในอนาคตต่อไป ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจแก้ไขเครื่องมือการวิจัยและได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) และนักเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและขอขอบคุณอาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและช่วยในการให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา น้องสาว นายหงษ์ ดวงโสภา นางทิพวรรณ ดวงโสภา นางสาวธิติมา ดวงโสภา เพื่อน ๆ พี่ ๆ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่คอยให้กำลังใจสนับสนุน ช่วยเหลือตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่ได้จากวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

หฤทัย ดวงโสภา

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ภูมิหลัง 1

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย 5

1.3 ความสำคัญของการวิจัย 5

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 25519

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย 16

2.3 การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC 28

2.4 ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี 34

2.5 บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) 57

2.6 วิจัยเชิงปฏิบัติการ 59

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 64

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 71

3.1 กลุ่มเป้าหมาย 71
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 74
3.3 รูปแบบของการวิจัย 75
3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 75
3.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 98
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 102
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 102
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 104
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 149
5.1 สรุปผลการวิจัย 149
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 149
5.3 ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย 156
บรรณานุกรม 157
บรรณานุกรม 158
ภาคผนวก 166
ประวัติผู้เขียน 231

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการสอนแบบนิรนัยตามแนวคิดของฆนัท ธาตุทอง 21

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินแยกองค์ประกอบของสิริพร ทิพย์คง ตามแนวคิดโพยา..... 47

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ 48

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... 49

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหา..... 50

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของสุณิสา สุมิรัตนะ (2554)..... 51

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของสุธิดา แสนวัง (2562)..... 52

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการโจทย์แก้ปัญหาตามกระบวนการ DAPIC สิริกานต์ ลำพาย (2562)..... 54

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของอุษณีย์ สีม่วง (2565)..... 55

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี..... 56

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4..... 72

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้..... 77

ตารางที่ 13 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้..... 88

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบสำหรับเก็บข้อมูลในแต่ละวงจรปฏิบัติการ..... 89

ตารางที่ 15 ตารางเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี..... 90

ตารางที่ 16 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของของข้อคำถาม..... 95

ตารางที่ 17 ประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี 95

ตารางที่ 18 เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา 96

ตารางที่ 19 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา 98

ตารางที่ 20 คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติที่ 1-3 104

ตารางที่ 21 คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 107

ตารางที่ 22 พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของวงจรปฏิบัติการที่ 1 114

ตารางที่ 23 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 121

ตารางที่ 24 คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 124

ตารางที่ 25 พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของวงจรปฏิบัติการที่ 2 129

ตารางที่ 26 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 135

ตารางที่ 27 คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 137

ตารางที่ 28 พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของวงจรปฏิบัติการที่ 3 142

ตารางที่ 29 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 147

ตารางที่ 30 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC 215

ตารางที่ 31 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 1 . 217

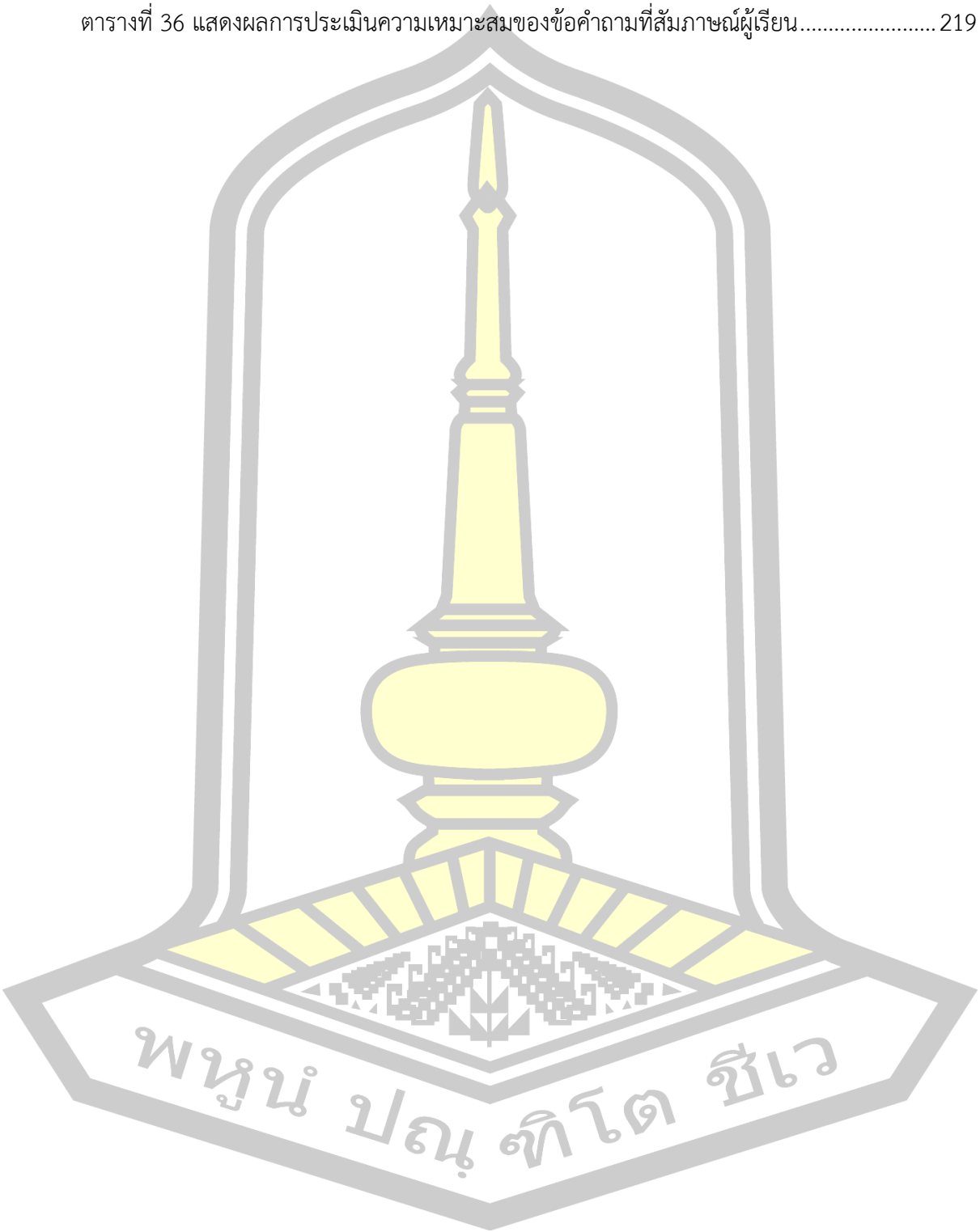
ตารางที่ 32 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 2 . 217

ตารางที่ 33 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 3 . 217

ตารางที่ 34 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน 217

ตารางที่ 35 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา 218

ตารางที่ 36 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของข้อคำถามที่สัมภาษณ์ผู้เรียน..... 219



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การบูรณาการแนวคิดพื้นฐานกระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC (วัชรพล จันทรวงศ์, 2562) 32

ภาพที่ 2 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC 33

ภาพที่ 3 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีแต่ละวงรอบปฏิบัติการ 106

ภาพที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง 109

ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุข้อมูลสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้บางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1 110

ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบของนักเรียนที่สามารถบอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่ไม่สามารถเขียนสูตรในการคำนวณได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1 110

ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สูตรได้บางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1 111

ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1 112

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1 112

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1 112

ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปและตรวจสอบคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1 113

ภาพที่ 12 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 116

ภาพที่ 13 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง 126

ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุสูตรในการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 127

ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 127

ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 128

ภาพที่ 17 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 131

ภาพที่ 18 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง 139

ภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ใส่หน่วยในคำตอบ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 140

ภาพที่ 20 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ใส่หน่วยในคำตอบ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 140

ภาพที่ 21 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 141

ภาพที่ 22 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่ใส่หน่วยในการคำนวณและไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 141

ภาพที่ 23 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 144

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

โลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วระบบการศึกษาปัจจุบันเป็นการเตรียมความรู้ทักษะและความสามารถที่จำเป็นต่อการเผชิญหน้ากับความซับซ้อนของยุคที่เทคโนโลยีทันสมัย อีกทั้งจะต้องมีการเตรียมความพร้อมในการเผชิญความท้าทายในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นความจำเป็นของความสามารถในการปรับตัว การคิดวิเคราะห์และการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ และความเชื่อมโยงทางสากล ซึ่งเกิดจากการผสมผสานระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ สิ่งเหล่านี้ช่วยในการพัฒนาความรู้ ทักษะวิธีคิด การปฏิบัติจริง การใช้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์และทักษะในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นมุ่งให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ได้มีการปฏิรูปการศึกษาให้มีสอดคล้องกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น เพื่อที่จะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์กับนวัตกรรมในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

การสอนวิทยาศาสตร์ไม่ใช่แค่การสอนทฤษฎีเท่านั้น แต่เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การสอนวิทยาศาสตร์จึงเป็นการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะทางด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการคำนวณและทักษะความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น มาใช้ในการบรูณาการการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล การคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมถึงการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลด้วยข้อมูลที่หลากหลาย ผู้สอนจึงต้องพัฒนาให้นักเรียนได้มีความรู้ความสามารถในทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ โดยใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในชั้นเรียนและประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ โดยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานก็ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยกำหนดให้เป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนเพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่จะเผชิญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เพื่อให้เข้าใจ

ความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

นอกจากนี้ความสามารถในการแก้ปัญหายังช่วยให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นจุดเริ่มต้นให้คนเราแสดงออกในสิ่งที่เป็นประโยชน์และสร้างสรรค์สามารถที่จะฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ได้ การปลูกฝังให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องส่งเสริมให้เกิดกับผู้เรียนและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย (ทิศนา แขมมณี, 2548) โดยผู้วิจัยได้ปฏิบัติหน้าที่สอนในรายวิชาเคมีซึ่งเป็นรายวิชาที่สำคัญอีกแขนงหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ จึงเห็นความสำคัญที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอีกด้วย ในส่วนของวิชาเคมีนั้นจะมีทั้งเรียนในส่วนของทฤษฎี การทดลองทางเคมี และการแก้ปัญหา โดยวิชาเคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง สมบัติของสาร และการเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งประกอบไปด้วยระดับมหภาค อนุภาค และสัญลักษณ์ ซึ่งมีความเป็นนามธรรมไม่สามารถสังเกตด้วยตาได้และยากต่อการทำความเข้าใจ (Gabel, 1999) เนื้อหาที่มีความซับซ้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เพราะนักเรียนจะต้องแก้ปัญหาที่ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและทักษะการคำนวณ นำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา (Dorothy, 2000) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นจุดมุ่งหมายหนึ่งในการเรียนวิชาเคมีก็คือนักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะเรียนรู้เริ่มต้นตั้งแต่ทฤษฎีหลักการต่าง ๆ แล้วนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ครูเป็นผู้เตรียมให้ที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศซึ่งรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2565 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.08 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2565) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.34 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม), 2565) แต่ในทางกลับกันห้องเรียนแบบคละความสามารถมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมีเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ของนักเรียนห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 66 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามมาตรฐานกระทรวงศึกษาธิการกำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป (กระทรวงศึกษาธิการ, 2566) และจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนในขณะจัดการเรียนการสอนในฐานะนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ไม่ได้ลงมือปฏิบัติ ส่งผลให้นักเรียนสมาธิหลุดในขณะจัดการเรียนการสอน และในขณะนักเรียนทำแบบฝึกหัดจะเห็นว่านักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาและวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา จนนำไปสู่นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหานั้นได้ อีกทั้งนักเรียนขาดความเชื่อมโยงความรู้และการทำงานอย่างเป็นระบบได้ สังเกตได้จากผู้เรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตัวเอง โดยผู้เรียนจะรอคำตอบจากครูผู้สอนเป็นหลัก และผู้เรียนบางคนรู้แนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นได้ (อภิญญา ภัทรธรรมรักษ์, ผู้ให้สัมภาษณ์, 17 ตุลาคม 2566) ดังนั้น ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 จากการนำแบบทดสอบการวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จากงานวิจัยของสุธิดา แสนวัง (2562) เนื่องจากเนื้อหาเป็นรายวิชาเคมีและแบบทดสอบมีลักษณะเป็นการแก้โจทย์ปัญหา แต่ยังมีข้อจำกัดในส่วนขององค์ประกอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคะแนนแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงมีการประยุกต์ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาจากงานวิจัยของคุณ สุณิสา สุมิรัตนะ (2554) โดยมีการใช้เกณฑ์การให้คะแนนเท่ากันในทุกองค์ประกอบ และ สิริกานต์ ลำพาย (2562) โดยซึ่งมีการเพิ่มองค์ประกอบการสรุปคำตอบ จากนั้นนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 พบว่า มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน

การศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพยา เป็นต้น โดยในรายวิชาเคมีส่วนหนึ่งของเนื้อยังมีการแก้โจทย์ปัญหาอีกด้วย ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับนิยาม หลักการ กฎ หรือทฤษฎีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้การแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสำหรับพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย (deductive learning) เหมาะสำหรับการพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เนื่องจากข้อดีของวิธีสอนแบบนิรนัยใช้เวลาน้อย เพราะนักเรียนสามารถนำกฎ หรือสูตรที่เคยเรียนมาแล้วไปใช้ได้เลย ทำให้นักเรียนจำกฎหรือสูตรได้แม่นยำ ช่วย

ฝึกให้นักเรียนเป็น คนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการตรวจสอบหรือพิสูจน์ให้เห็นจริง (สุวิทย์ มูลคำ, 2558) และเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้นหลาย ๆ ตัวอย่าง หรืออาจให้นักเรียนฝึกนำทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย หรือจะกล่าวอย่างสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนที่เริ่มจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อย ๆ เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลักการ และสามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้ได้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน (สุวิทย์ มูลคำ, 2558) คือ 1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือสิ่งที่สอนในแง่ของปัญหา 2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น 3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นการเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ 4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง 5) ขั้นฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย ดังนั้น จากการศึกษางานวิจัยของพัชรฎา พลเยี่ยม (2564) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยช่วยส่งเสริมการพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยจะส่งเสริมความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีแต่การสอนแบบนิรนัยอาจไม่สามารถปรับตัวได้ดีในโจทย์ปัญหาสถานการณ์ที่ซับซ้อน (Prince & Felder, 2006) ผู้วิจัยจึงได้นำกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีร่วมกัน โดยกระบวนการเรียนการสอนที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการที่มีความยืดหยุ่นไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบเป็นชื่อเรียกกระบวนการ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ (อัมพร ม้าคนอง, 2553) คือ 1) Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน 2) Access เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและที่จะใช้ในการแก้ปัญหา 3) Plan เป็นการหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และวางแผนการดำเนินงาน 4) Implement เป็นการนำแผนที่วางไว้มาปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับแผนให้ดีขึ้น 5) Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสาร นอกจากนี้กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC มีความยืดหยุ่น จึงไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ

ขั้นตอนสามารถเริ่มที่ขั้นใดก็ได้และสามารถข้ามขั้นบางขั้นหรือใช้บางขั้นซ้ำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหาจึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นเทคนิคช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพราะเป็นกระบวนการพัฒนาคุณลักษณะด้านการคิดของผู้เรียน มุ่งเน้นให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำเอากระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ เพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีและพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียน

หลักการเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนแบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เพื่อให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้หรือหลักการสู่การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีได้

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับครูในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ในการนำไปใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

2. นักเรียนมีความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้นิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา DAPIC ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. เนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2

2. กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ที่เรียนรายวิชาเคมี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายจากการนำเครื่องมือแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน ซึ่งมี 4 องค์ประกอบ รวมทั้งหมด 24 คะแนน มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

3.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป เพื่อให้เข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนนำหลักการหรือทฤษฎีเหล่านั้นไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูระบุสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้และสนใจหาคำตอบ โดยผู้สอนและนักเรียนจะร่วมกันแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้ชัดเจนและนักเรียนมีการกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนได้มีการถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียน จากนั้นร่วมกันสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป หลักการที่ได้จากการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดไว้ ซึ่งนักเรียนจะต้องดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำการตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้องสมเหตุผลหรือไม่ โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษาหรือค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบความรู้เหล่านั้นว่าเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้พบหรือให้นักเรียนได้ฝึกทำแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างหลากหลายมากยิ่งขึ้น และนักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

2. กระบวนการแก้ปัญหาของ DAPIC หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพ ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 Define ผู้สอนจัดกิจกรรมโดยเริ่มจากการใช้คำถามกำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

ขั้นที่ 2 Assess เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างรอบคอบ สามารถเชื่อมโยง ความรู้ประสบการณ์กับปัญหา เพื่อศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหา และให้นักเรียนหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากนั้นระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 Plan เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเลือกวิธีการที่เหมาะสมและวางแผนการแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนได้คิดอย่างมีระบบ วิเคราะห์การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และให้นักเรียนพิจารณาความเหมาะสมของวิธีการแก้ปัญหา โดยในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา วิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 Implement ครูให้นักเรียนนำแผนการแก้ปัญหาที่วางแผนอย่างเป็นระบบนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 Communication ครูให้นักเรียนนำผลปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้มาวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบที่ได้กับสิ่งที่โจทย์ถาม และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในชั้นเรียนโดยใช้รูปแบบการพูดนำเสนอการแก้ปัญหา

3. การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยกำหนดสถานการณ์โจทย์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้และสนใจหาคำตอบ โดยในขั้นนี้จะบูรณาการร่วมกับ Define คือ การทำความเข้าใจปัญหา โดยจะต้องทำความเข้าใจปัญหาแล้วระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และ Assess คือ ระบุข้อมูล โดยการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากนั้นระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือความรู้เพิ่มเติมที่ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี เป็นขั้นที่ผู้สอนได้มีการถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียน จากนั้นร่วมกันสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป หลักการที่ได้จากการเรียนรู้ โดยในขั้นนี้จะบูรณาการร่วมกับ Plan คือ วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา โดยหลักจากได้มีการเรียนรู้ทฤษฎีหลักการแล้วจะต้องออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา วิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎีหลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้ โดยในขั้นนี้จะบูรณาการร่วมกับ Implement คือการดำเนินตามแผนที่วางไว้ โดยนำแผนการแก้ปัญหาที่วางแผนอย่างเป็นระบบนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำการตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้องสมเหตุผลหรือไม่ โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษาหรือ

ค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบความรู้เหล่านั้นว่าเป็นความรู้ที่ถูกต้อง โดยในขั้นนี้จะบูรณาการร่วมกับ Communication คือ การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยมีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในชั้นเรียนซึ่งจะใช้รูปแบบการพูดนำเสนอการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้ผู้นักเรียนได้พบหรือให้นักเรียนได้ฝึกทำแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายมากยิ่งขึ้น และนักเรียนจะแก้ปัญหาด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ ซึ่งมีการบูรณาการร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC คือ การทำความเข้าใจปัญหา ระบุข้อมูล วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา การดำเนินตามแผนที่วางไว้ และการวิเคราะห์ สรุป นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยจะในการแก้ปัญหาใหม่ผู้เรียนสามารถเลือกทำขั้นไหนก่อนได้ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอนสามารถเริ่มที่ขั้นใดก็ได้และสามารถข้ามขั้นบางขั้นหรือใช้บางขั้นซ้ำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะความเหมาะสมของปัญหา

4. ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี หมายถึง ความสามารถที่นำความรู้มาวิเคราะห์และสาเหตุของโจทย์ปัญหา จากนั้นวางแผนหาวิธีในทั้งการแก้โจทย์ปัญหาและการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้โจทย์ปัญหารวมทั้งมีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของ Polya (1957) ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

4.1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

4.2 การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนเพื่อที่จะแก้ปัญหา

4.3 การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางแผนการ แก้ปัญหาไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

4.4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนสรุปและตรวจสอบคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุผลของคำตอบและวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ในการแก้ปัญหา

โดยวัดประเมินผลจากแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 เป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พุทธศักราช 2551

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

2.3 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

2.4 ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

2.5 บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

2.6 วิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551

2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจในการใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

2.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำ

ผลที่ได้มาจัดเป็นระบบเป็นหลักการ แนวคิดและองค์ความรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

งานหลักสูตรสถานศึกษา ฝ่ายวิชาการและวิจัย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) (2563) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุดได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอด พลังงานการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำ ต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการ ของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อ สิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชั่น เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพและพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัด และการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่นเสียงและการได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าการ เปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมีดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

มาตรฐาน ว 7.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 8.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและอย่างเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

2.4 สาระสำคัญรายวิชาเคมี

งานหลักสูตรสถานศึกษา ฝ่ายวิชาการและวิจัย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม), 2563) วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสารแก๊สและสมบัติของแก๊สประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณ ปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

2.5 คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

งานวิจัยนี้ได้ใช้คำอธิบายรายวิชาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ในรายวิชาเคมี 1 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว 31213 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
วิชาเคมี 1 เวลา 4 ชั่วโมง/สัปดาห์
จำนวน 2.0 หน่วยกิต

การศึกษาความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน จำนวนโมล และอุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก กฎรวมแก๊ส กฎของอาโวกาโดร กฎแก๊สอุดมคติ และชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของ

แก๊ส คำนวณและ เปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาตรแก๊ส สารใน ปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี และผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยา เคมีบอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตร คำนวณปริมาณสารจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP อัตราส่วน โดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตร สารละลายตามที่กำหนด เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้มีความสามารถในการตัดสินใจเห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. ระบุได้ว่าระบบใดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิดและคำนวณหามวลของสารจากปฏิกิริยา โดยใช้กฎทรงมวลได้
2. คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบโดยใช้กกฎสัดส่วนคงที่ได้
3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนอนุภาคมวลของสารและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้
4. เขียนและดุลสมการเคมี เมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์
5. คำนวณหาสูตรโมเลกุลของแก๊สจากปฏิกิริยาเคมี หาทำสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล และคำนวณหามวลเป็นร้อยละธาตุองค์ประกอบจากสูตรที่กำหนดให้ได้
6. ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลหรือกับปริมาตรสาร คำนวณจำนวนโมล มวลหรือปริมาตรสารในสมการเคมีและหาร้อยละของผลที่ได้จากการทดลองได้
7. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับมวลของสารก่อนและหลังปฏิกิริยาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมเป็นสารประกอบ และอัตราส่วนจำนวนโมลของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน

8. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการได้

9. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งระหว่างสารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน และสารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากันได้

10. ใช้ค่าคงที่ของการเพิ่มของจุดเดือด (K_b) และค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) คำนวณหามวลโมเลกุลของตัวถูกละลายจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายได้

11. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมาย ข้อมูลและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการเตรียมสารละลาย หาจุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธ์และสารละลาย และหาอัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊สที่เข้าทำปฏิกิริยาพอดีกันกับที่เกิดจากปฏิกิริยา

12. อธิบายผลของการเปลี่ยนอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนสถานะของสารได้

13. บอกความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรของแก๊สได้

14. คำนวณหาปริมาตร ความดับและอุณหภูมิ เมื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นได้

15. ใช้ทฤษฎีจลน์อธิบายสมบัติของแก๊สเกี่ยวกับการเปลี่ยนปริมาตร การเกิดความดันและการแพร่ได้

16. ใช้ทฤษฎีจลน์อธิบายสมบัติของของเหลวเกี่ยวกับการระเหย การเกิดความดันไอและเดือดได้

17. อธิบายกระบวนการที่นำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของแก๊ส ของเหลว และของแข็งมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้

18. ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและสรุปผลการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของแก๊ส การแพร่ของแก๊ส การเปรียบเทียบความดันไอของเหลวและการเตรียมผลึกของกำมะถันได้

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

2.2.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยมาจากภาษาอังกฤษว่า Deductive Method ในบางครั้งมีผู้ใช้เป็นภาษาไทยว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอนุมาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่าการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย โดยมีผู้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยไว้ดังนี้

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2540) ได้ให้ความหมายการสอนนิรนัยเริ่มด้วยการสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ซึ่งนำไปใช้กับกรณีตัวอย่างจำเพาะ การสอนแบบนิรนัยเป็นกระบวนการของการให้เหตุผลจากสิ่งทั่วไปสู่สิ่งเฉพาะระเบียบแบบแผนของวิธีสอนแบบนิรนัย โดยจะเริ่มจากกฎที่นำไปใช้กับกรณีตัวอย่าเพื่อวัตถุประสงค์ของการทดสอบกฎ อธิบายหรือพัฒนากฎหรือแก้ปัญหาที่นำกฎนั้นไปใช้ซึ่งจะมีการจัดระเบียบเนื้อหาวิชาเริ่มด้วยกฎ คำจำกัดความ สูตร หรือมโนทัศน์ แล้วจึงศึกษากรณีตัวอย่างแต่ละเรื่องมีการตรวจสอบกรณีตัวอย่างเพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ถ้าหากการสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือกฎเป็นจริง ก็สามารถสรุปได้ว่ามันมีความเที่ยงตรงสำหรับการเรียน

ฆนัท ธาตุทอง (2550) ได้ให้ความหมายการสอนนิรนัยว่าเป็นจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักเกณฑ์ กฎ กติกา แนวคิด ทฤษฎี ข้อเท็จจริงหรือข้อสรุป จากนั้นจึงให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้ไปใช้ ในสถาการณ์ต่าง ๆ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

สุวิทย์ มูลคำ (2558) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย คือ กระบวนการที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับ กฎ ทฤษฎี หลักเกณฑ์ ข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปตามวัตถุประสงค์ในบทเรียน จากนั้นจึงให้ตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างหรืออาจให้ผู้เรียนฝึกนำทฤษฎี หลักการ หลักเกณฑ์ กฎหรือข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายหรืออาจเป็นลักษณะให้ผู้เรียนหาหลักฐานเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยันทฤษฎี กฎหรือข้อสรุปเหล่านั้น การจัดการเรียนรู้แบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ และมีความเข้าใจในกฎเกณฑ์ ทฤษฎี ข้อสรุปเหล่านั้น อย่างลึกซึ้งการสอนแบบนี้อาจกล่าวได้ว่า เป็นการสอนจากทฤษฎีหรือกฎไปสู่ตัวอย่างที่เป็นรายละเอียด

ทิศนา แขมมณี (2560) ได้ให้ความหมายการสอนนิรนัยเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ทฤษฎี หลักการ/ กฎ หรือข้อสรุปนั้นหรืออาจให้ผู้เรียนฝึกนำทฤษฎี หลักการ/ กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ/ กฎหรือข้อสรุปนั้น ๆ อย่างลึกซึ้งขึ้นหรือกล่าวสั้นๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อย ๆ

จากการศึกษาลักษณะการสอนรูปแบบนิรนัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป เพื่อให้เข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนนำหลักการหรือทฤษฎีเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่

2.2.2 จุดประสงค์การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

บำรุง กลัดเจริญ (2527) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์การสอนแบบนิรนัยไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนรู้จักใช้กฎ และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา

2. ให้นักเรียนรู้จักยับยั้งในการตัดสินใจ จนกว่าจะได้พิสูจน์ความจริงต่าง ๆ ให้เห็นจริงอย่างถ่องแท้แล้ว

3. เพื่อแก้ข้อบกพร่องของนักเรียน ซึ่งมักจะรีบด่วนสรุปข้อเท็จจริงต่าง ๆ ใน ทันทีทันใด

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2540) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์การสอนแบบนิรนัยไว้ดังนี้

1. เพื่อสอนให้นักเรียนได้เอาชนะความยากลำบากโดยการใช้ความจริงหรือกฎที่จัดตั้งโดยคนอื่น

2. เพื่อสอนนักเรียนให้ชะลอการตัดสินใจจนกว่าจะได้พิสูจน์ความจริงและไม่ตัดสิน ใจแม้อยู่ในระหว่างความแน่ใจจนกว่าจะมีการวิเคราะห์เสร็จ

3. เพื่อซ่อมเสริมหรือเอาชนะความโน้มเอียงของนักเรียนในการด่วนสรุปในทันทีทันใด

ไสว ฟักขาว (2544) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของวิธีสอนแบบนิรนัยดังนี้

1. เป็นกระบวนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนฝึกที่จะรู้จักนำกฎ สูตรและหลักการต่าง ๆ นำไปอ้างอิงในการใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องที่ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์มาแล้ว

2. เป็นเพื่อฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการใช้เหตุผลมาประกอบการพิสูจน์องค์ความรู้ต่าง ๆ ตามที่มีหลักการก่อนหน้านั้น เพื่อตัดสินใจเชื่อว่ามีความถูกต้อง

ฆนัท ธาตุทอง (2550) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์การสอนแบบนิรนัยไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ

2. สามารถนำไปใช้แก้ปัญหา ในสถานการณ์ที่หลากหลาย

ทิศนา แขมมณี (2560) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของวิธีการสอนโดยใช้การนิรนัยว่าเป็นวิธีการสอนโดยใช้การนิรนัยเป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลักการและสามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้ได้

จากการศึกษาวัตถุประสงค์ของวิธีการแบบนิรนัย สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายหลักที่สำคัญของการสอนโดยการใช้นิรนัยมีก็คือ แก้ปัญหายาก ๆ โดยใช้กฎหรือสูตรที่เรียนมาแล้ว เพื่อเป็นการฝึกให้

นักเรียนมีเหตุผล เกิดความรู้จากหลักการและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ อีกทั้งสามารถนำหลักการที่ได้เรียนรู้มาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง รู้จักนำเหตุผลมาประกอบการพิสูจน์ความรู้ต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้โดยองค์ประกอบสำคัญที่จะขาดไม่ได้ของการสอนวิธีนี้คือ ผู้เรียนและผู้สอน ทฤษฎี หลักการหรือข้อสรุปต่าง ๆ จะต้องมีตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลายที่สามารถนำไปใช้ได้

2.2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

Heinmiller (1925) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยได้ดังนี้

1. ขั้นอธิบายปัญหา (Statement of the problem) ความเข้าใจปัญหาจะเป็นเครื่องช่วยกระตุ้นและเร้าใจนักเรียน ข้อสำคัญปัญหานั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงของชีวิต และเหมาะกับความสามารถและวุฒิภาวะของเด็ก

2. ขั้นอธิบายข้อสรุป (Generalization) นำเอาข้อสรุป กฎ หรือนิยาม สักสอง อย่างมาอธิบาย เพื่อจะได้เลือกใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตกลงใจ (Inference) เป็นขั้นเลือกข้อสรุป กฎ หรือนิยาม ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

4. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นพิสูจน์ข้อสรุป กฎ หรือนิยาม ความจริงหรือไม่ โดยการปรึกษาครู ค้นคว้าจากตำรา พจนานุกรม สารานุกรม หนังสืออื่น ๆ และจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นความจริงจึงนับได้ว่าเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

Eggen (1983) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ นิรนัยไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผนเป็นขั้นที่กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนและการจัดเตรียมตัวอย่างที่จะนำไปใช้ในการประกอบการสอน

2. ขั้นดำเนินการสอน แบ่งออกเป็น 4 ขั้น

2.1 ครูเสนอปัญหาและหลักการในการแก้ปัญหา

2.2 ครูอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ร่วมกับนักเรียน

2.3 ครูแสดงตัวอย่างซึ่งเป็นหลักการและตัวอย่างซึ่งไม่ใช่หลักการเพื่ออภิปรายและวิเคราะห์ในห้องเรียน

2.4 ครูให้นักเรียนหาตัวอย่างหลายตัวอย่างและเสนอตัวอย่างเหล่านั้นในห้องเรียน

3. ขั้นประเมินผล

3.1 จัดแบ่งตัวอย่างให้นักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกการนำตัวอย่างที่เป็นหลักการไปใช้

3.2 ซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการนำหลักการไปใช้พยากรณ์หรืออ้างอิงให้นักเรียนยกตัวอย่างซึ่งเป็นหลักการและบอกวิธีการนำหลักการไปใช้

สมบัติ แสงรุ่งเรือง (2524) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยได้ดังนี้

1. อธิบาย (statement of problem) ครูอธิบายว่าอะไรคือปัญหาและปัญหานั้นมีความสำคัญอย่างไร

2. การสรุปนัยทั่วไป (generalization) ครูแนะนำและอธิบายกฎ สูตร นิยาม ที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

3. อนุมาน (inference) นักเรียนเป็นผู้พิจารณาคัดเลือกว่าจะใช้เกณฑ์หรือสูตรหรือนิยามอันใดมาใช้เพื่อแก้ปัญหา

4. สอบ (verification) เมื่อนักเรียนนำกฎหรือสูตรหรือนิยามมาใช้แล้วนักเรียนจะต้องตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่าถูกต้องหรือไม่ ในขั้นนี้อาจมีการค้นคว้าจากหนังสือหรือเอกสาร หรือหลักฐานต่าง ๆ

สุพิน บุญชูวงศ์ (2536) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยได้ดังนี้

1. ขั้นอธิบายปัญหา ระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้นักเรียนเกิด ความสนใจที่จะหาคำตอบ (เช่น เราจะหาพื้นที่ของวงกลมได้อย่างไร) ปัญหาจะต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงของชีวิต และเหมาะสมกับวุฒิภาวะของเด็ก

2. ขั้นอธิบายข้อสรุปได้แก่ การนำเอาข้อสรุปกฎหรือนิยามมากกว่า 1 อย่างมาอธิบาย เพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตกลงใจเป็นขั้นที่นักเรียนจะเลือกข้อสรุป กฎหรือนิยามที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

4. ขั้นพิสูจน์หรืออาจเรียกว่าขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นที่สรุปกฎหรือนิยามว่าเป็นความจริงหรือไม่ โดยการปรึกษาครู ค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ และจากการทดลองข้อสรุปที่ได้พิสูจน์ว่าเป็นความจริงจึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

กรมวิชาการ (2544) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมเตรียมบทเรียนเตรียมการสอนและเร้าความสนใจของนักเรียนเป็นขั้นนำไปบทเรียน

2. ขั้นสอน ประกอบด้วย

2.1 อธิบายหลักเกณฑ์หรือกฎต่าง ๆ ครูจะนำทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์คำนิยามมาอธิบายให้นักเรียนเข้าใจและเขียนข้อสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ลงบนกระดานดำ

2.2 ยกตัวอย่างหรือทดลองหรือพิสูจน์ให้เห็นจริงและให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ เช่น ให้ยกตัวอย่างเพิ่มเติม หรือกระทำและทดลอง พิสูจน์ด้วยตนเอง

3. ขั้นสรุป ให้นักเรียนสรุปกฎเกณฑ์หรือทฤษฎีที่ครูอธิบายนั้นว่า เป็นความจริงทุกประการข้อสรุปที่ได้เป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง

4. ขั้นนำไปใช้ ครูให้นักเรียนนำกฎเกณฑ์หรือทฤษฎีที่พิสูจน์ให้เห็นจริงแล้วไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความเข้าใจและทักษะดียิ่งขึ้น

ฆนัท ธาตุทอง (2550) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการสอนแบบนิรนัยตามแนวคิดของฆนัท ธาตุทอง

ขั้นตอน	กิจกรรม
1. กำหนดขอบเขตปัญหา	1. เสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะเรียนรู้ในแง่มุมของปัญหา 2. ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้นและหาคำตอบ 3. คำนึงถึงวัยวุฒิภาวะของผู้เรียน
2. แสดง อธิบาย ทฤษฎี หลักการ	นำทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป ที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
3. ใช้ทฤษฎีหลักการ	ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้
4. ตรวจสอบและสรุป	1. ให้ผู้เรียนตรวจสอบการสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป นิยาม

ขั้นตอน	กิจกรรม
	2. พิจารณาความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ สมเหตุผล 3. ปรึกษา แลกเปลี่ยนเรียนรู้
5. ฝึกปฏิบัติ	1. เมื่อผู้เรียนเข้าใจทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป นิยามอย่างดีแล้ว 2. ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกการนำความรู้ ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

สุวิทย์ มูลคำ (2558) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยได้ดังนี้

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุ สิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2. ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับ จากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้

4. ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้องสมเหตุผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลองข้อสรุปที่ได้พิสูจน์หรือตรวจสอบว่าเป็นจริงจึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5. ขั้นฝึกปฏิบัติ เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปพอสมควรแล้ว ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยเพื่อใช้การวิจัยครั้งนี้ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยนำแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ (2558) มาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูระบุสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้และสนใจหาคำตอบ โดยผู้สอนและนักเรียนจะ

ร่วมกันแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้ชัดเจนและนักเรียนมีการกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนได้มีการถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียน จากนั้นร่วมกันสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป หลักการที่ได้จากการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้ ซึ่งนักเรียนจะต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำการตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้องสมเหตุผลหรือไม่ โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษาหรือค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบความรู้เหล่านั้นว่าเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้พบหรือให้นักเรียนได้ฝึกทำแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายมากยิ่งขึ้น และนักเรียนจะแก้ปัญหาด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

2.2.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

บทบาทของผู้สอน

Eggen (1979) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยดังนี้

1. ครูเสนอปัญหาและหลักการในการแก้ปัญหา
2. ครูอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ร่วมกับนักเรียน
3. ครูแสดงตัวอย่างซึ่งเป็นหลักการและตัวอย่างซึ่งไม่ใช่หลักการเพื่ออภิปรายและวิเคราะห์ในห้องเรียน
4. ครูหาตัวอย่างหลายตัวอย่างและเสนอตัวอย่างเหล่านั้นในห้องเรียน

สิริกานต์ ลำพาย (2562) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยดังนี้

1. ครูผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
2. ครูผู้สอนให้ตัวอย่างสถานการณ์หลากหลายที่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้
3. ครูให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ นำความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์
4. ครูผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

จากการศึกษาบทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย สรุปได้ว่า บทบาทผู้สอนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การสอน โดยการจุดประกายความคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน โดยให้ผู้เรียนได้รู้ถึงหลักการและทฤษฎีก่อนนั้นโดยมีการให้ตัวอย่างของสถานการณ์และให้ครูให้นักเรียนได้ฝึกฝนในสถานการณ์ใหม่ ๆ

บทบาทของผู้เรียน

Barrows and Tamblyn (1980) ได้กล่าวว่า ผู้เรียนเป็นผู้กระทำโดยตรงไม่ใช่ผู้รับ ผู้เรียนไม่ใช่ผู้ฟัง สังเกต เขียน และจดจำ แต่เป็นการถามเพื่อปฏิบัติ มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างเปิดเผยและเรียนด้วยความพยายาม

อาภรณ์ แสงรัศมี (2543) ได้กล่าวว่า ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตัดสินใจว่าอะไรและอย่างไรที่พวกเขาจะต้องเรียน ผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบเรียนรู้ด้วยความริเริ่มของตนเองตั้งแต่การวางแผน การดำเนินการและการประเมินผล ดังนั้น ผู้เรียนจึงต้องเป็นผู้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ชาตรี เกิดธรรม (2547) ได้กล่าวถึง บทบาทผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยว่า เป็นการให้นักเรียนหาเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยัน โดยนักเรียนจะรู้จักใช้สูตร กฎ และหลักการต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้เห็นจริงเสียก่อน

สุคนธ์ธา ธรรมพุทโธ (2552) ได้กล่าวถึง บทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยว่า นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกฎเกณฑ์หรือสูตรต่าง ๆ ก่อนนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการหาคำตอบนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ผู้เรียนเป็นผู้ที่ดำเนินการเรียนรู้กฎเกณฑ์หรือสูตรต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการหาคำตอบนั้น ๆ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ

2.2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบนิรนัย

สุวัฒน์ มุทธาเมธา (2523) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบนิรนัยดังนี้

ข้อดี

1. สอนง่ายและเสียเวลาการสอนน้อยกว่าการสอนด้วยวิธีอุปนัย
2. ฝึกการทำงานรวมกันของผู้เรียนได้ดี

3. ผู้เรียนมองเห็นและเข้าใจจุดหมายปลายทางของการกระทำของตนชัดเจน

4. ผู้เรียนเข้าใจ และจำกฎต่าง ๆ ได้ดี

5. ผู้เรียนไม่เป็นคนเชื่อคนง่าย แต่เป็นคนมีเหตุผล คิดพิจารณาก่อนจึงจะเชื่อ

ข้อจำกัด

1. นักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกให้คิดจะคิดไม่เป็น ทำให้เห็นว่ายาก

2. ทำให้นักเรียนเดาและยอมรับง่าย เพราะถือว่าเชื่อถือได้ และเป็นจริงเสมอ

3. นำมาใช้สอนได้เฉพาะบางเรื่องบางหัวข้อ บางครั้งก็เป็นเรื่องที่ซับซ้อนมากเกิดความเข้าใจของผู้เรียน แต่ก็ยอมรับได้

บำรุง กลัดเจริญ (2527) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบนิรนัยดังนี้

ข้อดี

1. วิธีสอนแบบนิรนัยง่ายกว่าและเสียเวลาน้อยกว่าวิธีสอนแบบอุปนัย

2. วิธีนี้ใช้สอนเนื้อวิชาที่ง่าย ๆ หรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี

3. หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่อธิบายตามวิธีนิรนัยช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายได้ดี

ข้อเสีย

1. นักเรียนบางคนเข้าใจวิธีนี้ได้ยาก

2. ถูกวิจารณ์ว่าเป็นวิธีสนับสนุนให้นักเรียนเดา

3. ใช้สอนได้ดีเฉพาะบางเรื่อง และไม่ส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์

สุพิน บุญชูวงศ์ (2536) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบนิรนัยดังนี้

ข้อดี

1. วิธีสอนแบบนี้เหมาะที่จะใช้สอนเนื้อหาวิชาง่าย ๆ หรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ จะสามารถอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายได้ดี และเป็นวิธีสอนที่ ง่ายกว่าสอนแบบอุปนัย

2. ฝึกให้เป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการพิสูจน์ให้เห็น

ข้อจำกัด

1. วิธีสอนแบบนิรนัยที่จะใช้สอนได้เฉพาะบางเนื้อหา ไม่ส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์

2. เป็นการสอนที่นักเรียนไม่ได้เกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเอง เพราะครูกำหนดความคิดรวบยอดให้

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2540) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบนิรนัยดังนี้

ข้อดีคือ

1. วิธีสอนแบบนิรนัยง่ายกว่าวิธีสอนแบบอุปนัยและใช้เวลาน้อยกว่า

2. เนื้อหาและหลักการธรรมดาในหนังสือนำตัวเองไปสู่วิธีสอนแบบนิรนัยได้ดี

3. หลักการที่ได้จัดตั้งแล้วจะมีความหมายมากกว่าโดยผ่านทางวิธีสอนแบบนิรนัย

4. ในรูปแบบคาดการณ์ล่วงหน้า มีตัวจูงใจที่ดีมากในการค้นหาหลักฐานที่จะสนับสนุนการอนุมาน จึงทำให้เกิดการกระตุ้นสัญชาติญาณของการสงสัย ซึ่งเป็นเครื่องช่วยที่มีคุณค่า

ข้อจำกัด

1. เด็กนักเรียนบางคนไม่ได้รับประโยชน์จากการคิดแบบนิรนัย

2. เป็นที่วิพากษ์วิจารณ์ว่ามีการส่งเสริมการเดาในบางขอบข่าย

3. จำกัดอยู่ในบางหัวข้อ และไม่มีคุณค่าในการฝึกฝนหรือผลลัพธ์ทางอารมณ์

ฆนัท ธาตุทอง (2550) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบนิรนัยดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีการที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้ง่าย รวดเร็ว ไม่ยุ่งยาก

2. ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่มาก

3. ฝึกให้ผู้เรียนนำทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป นิยาม ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4. ฝึกการมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการพิสูจน์

ข้อจำกัด

1. ใช้ได้เฉพาะบางเนื้อหา

2. น้อยมากสำหรับการส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และคุณค่าด้านอารมณ์

3. ผู้สอนต้องเตรียมตัวอย่าง สถานการณ์ ปัญหาที่ดีและชัดเจน

4. ผู้เรียนบางส่วนอาจใช้การท่องจำมากกว่าการทำความเข้าใจอย่างแท้จริง

สุวิทย์ มูลคำ (2558) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบนิรนัยดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีการที่ช่วยในการถ่ายทอดเนื้อสาระได้ง่าย รวดเร็วและไม่ยุ่งยาก

2. ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่มากนัก

3. ฝึกให้ผู้เรียนได้นำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

4. ใช้ได้ผลดีในการจัดการเรียนรู้วิชาศิลปศึกษาและคณิตศาสตร์

5. ฝึกให้ผู้เรียนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการพิสูจน์ให้เห็นจริง

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีการที่ใช้ได้เฉพาะบางเนื้อหาส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์ค่อนข้างน้อย

2. เป็นวิธีการที่ผู้สอนต้องเตรียมตัวอย่าง สถานการณ์ ปัญหาที่ดีมีความชัดเจนและหลากหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ

3. ผู้เรียนบางส่วนอาจใช้วิธีการท่องจำมากกว่าการทำความเข้าใจอย่างแท้จริงความจำจึงกลายเป็นเรื่องจำเป็นและเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าผู้เรียนลืมทฤษฎี กฎ สูตร ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบนิรนัยสามารถสรุปได้ว่า ข้อดีของการสอนแบบนิรนัยเป็นการสอนที่สามารถช่วยถ่ายทอดเนื้อหาวิชาได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังใช้เวลาในการสอนค่อนข้างน้อยเนื่องจากนักเรียนสามารถนำกฎหรือสูตรที่เคยเรียนมาแล้วมาใช้ได้ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี และเป็นวิธีการสอนที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถเรียนรู้เร็วสามารถพัฒนาโดยไม่ต้องรอเพื่อน ส่วนข้อจำกัดของการสอนแบบนิรนัย คือ นักเรียนบางคนลืมกฎหรือสูตรจึงไม่สามารถแก้ปัญหาได้และนักเรียนบางคนอาจจะใช้วิธีท่องจำมากกว่าการทำความเข้าใจอย่างแท้จริง

2.3 การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

แนวคิด DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Integrated Mathematics, Science, and Technology : IMaST) ระดับมัธยมตอนต้นของศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (Center for Mathematics, Science, and Technology : CeMaST) มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (National Science Foundation : NSF) กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหา (Meier, Hovde, and Meier, 1996)

2.3.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

แนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาแนวคิด DAPIC ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดโพลยา การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาตามแนวคิดของชิวฮาร์ท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดโพลยา

Polya (1957) กระบวนการแก้ปัญหาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบมีการวางแผนและมีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนได้คำตอบที่ถูกต้องและเป็นคำตอบที่มีความสมเหตุผลอีกทั้งทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อโดยผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหา เพื่อพิจารณาว่าองค์ประกอบหรือเงื่อนไขของปัญหานั้นมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา อย่างไรหรือมีจะการพิจารณาองค์ประกอบส่วนที่เกี่ยวข้องของปัญหา แล้วสรุปออกมาเป็นภาษาของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ปัญหาที่ต้องการทราบ ซึ่งผู้เรียนจะทำการวางแผนโดยจะอาศัยทั้งกฎ ทฤษฎี หลักการต่าง ๆ และประสบการณ์มาช่วยในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งยังต้องมีการเลือกวิธีการแก้ปัญหามาผสมผสานกัน เพื่อหา แนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างรอบครอบที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาโดยวิธี ที่เลือกไว้มีการตรวจสอบขั้นตอนของแผน เพื่อดูความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นการตรวจคำตอบหรือเฉลยที่ได้สอดคล้องกับข้อมูล และเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ มีความสมเหตุผลของคำตอบ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

Meier (1996) การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาและตอบคำถาม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การตั้งคำถาม เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มต้นจากการสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่สนใจหรือต้องการศึกษา เพื่อนำมาตั้งประเด็นปัญหาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งการตั้งคำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่ดีและชัดเจนจะทำให้ผู้ตั้งคำถามเกิดความเข้าใจของการค้นหาคำตอบของปัญหา

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนใช้การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือการคิดหาคำตอบ ล่วงหน้าบนฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ปรากฏการณ์ และการศึกษาเอกสารต่าง ๆ โดยสังเกตหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อตั้งสมมติฐาน

3. การทดลองหรือทดสอบ เป็นการตรวจสอบที่ต้องยึดข้อกำหนดสมมติฐานไว้เป็น หลักเสมอ เนื่องจากสมมติฐานที่ดีมีลู่ทางการตรวจสอบไว้แล้ว โดยการตรวจสอบได้จาก

1) การสังเกตและรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกิดจากประสบการณ์ธรรมชาติ

2) การทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติหรือหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลองเพื่อทาการค้นคว้าหาข้อมูลและตรวจสอบดูว่าสมมติฐานข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดมีกระบวนการดังนี้

3.1 การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการทดลองก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริงซึ่งต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอ และควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง ได้แก่ ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

3.2 การปฏิบัติการทดลอง เป็นการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงโดยดำเนินการไปตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ และควรทดลองหลาย ๆ ครั้ง เพื่อความแน่ใจของผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

3.3 การบันทึกผลการทดลอง เป็นการจดบันทึกที่ได้จากการทดลอง ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้สามารถรวบรวมไว้ใช้สำหรับยืนยันว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่

4. การวิเคราะห์ เป็นขั้นการนำข้อมูลจากการทดลองหรือการทดสอบมาวิเคราะห์ ผลสมมติฐานแล้วนำผลมาหาความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. การสร้างข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ถ้าเป็นไปในทิศทางเดียวกันสมมติฐานก็จะกลายเป็นกฎหรือทฤษฎีสำหรับ ใช้ในการอธิบายเหตุการณ์หรือประเด็นปัญหาต่าง ๆ ได้

วงจรการแก้ปัญหาตามแนวคิดของชิวฮาร์ท

Meier (1996) การแก้ปัญหาที่คิดค้นโดยวอล์ทเตอร์ เอ ชิวฮาร์ท (Shewhart & Walter Andrew, 1980) ประกอบด้วยการวางแผน การปฏิบัติตามแผนการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข หรือ (Plan-Do-Check-Act) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การวางแผน (Plan) เป็นการเริ่มต้นของการหาองค์ประกอบของปัญหาโดยจะระดม ความคิด เพื่อหาสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และวางแผนการทำงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งจะมีการ ตรวจสอบและประเมินผล

2. การปฏิบัติตามแผน (Do) เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยสมาชิกต้อง ปฏิบัติตามหน้าที่ที่กำหนด โดยในขณะลงมือปฏิบัติจะต้องมีการตรวจสอบควบคู่กัน

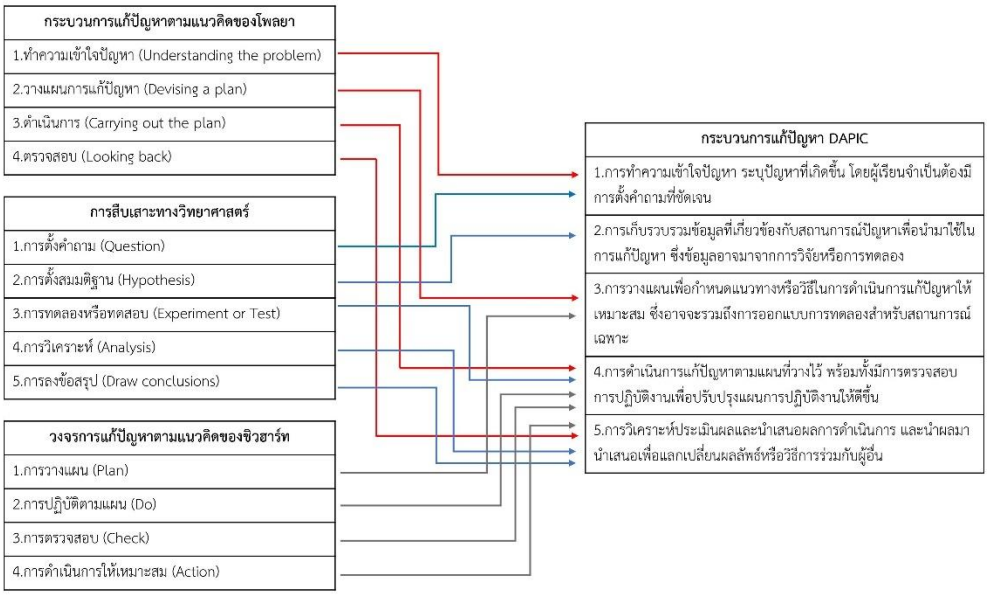
ไปด้วย เพื่อประเมินผล การปฏิบัติงานและปรับปรุงแผน เมื่อเกิดข้อผิดพลาด นอกจากนี้การเก็บรวบรวมหรือบันทึกข้อมูลระบุเกี่ยวกับข้อสงสัย ความไม่แน่ใจหรือความยาก ตลอดจนข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับความต้องการที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการกำหนดสิ่งที่ผู้เรียนต้องการหรือจาเป็นต้องรู้ แม้ว่าปัญหานี้สามารถระบุได้โดยครูผู้สอนก็ตาม แต่ก็มักจะให้ผู้เรียนเป็นผู้ระบุปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ของตนเอง

3. การตรวจสอบ (Check) เป็นการตรวจสอบผลจากการปฏิบัติงานแผนการทำงานที่วางไว้ ว่าปัญหาได้รับการแก้ไขตรงตามเป้าหมายหรือไม่

4. การดำเนินการให้เหมาะสม (Action) เป็นการดำเนินการภายหลังที่กระบวนการที่ทั้ง 3 ขั้นตอน ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยจะนำผลจากการตรวจสอบมาดำเนินปรับปรุงให้เหมาะสมต่อไป

จะเห็นได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC เกิดจากการนำแนวคิดพื้นฐานต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ในการเรียนที่ต้องใช้ทักษะความรู้ทางคณิตศาสตร์ทักษะความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะความรู้เทคโนโลยี โดยได้แนวคิดของโพลยาที่มุ่งเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหามาบูรณาการกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและหาคาตอบอย่างมีเหตุและผล และวงจรการแก้ปัญหาตามแนวคิดของชิวฮาร์ทที่มุงเน้นการพัฒนาคุณภาพในกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลในการแก้ปัญหาระดับที่สูงขึ้นเป็นการเรียนรู้ที่ไม่สิ้นสุด และเมื่อนำหลักการบูรณาการเข้าด้วยกันกลายเป็นกระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC ดังภาพที่ 1

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาพที่ 1 การบูรณาการแนวคิดพื้นฐานกระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC (วัชรพล จันทรวงศ์, 2562)

จากการศึกษาแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาจะเริ่มจาก การทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหาที่เกิดขึ้น โดยผู้เรียนจำเป็นต้องมีการตั้งคำถาม จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งข้อมูลที่ได้มาจากการวิจัยหรือทำการทดลองเพื่อที่จะทำการวางแผนกำหนดแนวทางหรือวิธีในการดำเนินการแก้ปัญหาให้เหมาะสม จากนั้นดำเนินตามแผนที่วางไว้พร้อมทั้งมีการตรวจสอบการปฏิบัติงาน เพื่อปรับปรุงแผนการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น สุดท้ายจะทำการวิเคราะห์และประเมินผลและนำเสนอผลการดำเนินการเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น

2.3.2 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

Meier (1996) กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

1. Define เป็นการกำหนดหรือระบุปัญหาให้มีความชัดเจน ในขั้นนี้อาจใช้การถามคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น โดยทั่วไปแล้วปัญหามักถูกกำหนดจากประสบการณ์ของนักเรียน

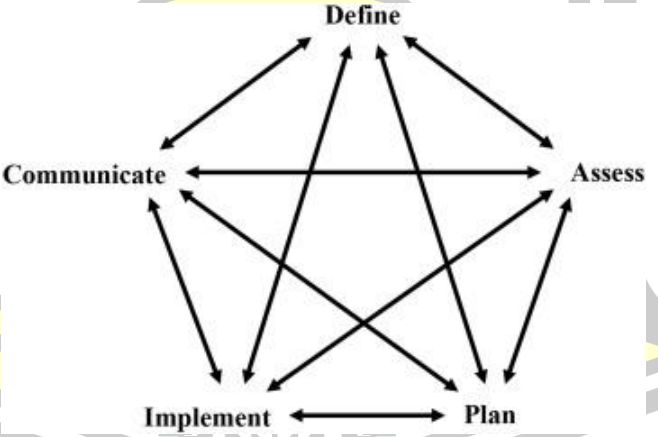
2. Access เป็นการประเมินสถานการณ์ปัญหา เก็บรวบรวมสารสนเทศต่าง ๆ ใช้ข้อมูลที่มี เพื่อสร้างข้อสรุปทั่วไปในรูปแบบของสมมติฐาน ในขั้นนี้อาจใช้การสืบสวนสอบสวนเพิ่มเติมก่อนการ สืบสวนสอบสวนหลักจะเริ่มขึ้น

3. Plan เป็นการวางแผนการแก้ปัญหาและการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมากมักใช้รูปแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร

4. Implement เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ ข้อมูลตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งปรับปรุงแผนให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

5. Communicate เป็นการวิเคราะห์และประเมินผลการดำเนินการ และสื่อสาร แลกเปลี่ยนผลลัพธ์ที่ได้กับผู้อื่น โดยประเมินความถูกต้องและความสอดคล้องของผลลัพธ์ ซึ่งอาจอยู่ ในรูปของการเขียนรายงานหรือการนำเสนอปากเปล่าหรือการสรุปผลโครงการ

อัมพร ม้าคะนอง (2553) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC โดย DAPIC เป็นชื่อที่เกิด จากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหามาเรียงเป็นชื่อเรียกกระบวนการ เพื่อให้สื่อถึงความหมายของกระบวนการและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน รายละเอียดของ DAPIC ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน

Access เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

Plan เป็นการหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และวางแผนการดำเนินงาน

Implement เป็นการนำแผนที่วางไว้มาปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับแผนให้ดีขึ้น

Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสาร

กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ไม่มีการกำหนดว่าต้องเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และไม่จำเป็นต้องทำตามเป็นลำดับขั้นตอนหรือเป็นวงจรผู้แก้ปัญหาจะพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มต้นจากองค์ประกอบใดและจะใช้องค์ประกอบใดบ้าง ด้วยความยืดหยุ่นดังกล่าว กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา

จากที่กล่าวมาข้องต้น ผู้วิจัยได้นำหลักการของกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของอัมพร ม้าคะนอง (2553) มาเป็นขั้นตอนการการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 Define ผู้สอนจัดกิจกรรมโดยเริ่มจากการใช้คำถามกำหนดหรือระบุปัญหาที่จแก้ให้ชัดเจน ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

ขั้นที่ 2 Assess เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างรอบคอบสามารถเชื่อมโยง ความรู้ประสบการณ์กับปัญหา เพื่อศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหา และให้นักเรียนหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากนั้นระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 Plan เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเลือกวิธีการที่เหมาะสมและวางแผนการแก้ปัญหาฝึกให้นักเรียนได้คิดอย่างมีระบบ วิเคราะห์การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และให้นักเรียนพิจารณาความเหมาะสมของวิธีการแก้ปัญหา โดยในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาวิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 Implement ครูให้นักเรียนนำแผนการแก้ปัญหาที่วางแผนอย่างเป็นระบบนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 Communication ครูให้นักเรียนนำผลปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้มาวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบที่ได้กับสิ่งที่โจทย์ถาม และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในชั้นเรียนโดยใช้รูปแบบการพูดนำเสนอการแก้ปัญหา

2.4 ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

2.4.1 ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

Polya (1975) ได้กล่าวว่า ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการสำรวจและค้นพบปัญหาของโจทย์ด้วยวิธีต่าง ๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการหาและข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหาและตรวจสอบการคำนวณผลการคำนวณถูกต้องหรือไม่

Dewey (1976) ได้กล่าวว่า ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถ ในการรับรู้และเข้าใจปัญหา สถานการณ์ปัญหา โจทย์ปัญหา สามารถระบุและแจกแจงปัญหาที่ เกิดขึ้นแล้วหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

หน่วยศึกษานิเทศ (2545) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง โจทย์ที่มีข้อความเป็นภาษาหนังสือหรือโจทย์ที่เป็นเรื่องราวหรือโจทย์ที่เป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันทีทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณหรือตัวเลข เพื่อใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเอง โดยจะต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหา ก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

นภดล แก้วเรือ (2550) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลขพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้แก้จะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการที่เหมาะสม

โสมภิลัย สุวรรณ์ (2554) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบไปด้วยภาษาและตัวเลขที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งผู้ที่คิดจะแก้ปัญหาจะต้องใช้ทักษะการตีความโจทย์มาเป็นสัญลักษณ์ก่อน และจะต้องคิดและตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการอะไรทางคณิตศาสตร์มาดำเนินการเพื่อให้ ได้มาซึ่งคำตอบ

จากความหมายของความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นการนำความรู้มาทำความเข้าใจและวิเคราะห์หาสาเหตุของโจทย์ปัญหา จากนั้นพิจารณาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะทำให้เราหาคำตอบได้ ผู้วิจัยจึงให้คำนิยามของความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี หมายถึง ความสามารถที่นำความรู้มาวิเคราะห์และสาเหตุของโจทย์ปัญหา จากนั้นวางแผนหาวิธีในทั้งการแก้โจทย์ปัญหาและการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้โจทย์ปัญหารวมทั้งมีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

2.4.2 การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

สายหยุด สมประสงค์ (2523) ได้กล่าวว่าการที่เด็กสามารถแก้ปัญหาได้นั้น ผู้สอนต้องจัดสภาพการณ์ภายนอกเพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านั้นแก้ปัญหา เช่น

1. จัดสถานการณ์ใหม่ ๆ มีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีเพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝนในการ คิดหาวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ผู้สอนนำมาให้ฝึกนั้นนอกจากจะเป็นปัญหาแปลกใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคย ประสบมาก่อนแล้วควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนที่จะแสดงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบทักษะของเชาว์ปัญญาของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหาผู้สอนควรจะแนะนำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจปัญหาให้ถ่องแท้ เสียก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรถ้าปัญหาเป็นปัญหาใหญ่ให้แตกออกเป็นปัญหาย่อย ๆแล้วคิด แก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา

4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอนหรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้ เป็นไปในทางที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัวผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไร ได้บ้างในบทบาทต่าง ๆ

5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอโดยผู้สอนไม่ควรบอกวิธีแก้ปัญหาตรง ๆ แก่ผู้เรียน ดังนั้นผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายด้วยกิจกรรมหรือกลยุทธ์ที่เหมาะสม

สุวัฒน์ มุทธเมธา (2523) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนเพื่อแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ปล่อยให้นักเรียนคิดด้วยตนเองมากที่สุด

2. ควรส่งเสริมให้กำลังใจเมื่อนักเรียนทำผิดพลาดหรือคิดไม่ถูกต้อง

3. ครูควรให้ข้อเสนอแนะอภิปรายซักถามให้นักเรียนคิดถ้านักเรียนคิดไม่ออก

4. ครูควรส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนคิดหรือใช้วิธีใหม่แก้ปัญหา หากนักเรียนยังใช้วิธี เดิมซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

5. ครูควรเสนอแนะวิธีการใหม่ๆให้นักเรียนพิจารณาทดลอง ถ้านักเรียนท้อถอยจะเลิก แก้ปัญหาเนื่องจากมองไม่เห็นแนวทาง

6. ถ้านักเรียนสับสนเบื่อหน่ายหงุดหงิดครูแนะนำให้นักเรียนพักสักครู่

7. ครูควรแนะนำส่งเสริมให้นักเรียนเห็นว่าการมีใจกว้างมองหลายมุม ยอมรับความ คิดเห็นไม่ยึดมั่นวิธีใดวิธีหนึ่งจะช่วยแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

8. ครูส่งเสริมให้นักเรียนหาเหตุผลคิดเดาลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหาบ้าง

9. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ

10. ครูไม่ควรหัวเราะเยาะให้นักเรียนเสียหน้าหรือเกิดความละอาย เมื่อนักเรียนเสนอ วิธีหรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เพราะจะทำให้นักเรียนไม่กล้าคิดไม่กล้าแสดงออก

ทิศนา แขมมณี (2548) ได้กล่าวถึงกระบวนการสำคัญของครูที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิด มีดังนี้

1. การสังเกต/การสงสัย

2. การอยากรู้คำตอบในสิ่งที่สงสัย

3. การแสวงหาคำตอบในเรื่องที่สงสัย

4. การคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่สงสัย โดยเรื่องโยงความรู้และประสบการณ์เดิมการ ใช้เหตุผลการคิดริเริ่มการใช้จินตนาการ

5. การรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่สงสัยโดยวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลการแจกแจงข้อมูล การกำาหนดแหล่งข้อมูลการลงมือเก็บข้อมูล

6. การพิจารณาข้อมูลและสรุปข้อมูลในเรื่องที่สงสัยโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบการแยกแยะข้อมูลการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูลการใช้เหตุผลการประเมินข้อมูลและการลงสรุปข้อมูล

7. การทดสอบคำตอบในเรื่องที่สงสัยและสรุปผลการทดลอง

8. การสรุปคำตอบในเรื่องที่สงสัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบแก้ปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนให้เรียนรู้ตามกระบวนการ โดยเริ่มหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน ให้นักเรียนได้ลองแก้ปัญหาจากนั้นจะมีการกำหนดปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล พิสูจน์ข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ผู้เรียนจะเป็นผู้แก้ปัญหา หรือหาคำตอบด้วยตนเอง ความสามารถ

ในการแก้ปัญหาของผู้เรียนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสติปัญญา ความรู้ ประสบการณ์ แรงจูงใจ อารมณ์ และผู้สอนจะต้องจัดสภาพแวดล้อมหรือบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหานั้นมีหลักการสำคัญจะให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ จะเน้นทักษะการแสวงหาความรู้ การค้นพบ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.4.3 องค์ประกอบและขั้นตอนของความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา

Dewey (1976) ได้กล่าวว่า ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหามีองค์ประกอบและขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหาก่อนว่าปัญหาที่แท้จริงนั้นคืออะไร

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นการพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุของปัญหา กล่าวคือ มีการระบุและแจกแจงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกัน ระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน

3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปแบบของวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา เพื่อการตั้งสมมติฐาน

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลที่ได้รับไม่ถูกต้องก็เสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีที่ ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีแก้ปัญหาที่ ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2555) ได้สรุป ความสามารถในการแกโจทย์ปัญหาของบุคคลต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบต่อไปนี้

1. สติปัญญา ผู้มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี

2. แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่จะทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้โจทย์ปัญหา

3. ความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ ๆ เป็นความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหานั้น เนื่องจากประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อน

4. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

พิจิตร ยังดำ (2557) ได้กล่าวว่า ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไข ในโจทย์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1 พิจารณาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้หรือสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์ทำการแปลงคำพูดจากโจทย์เป็นสัญลักษณ์ สูตร บรรจุลงในตารางวิเคราะห์

1.2 พิจารณาโจทย์ว่าต้องการให้หาสิ่งใด แปลงเป็นสัญลักษณ์ สูตร บรรจุลงในตารางวิเคราะห์

1.3 วางแผนแก้ปัญหาเริ่มต้นด้วยการหาสูตรที่ใช้หาคำตอบบรรจุลงในตาราง วิเคราะห์ เชื่อมโยงเส้นลูกศรจากสัญลักษณ์แต่ละตัวในสูตรไปยังสิ่งที่กำหนดให้ถ้ายังมีตัวสัญลักษณ์ใน สูตรที่ไม่มีในสิ่งที่กำหนดให้ให้เขียนสูตรในการหาตัวนั้น ๆ ต่อไป จนกว่าจะเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่โจทย์กำหนดจนครบ

2. ลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้

2.1 เขียนสูตรหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามผังมโนทัศน์ (Concept Map) โดยเริ่มจากสูตรสุดท้ายย้อนไปทีละสูตร ตามลำดับ

2.2 แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าพร้อมหน่วยลงในสูตรจนกระทั่งได้คำตอบ

2.3 คำนวณหาค่าตัวแปรที่ต้องการตามลำดับตามข้อ 2.1 จนได้คำตอบ

3. การตรวจสอบผลที่ได้โดยพิจารณาคำตอบจากขั้นตอนที่ 2 ว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ โดยพิจารณาจากขนาดและหน่วยของปริมาณที่ได้

จากการศึกษาองค์ประกอบและขั้นตอนของความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาสรุปได้ว่า องค์ประกอบและขั้นตอนของความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องประกอบได้ด้วยวิเคราะห์ปัญหา จากนั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และดำเนินการหาคำตอบวางวิธีที่ได้ทำการวางแผนไว้ รวมทั้งมีการตรวจสอบคำตอบที่ได้

2.4.4 กระบวนการแก้ปัญหา

Polya (1957) ได้จัดขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา สรุปปัญหาในภาษาของตนเอง สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไข คือ อะไร ในการทำความเข้าใจปัญหาต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วนพิจารณาซ้ำไปซ้ำมา และหลาย ๆ มุมมองแล้วสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล แล้วนำความสัมพันธ์มาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางแผนการ แก้ปัญหาไว้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติม รายละเอียดของแผนให้ชัดเจนใช้ทักษะการคำนวณและเลือกใช้วิธีคำนวณที่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นการตรวจคำตอบที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุผลของคำตอบ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ระบุว่า กระบวนการแก้ปัญหานั้น มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องเข้าใจปัญหาว่าปัญหาถามว่า อะไรมีข้อมูลอะไรแล้วบ้างมีเงื่อนไขหรือข้อมูลอะไรเพิ่มเติมหรือไม่

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 ประกอบ กับความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้วิจารณ์แก้ปัญหาสำหรับสูตรปัญหาเคมีนั้น ผู้แก้ปัญหาจะต้องทราบว่ามีแนวคิดอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหานี้ไม่ควรใช้วิธีคำนวณแบบใดจึงจะสะดวกและเหมาะสม

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหาและประมวลผล เป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้และประเมินว่าวิธีที่ใช้มีความถูกต้องได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องกลับไปพิจารณาว่าวิธีการที่ได้วางแผนไว้นั้นถูกต้องครบถ้วนหรือไม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการตรวจสอบทั้งคำตอบและกระบวนการในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อในโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์อื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและการตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหาในขั้นตอนที่นักเรียนต้องการทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล และเงื่อนไขในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาซ้ำไปซ้ำมา พิจารณาให้หลากหลายมุมมองหรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนก็ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่ทราบค่าแล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตาม แนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด ต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นมองย้อนกลับ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบ ที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

สุจินต์ สุทธิวรางกูล (2558) ได้สร้างแบบฝึกวิเคราะห์การแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการฝึก 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) หมายถึง ขั้นตอนที่ ให้นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบพร้อมวาดภาพประกอบในโจทย์ ปัญหาที่มีความซับซ้อน

2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) หมายถึง ขั้นตอนที่ให้นักเรียน ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากโจทย์กับสิ่งที่ต้องการทราบ ในรูปของทฤษฎีหรือสมการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการตามแผน (Carry out the Plan) หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติตาม แผนที่กำหนดไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Looking Back) หมายถึง ขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบที่ ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ หากมั่นใจแล้วให้สรุปคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งกระบวนการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็นแนวทางหนึ่งให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดคำนวณในเรื่องนั้น ๆ ได้ ซึ่งจะส่งผลต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นต่อไป

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามีหลากหลายวิธี โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดของ Polya (1957) มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนเพื่อที่จะแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางแผนการแก้ปัญหาไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและตรวจสอบ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนสรุปและตรวจสอบคำตอบ ที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุผลของคำตอบและวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2.4.5 การวัดและประเมินผลความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา

2.4.5.1 เครื่องมือแบบวัดการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา

Mcgriff et al (2000) ได้กำหนดเกณฑ์ในการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตามกระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นไว้ ดังนี้

1. การระบุเหตุของปัญหา มีเกณฑ์ดังนี้

1.1 จดจำลักษณะของปัญหาได้

1.2 ตัดสินใจได้ว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่

1.3 สรุปองค์ประกอบและเข้าใจถึงปัญหาได้

1.4 จำแนกความแตกต่างของปัญหาในภาพรวมได้

1.5 จำแนกโครงสร้างและสภาพแวดล้อมทางกายภาพของปัญหาได้

1.6 อธิบายลักษณะเฉพาะของปัญหาได้

1.7 กำหนดตัวแปรแทรกซ้อนของปัญหาได้

1.8 ตัดสินใจแก้ปัญหาได้เมื่อมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ

1.9 ระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาได้

2. การระบุแนวทางแก้ปัญหา มีเกณฑ์ดังนี้

2.1 ระบุวิธีแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบที่สอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนด

2.2 ออกแบบแก้ปัญหาจากการจัดการส่วนประกอบ แยกแยะตัวแปรที่เป็น สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา มีข้อมูลที่เป็น

2.3 ตัดสินใจได้หากมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

2.4 ประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นต่อไปได้

3. การตั้งสมมติฐาน มีเกณฑ์ดังนี้

3.1 กำหนดและประเมินข้อจำกัดที่เกิดขึ้นได้

3.2 ระบุปัจจัยที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาได้

3.3 ตั้งคำถามเกี่ยวกับนิยามจากข้อมูลของตนเองได้

3.4 ประยุกต์สิ่งที่ตนเองประเมินได้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3.5 ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินข้อจำกัดของสถานการณ์ได้

4. การเลือกแนวทางในการแก้ปัญหามีเกณฑ์ ดังนี้

4.1 มีการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแนวทางที่เลือก

4.2 มีการประเมินสถานการณ์ที่เชื่อถือได้

4.3 มีข้อมูลที่จัดเก็บมาที่ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน

4.4 มีการประเมินความเป็นไปได้ของสถานการณ์ทั้งทางบวกและทางลบ

5. การทดสอบสมมติฐานและการสรุปการแก้ปัญหา มีเกณฑ์ดังนี้

5.1 มีการระบุเหตุผลของแนวทางที่เลือกมาแต่ละวิธี

5.2 ตัดแนวทางที่มีความเป็นไปได้น้อยที่สุด

5.3 วิเคราะห์เหตุผลรองรับการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เลือกไว้

5.4 ระบุรายละเอียดของแนวทางนั้น

5.5 ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด

6. การนำแนวทางไปใช้ มีเกณฑ์ดังนี้

6.1 มีการเปลี่ยนแปลงแนวทางที่สำรองไว้ เมื่อปัญหานั้นไม่ได้รับการแก้ไข

6.2 ตัดสินใจและทบทวนการนำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้ในบริบทอื่น ๆ

6.3 รวบรวมปัจจัยที่สนับสนุนการแก้ปัญหา

6.4 ตัดสินใจได้เมื่อนำแนวทางการแก้ปัญหาไปใช้กับการแก้ปัญหารูปแบบอื่น ๆ

สมทรง สุวพานิช (2549) ได้เสนอวิธีการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่จะช่วยให้ครูศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างชัดเจน ซึ่งครูควรพิจารณาพฤติกรรมนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้

1. นักเรียนได้อ่านปัญหาอย่างระมัดระวังหรือไม่
2. นักเรียนแต่ละคนเริ่มแก้ปัญหาอย่างไร
3. นักเรียนได้นำยุทธวิธีหรือพยายามที่จะใช้เทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้ หรือไม่
4. ได้พยายามใช้วิธีอื่นหรือไม่ เมื่อวิธีแรกล้มเหลว
5. นักเรียนมีจิตใจแน่วแน่มั่นคงในการประยุกต์ใช้วิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
6. มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการขาดความระมัดระวังเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีเกิดขึ้นเมื่อไรและทำไม
7. นักเรียนมีความอดทนตั้งใจในการพยายามแก้ปัญหานานเท่าใด
8. นักเรียนขอความช่วยเหลือเร็วขนาดไหน
9. นักเรียนใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบไหนบ่อยที่สุด
10. ใช้สื่อของจริงช่วยหรือไม่

จิตรา แก้วชัย (2553) ได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนประกอบไปด้วย

1. พฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียน
2. พฤติกรรมการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนในการปฏิบัติงาน
3. พฤติกรรมด้านความรับผิดชอบและความร่วมมือ ตรงต่อเวลา
4. พฤติกรรมด้านความซื่อสัตย์

จากการศึกษาแบบวัดการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนตามองค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูล โดยเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับคุณลักษณะแต่ละองค์ประกอบกับสิ่งที่ต้องการวัด ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้

วัดจากใบกิจกรรมที่เป็นแบบอัตนัย โดยจะประเมินเริ่มจากนักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาเริ่มตั้งแต่นักเรียนการกำหนดปัญหาสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ สามารถบอกได้โจทย์ต้องการทราบอะไร และสามารถบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา นักเรียนวิธีวางแผนแก้ปัญหาสามารถระบุวางแผนวิธีการและสามารถออกแบบการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนวิธีการการแก้ปัญหาซึ่งเขียนแสดงวิธีทำการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน รวมไปถึงการสรุปและตรวจสอบคำตอบสามารถเขียนสรุปคำตอบสมเหตุผลหรือไม่และมีการตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่

2.4.5.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

Polya (1957) ได้เสนอแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา สรุปปัญหาในภาษาของตนเองสามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร ในการทำความเข้าใจปัญหาต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วนพิจารณาซ้ำไปซ้ำมาและหลาย ๆ มุมมองแล้วสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูล แล้วนำความสัมพันธ์มาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางแผนการ แก้ปัญหาไว้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติม รายละเอียดของแผนให้ชัดเจนใช้ทักษะการคำนวณและเลือกใช้วิธีคำนวณที่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นการตรวจคำตอบที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุผลของคำตอบ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

โดยจะพิจารณาถึงความสามารถ 4 ประการดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา

0 หมายถึง ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่เขียนตอบ

1 หมายถึง บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วนแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้องหรือไม่บอก

2 หมายถึง บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องและครบถ้วนทั้งหมด

2. วางแผนแก้ปัญหา

0 หมายถึง เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ

1 หมายถึง เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน

2 หมายถึง เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้องครบถ้วน

3. ปฏิบัติตามแผน

0 หมายถึง เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและไม่ได้คำตอบ

1 หมายถึง เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่คำตอบผิด/ แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่ได้เฉพาะคำตอบ

2 หมายถึง เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้ ถูกต้องและครบถ้วน

4. ตรวจสอบ

0 หมายถึง ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ

1 หมายถึง ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง (ตัวเลขและหน่วย)

สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้เสนอเกณฑ์แนวทางการประเมินการแก้ปัญหาตามแนวคิดโพยาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินแยกองค์ประกอบของสิริพร ทิพย์คง ตามแนวคิดโพยา

รายการประเมิน	**คะแนน**	**เกณฑ์การพิจารณา**
ความเข้าใจปัญหา	2	สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	1	สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
	0	เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย
การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	2	สำหรับการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคำตอบถูกต้อง
	1	สำหรับการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกแต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคำตอบไม่ถูกต้อง
	0	สำหรับการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	2	สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	1	สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
	0	สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การตอบ	2	สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
	0	เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ

คะแนน	ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3	ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2	พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้และแก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอการประเมินความสามารถการแก้ปัญหา พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 ประเด็น คือ (1) ความเข้าใจปัญหา (2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา (3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ (4) การสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของผู้เรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	**เกณฑ์พิจารณา**
4 (ดีมาก)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธิการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหานำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา -ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ในกรณีที่ผู้ประเมินต้องการตรวจสอบการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละประเด็นย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหา อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยที่มีการกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1,2 และ 3 ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	**คะแนน (ระดับคุณภาพ)**	**เกณฑ์การพิจารณา**
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสมหรือครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

5.2.4.3 เกณฑ์การประเมินตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

สุณิสา สุมิรัตนะ (2554) ได้ใช้เกณฑ์การประเมินตามกระบวนแก้ปัญหา DAPIC ไว้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของสุณิสา สุมิรัตนะ (2554)

รายการประเมิน	คะแนน	คำอธิบาย
1. การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วนไม่ครบถ้วน
	0	ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนด
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	2	ระบุแนวทาง / วิธีการ / ขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
	1	ระบุแนวทาง / วิธีการ / ขั้นตอน การแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้แต่ขาดประสิทธิภาพ
	0	ระบุแนวทาง / วิธีการ / ขั้น ตอน การแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	2	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีร่องรอยแนวทางการแก้ปัญหาที่ชัดเจน นำไปสู่การได้คำตอบที่ถูก
	1	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือแก้ปัญหาไม่สำเร็จ แต่มีร่องรอยแนวทางการดำเนินการที่นำไปสู่การแก้ปัญหา
	0	แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูก ต้อง ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือไม่มีร่องรอยแนวทางการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุผลของคำตอบ	2	คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุผล มีร่องรอยการแสดงการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุผลของคำตอบที่ชัดเจน

รายการประเมิน	คะแนน	คำอธิบาย
	1	คำตอบถูกต้องและสมเหตุผลเพียงบางส่วน ไม่ครบถ้วน มีร่องรอยการแสดงการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสุมผลของคำตอบแต่ไม่ชัดเจน
	0	คำตอบไม่ถูกต้องขาดความสมเหตุผลหรือไม่ปรากฏคำตอบของปัญหา ไม่มีร่องรอยแสดงการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุผลของคำตอบ

สุธิดา แสนวัง (2562) ได้ใช้เกณฑ์คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาเคมีไว้ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาเคมีของสุธิดา แสนวัง (2562)

รายงานที่ประเมิน	**ระดับคะแนน**		
	2	**1**	**0**
1.ขั้นทำความเข้าใจปัญหา			
1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ	ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องและชัดเจน	ระบุข้อความบางส่วนของสิ่งที่โจทย์ต้องการ	ไม่ระบุสิ่งที่โจทย์หรือไม่เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการ
1.2 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้แต่ยังไม่ชัดเจนหรือระบุได้เพียงบางส่วนไม่ครอบคลุมทั้งหมด	ไม่ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

รายงานที่ประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	3	**2**	**1**	**0**
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา				
2.1 แสดงสมการที่เกี่ยวข้องในการทำโจทย์	สามารถแสดงสมการที่เกี่ยวข้องในการทำโจทย์ได้ถูกต้อง	แสดงสมการที่เกี่ยวข้องในการทำโจทย์แต่สลับขั้นตอน	แสดงสมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์แต่ไม่ครบทุกขั้นตอน	ไม่มีการแสดงสมการ
2.2 กำหนดวิธีการหรือ	วิธีการหรือขั้นตอนสามารถ	วิธีการหรือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องที่สามารถ	วิธีการหรือขั้นตอนไม่	ไม่มีหรือไม่เขียนวิธีการ

รายงานที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
ขั้นตอนในการทำโจทย์	นำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน	นำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการได้เพียงขั้นตอนแรก	สามารถนำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการได้	หรือขั้นตอนในการทำโจทย์
3. ขั้นดำเนินการตามแผน				
3.1 คำนวณหาค่าจากสมการ	แทนค่าในสมการและคำนวณค่าจากสมการได้ถูกต้อง	แทนค่าในสมการถูกต้องแต่คำนวณค่าจากสมการไม่ถูกต้อง	แทนค่าในสมการไม่ถูกต้องและคำนวณค่าจากสมการไม่ถูกต้อง	ไม่มีการแทนค่าในสมการและคำนวณหาค่าจากสมการ
3.2 สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการ	สรุปคำตอบและหน่วยได้ตามสิ่งที่โจทย์ต้องการถูกต้อง	สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องแต่ไม่มีการใส่หน่วยหรือใส่หน่วยผิด	สรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ถูกต้อง	ไม่มีการสรุปคำตอบ
4. ขั้นตรวจสอบ				
4.1 สำรวจความถูกต้องและสมเหตุผลของคำตอบ	มีขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบครบและสามารถยืนยันความถูกต้องได้	มีขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบครบทุกขั้นตอนแต่ไม่สามารถยืนยันความถูกต้องของคำตอบได้ เนื่องจากคำนวณผิดหรือแทนค่าผิด	ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบไม่ครบและไม่สามารถยืนยันความถูกต้องได้	ไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

สิริกานต์ ลำพาย (2562) ได้ใช้เกณฑ์คะแนนความสามารถในการโจทย์แก้ปัญหาตามกระบวนการ DAPIC ไว้ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการโจทย์แก้ปัญหาตามกระบวนการ DAPIC สิริกานต์ ลำพาย (2562)

ส่วนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน	
คะแนน	คำอธิบาย
2	สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
1	สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ หรือสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ หรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ แต่ไม่ครบถ้วน
0	กรณีไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้
ส่วนที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา มีคะแนนเต็ม 3 คะแนน	
3	สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ไม่มีความพยายามในการวางแผน
2	มีการวางแผนในการแก้ปัญหาหรือมีความพยายามในการวางแผน ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
1	มีการวางแผนในการแก้ปัญหาหรือมีความพยายามในการวางแผน แต่อาจจะนำไปสู่คำตอบที่ผิด
0	ไม่มีความพยายามในการวางแผน
ส่วนที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเต็ม 3 คะแนน	
3	ดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำอย่างละเอียดครบถ้วน
2	ดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำไม่ละเอียดครบถ้วน
1	ดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
0	ไม่มีการดำเนินการแก้ปัญหา หรือแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
ส่วนที่ 4 การสรุปคำตอบ มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน	
2	เขียนคำตอบถูกต้องและมีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องและไม่มีเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ
1	เขียนคำตอบถูกต้องแต่ไม่ได้เขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบหรือเขียนคำตอบไม่ถูกต้องแต่เขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบได้ถูกต้องหรือเขียนคำตอบถูกต้องและเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือไม่มีการเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบแต่ได้คำตอบถูกต้อง
0	คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง และไม่มีเขียนอธิบายเพื่อสรุปคำตอบ

อุษณี สีเมือง (2565) ได้ใช้เกณฑ์การประเมินตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ไว้ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของอุษณีย์ สีม่วง (2565)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Define)	2	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วน ทราบไม่ถูกต้อง หรือ สิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่
	1	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการโจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือ สิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
ขั้นที่ 2 ประเมินปัญหา (Access)	2	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาถูกต้องและครบถ้วน
	1	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	0	-บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 3 วางแผนการดำเนินงาน (Plan)	2	- วางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง
	1	- วางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน
	0	- ไม่วางแผนแก้ปัญหา หรือวางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนไม่ถูกต้อง
ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการตามแผน (Implement)	2	-แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบที่ถูกต้อง
	1	-แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้แต่คำนวณผิดพลาดหรือแสดงวิธีการวางแผนที่วางไว้เพียงบางส่วน
	0	- แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้
ขั้นที่ 5 นำผลการ	2	-วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมาวิเคราะห์กับสิ่งที่

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ดำเนินการมาวิเคราะห์สรุปและสื่อสาร (Communicate)		โจทย์ต้องการทราบ แล้วสรุปคำตอบถูกต้องครบถ้วน
	1	- วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมาวิเคราะห์กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แล้วสรุปคำตอบถูกต้องบางส่วน
	0	- ไม่วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมาวิเคราะห์กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แล้วสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากเกณฑ์การประเมินความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่ามีเกณฑ์ 2 แบบ คือ การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมและการประเมินผลแบบย่อย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อย ผู้วิจัยจึงมีการประยุกต์ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาจากงานวิจัยของสุณิสา สุมิรัตนะ (2554) โดยมีการใช้เกณฑ์การให้คะแนนเท่ากันในทุกองค์ประกอบ และสิริกานต์ ลำพาย (2562) โดยซึ่งมีการเพิ่มองค์ประกอบการสรุปคำตอบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

รายการประเมิน	**คะแนน**	**คุณลักษณะที่ปรากฏ**
1. การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องหรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนตอบ
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	1	วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย
3. การ	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏ
ดำเนินการแก้ปัญหา	1	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาด เล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา
4. การสรุปและตรวจสอบคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบถูกต้องครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนคำตอบ

2.5 บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 22 เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 โดยได้รับการอนุมัติจากสภามหาวิทยาลัยซึ่งมีเป้าหมายหลักในการให้สวัสดิการทางการศึกษาแก่บุตรของบุคลากรในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตั้งอยู่ 41 หมู่ 20 ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ปัจจุบันเปิดทำการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษา โดยแยกเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 792 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1,024 คน รวมทั้งหมด 1,816 คน มีบุคลากรทั้งหมด 123 คน บริหารโรงเรียนโดย รศ.ดร.ชัยสิทธิ์ สิทธิเวช ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม), 2566)

2.5.1 บริบททั่วไป

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตั้งอยู่ในเขตตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ตั้งอยู่บนพื้นที่ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีอาคารเรียนทั้งหมด 2 อาคารไม่รวมอาคารอเนกประสงค์ต่าง ๆ ในปัจจุบันภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 นักเรียนทุกระดับชั้นมีห้องเรียนที่เครื่องปรับอากาศเป็นของตัวเอง ภายในห้องเรียนสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งลำโพงและโปรเจคเตอร์ที่ใช้สำหรับการสอนและมีแสงสว่างภายในห้องเรียนที่เพียงพอต่อการเรียนรู้ อีกทั้งยังมีห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน โดยมีเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ เพื่อคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับความรู้ทางด้านสารเคมีและเครื่องมือสำหรับ

ทดลองทางวิทยาศาสตร์

2.5.2 บริบทด้านการเรียนการสอน

1.วิสัยทัศน์

เป็นองค์กรที่มีศักยภาพในการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกับการเรียนรู้ของตนเอง การหล่อหลอมทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการเรียนรู้ด้านวิชาชีพและทักษะชีวิต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 (งานหลักสูตรสถานศึกษา ฝ่ายวิชาการและวิจัย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม), 2563)

2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อเป็นสถานศึกษาของบุตรข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัย และลูกจ้างประจำของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2) เพื่อเป็นโรงเรียนต้นแบบและสร้างเครือข่ายที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้อันเหมาะแก่การพัฒนาสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต

3) เพื่อเป็นแหล่งวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของอาจารย์และนักเรียนให้นักเรียนใฝ่รู้คู่คุณธรรมอย่างแท้จริง

4) เพื่อเป็นการบริการการศึกษาระดับมัธยมศึกษาให้กับเยาวชน

5) เพื่อเป็นสถานศึกษาสำหรับบริการวิชาการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ (งานหลักสูตรสถานศึกษา ฝ่ายวิชาการและวิจัย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม), 2563)

2.5.3 บริบทในชั้นเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4

บริบทห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เป็นห้องเรียนแบบคละความสามารถมีทั้งนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง อ่อน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 39 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 22 คน และนักเรียนหญิง 17 คน โดยการกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนส่วนใหญ่เป็นแบบบรรยายที่มีการถาม-ตอบ ในช่วงของการสอนนักเรียนมีปฏิกิริยาโต้ตอบกับผู้สอน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะตั้งใจเรียน แต่ก็จะมีส่วนน้อยที่ชอบแอบเล่นโทรศัพท์ในขณะที่ครูสอน ไม่มีการโต้ตอบ พูดคุยเล่นกับเพื่อนบ้าง ง่วงนอน ไม่มีสมาธิกับเนื้อหาที่สอน และขาดความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ในขณะเดียวกันพฤติกรรมของการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี พบว่า นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามในส่วนของโจทย์ปัญหาได้ จะสังเกตได้จากเวลาทำแบบฝึกหัดนักเรียนขาดความเข้าใจในการแก้โจทย์

ปัญหาในรายวิชาเคมี ไม่สามารถใช้สูตรในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีได้ ไม่รู้ว่าเริ่มแก้โจทย์ปัญหาจากตรงไหน ในส่วนของการคำนวณ นักเรียนรู้จักสูตรการคำนวณแต่ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในแก้โจทย์ปัญหาได้ อีกทั้งยังขาดทักษะในการระบุหน่วยทางด้านวิทยาศาสตร์และไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีได้

2.6 วิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.6.1 ความหมายวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Lewin (1946) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าการวิจัยปฏิบัติการเป็นการค้นคว้าหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยตัวผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่การวางแผน (Plan) การปฏิบัติการ (Act) และ การสังเกต (Observe) การวิจัยปฏิบัติการเน้นที่วิธีการดำเนินงานว่าเป็นการใช้วิธีการเชิงระบบเพื่อพยายามปรับปรุงเปลี่ยนแปลงคุณภาพของการทำงานโดยอาศัยการ มีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้การปฏิบัติงานมีแนวทางและสะท้อนผลการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นของตนเองได้อย่างน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้งานได้จริง (Eggen et al., 1983)

Johnson (2008) ได้ให้ความหมายวิจัยปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยระหว่างการปฏิบัติงาน เพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษา เพื่อทำความเข้าใจอีกทั้งมีการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพในการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้อธิบายเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยที่เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอน ครูทุกคนสมควรนำวิธีไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนานักเรียน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีลักษณะความสำคัญ ดังนี้

1. มุ่งแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานในหน้าที่ในชีวิตประจำวันของครูผู้วิจัย
2. ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติหรือกระทำปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น ซึ่งอาจสามารถแก้ปัญหานั้นได้ตามแบบแผนที่วางแผนไว้ล่วงหน้าได้
3. ผู้วิจัยอาจมีการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น
4. เน้นการวิจัยเฉพาะเจาะจง จุดประสงค์ที่ชัดเจน เพื่อสรุปอ้างอิงหรือสรุปผลการวิจัยชัดเจนมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ ผู้วิจัยลงมือแก้ไขปัญหา
5. ผู้วิจัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงจุดมุ่งหมายระหว่างที่ดำเนินการ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมของผู้เรียนหรือเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้น

ประสาท เนืองเฉลิม (2561) ได้ให้ความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นภารกิจของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องคิดแก้ปัญหา ปรับปรุงคุณภาพงานควบคู่กับการลงมือทำ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการทำงานที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในทางการศึกษาก็ย่อมเน้นผลลัพธ์ไปที่การยกระดับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนในทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดประโยชน์คือผู้สอนได้พัฒนาตนเองทางวิชาการ

จากการที่ศึกษาความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการสามารถสรุปได้ว่า เป็นการวิจัยระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยกำลังเผชิญอยู่ โดยจะมุ่งเน้นการแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งผู้วิจัยสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือทำวิจัยร่วมกันหลายคนก็ได้ เพื่อให้การปฏิบัติงานมีแนวทางและสามารถสะท้องผลของการปฏิบัติงานของตนเองอย่างน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้งานได้

2.6.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ Kemmis Mctaggart (1988) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการนำไปใช้ เพื่อพัฒนาปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียนโดยมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan) เริ่มต้นด้วยการสำรวจประเด็นสำคัญที่ต้องแก้ไข ครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้องอาจเป็นสถานการณ์ที่ครู นักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้บริหารร่วมมือคนอื่น ๆ วางแผนที่จะสำรวจประเด็นดังต่อไปนี้ เช่น นักเรียนต้องการแก้ปัญหาอย่างไร นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ตัวอย่างเช่น ครูจำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในห้องเรียน นักเรียนจะต้องทำงานเป็นกลุ่ม หัวข้อบางหัวข้อในตำราเรียนจะต้องละเว้นหรือขยายออกไป และให้ผู้เรียนจะต้องรับทราบของปัญหาต่าง ๆ ที่มาจากการสังเกตของผู้เรียน ซึ่งในระหว่างขั้นตอนการวางแผนจะมีการปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและช่วยวางแผนจะช่วยทำให้สถานการณ์ของปัญหาชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการแนะนำแนวคิดที่กำหนดในขั้นตอนการวางแผนไปสู่การปฏิบัติและวิเคราะห์ โดยการรับฟังจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในกระบวนการนำไปใช้ เช่น ผู้ถูกต่อต้าน จากผู้บริหาร หรือนักเรียนฉะนั้น แผนงานที่กำหนดไว้อาจยืดหยุ่น จากนั้นรวมกับปฏิบัติตามความเหมาะสมและขอบเขตของปัญหาที่อาจมีอุปสรรคอื่น ๆ อีกทั้งยังต้องมีการกำหนดเวลาให้มีความยืดหยุ่นเพื่อรองรับสถานการณ์ที่คาดไม่ถึง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง เช่น การคัดค้านจากผู้ดูแลระบบหรือนักเรียน นั่นคือ การปฏิบัติการโดยมีลักษณะเป็น Fluid and Dynamic โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการคิดเพื่อหาทางออกให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาโดยจะมุ่งต่อการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นการกำหนดในขั้นตอนการวางแผนไปสู่การปฏิบัติและวิเคราะห์ โดยการรับฟังจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ รวมกัน ในกระบวนการนำไปใช้จะให้ข้อเสนอแนะว่าวิธีการที่วางแผนก่อนหน้านั้นในทางปฏิบัติเหมาะสมหรือไม่ และขอบเขตใดที่อาจมีอุปสรรคอื่น ๆ ที่ไม่คาดคิด มิฉันนั้นจะต้องมีการวางแผนอย่างรอบครอบ การ

กำหนดเวลาจะต้องมีความยืดหยุ่นเพื่อพร้อมรับกับสถานการณ์ที่มีความเปลี่ยนแปลงที่คาดไม่ถึง เช่น การคัดค้านจากผู้ดูแลระบบหรือนักเรียน การสังเกต คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติการ (The Effect of Action) ซึ่งอาจเกิดโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ได้และสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของการปฏิบัติการ (The Circumstances and Constraints) การสังเกตนี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้น จากการปฏิบัติทั้งโดยการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือ แบบสำรวจ แบบสังเกต แบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลข และแบบสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติการ (Reflect) ขั้นตอนสุดท้ายของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือจะการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ไขปัญหา หรือข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงาน นักวิจัยจะต้องร่วมระดมสมองในทำงานร่วมกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ที่เกี่ยวข้องกับสภาพสังคมในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายจะทำให้เห็นแนวทางการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรมจะมีการวิเคราะห์ทั้งจากสภาพแวดล้อมของโรงเรียนและระบบการศึกษาประกอบด้วย ซึ่งจะต้องมีการอภิปรายประเด็นต่าง ๆ การประเมินกลุ่มจะช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมซึ่งจะเป็นพื้นฐานสำหรับการปรับปรุงและการวางแผนต่อไปให้ดียิ่งขึ้น

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนของวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติที่ตั้งใจไว้จากการพยากรณ์ผลลัพธ์ล่วงหน้าที่เป็นไปได้ของการดำเนินการตามแผน พิจารณาปัจจัยแนวทางการแก้ปัญหาและเงื่อนไขอื่น ๆ ที่มีส่วนช่วยให้แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในขณะนั้นได้สำเร็จ ควบคู่ไปกับการตามเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะแก้ไข โดยอาศัยประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องมีความยืดหยุ่น เพื่อสามารถปรับตัวเตรียมพร้อมให้เข้ากับเหตุการณ์ที่จะเกิดในอนาคต

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action) เป็นการทำตามแผนที่วางไว้ก่อนหน้านั้นอย่างดี โดยจะมีการควบคุมอย่างระมัดระวังและปฏิบัติตามแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริง การดำเนินการตามแผนอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์ที่เป็นอยู่ ดังนั้นแผนปฏิบัติการที่ดีจึงต้องมีลักษณะเหมือนแผนชั่วคราวซึ่งเป็นการเปิดประตูให้ผู้ปฏิบัติงานปรับตัวเข้ากับเงื่อนไขและปัจจัยที่มีอยู่ ณ ขณะนั้น แนวปฏิบัติที่ดีจะต้องดำเนินต่อไปอย่างมีรอบครอบและระมัดระวังในการตัดสินใจ

ขั้นที่ 3 การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลลัพธ์ของงานที่ทำ รวมข้อสังเกตปัจจัยที่สนับสนุนการดำเนินการตามแผนและปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินการตามแผน และปัญหาของสถานการณ์หรือลักษณะต่าง ๆ ที่

เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการตามแผน การสังเกตที่ดีต้องวางแผนล่วงหน้าอย่างดี ขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อเป็นแนวทางในการไตร่ตรองและผลที่ตามมา

ขั้นที่ 4 การสะท้อนกลับ (Reflection) เผ็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการที่บันทึกไว้ ข้อมูลนี้อยู่บนพื้นฐานของการสังเกตอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการและการปฏิบัติงานได้รับการพัฒนาตามแผนมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการวิเคราะห์อุปสรรค รวมถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับผ่านกระบวนการกลุ่มในรูปแบบของการวิพากษ์วิจารณ์หรือการประเมินการปฏิบัติงานของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเป็นวิธีหนึ่งในการปรับปรุงการปฏิบัติแบบดั้งเดิมให้กลายเป็นการปฏิบัติใหม่ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นพื้นฐานในการทบทวนและปรับปรุงแผนปฏิบัติการสำหรับกระบวนการวิจัยรอบถัดไป

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล (2551) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 4 ขั้น ดังนี้

1. แผน (Plan) แนวทางในการกำหนดความคาดหวังนั้นเป็นการมองไปข้างหน้าและแผนแม่บทจะต้องมีความยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงและความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นได้ กิจกรรมที่เลือกในแผนจะต้องเลือกได้ดีกว่ากิจกรรมอื่น ๆ ในขอบเขตที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา ผู้เข้าร่วมจะต้องร่วมมือในการอภิปรายใช้การวิเคราะห์ (ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ) และปรับปรุงการพัฒนาแผนให้เป็นไปตามสภาพที่เป็นอยู่

2. การปฏิบัติ (Act) การดำเนินการเป็นไปอย่างสมเหตุผลและมีการควบคุมอย่างเต็มที่ อย่างไรก็ตามแนวทางปฏิบัติตามแผนการที่วางไว้ย่อมมีโอกาสที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์และบุคคลซึ่งต้องมีการปรับแผนปฏิบัติด้วย และสามารถปรับปรุงได้อย่างต่อเนื่อง โดยพิจารณาจากผลการตัดสินใจของการดำเนินการนี้

3. การสังเกต (Observe) การรับผิดชอบในการเก็บรักษาบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผลการดำเนินการรายงานจะต้องมีหลักฐานมาจากการสังเกตอย่างรอบคอบ การสังเกตเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากการปฏิบัตินั้นจะมีข้อจำกัดข้อขัดแย้งของสภาพความเป็นจริง ซึ่งทั้งหมดนี้ไม่เคยชัดเจนและไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้าได้ ข้อมูลการสังเกตจะต้องมีหลากหลายแง่มุม และผู้ตรวจสอบการปฏิบัติงานจะต้องรายงานการสังเกตอย่างครบถ้วนจากทุกมุม นอกจากนี้การสังเกตในขั้นนี้รวมถึงการสังเกตกระบวนการปฏิบัติและผลการปฏิบัติด้วย สังเกต อีกทั้งโดยที่การสังเกตจะต้องมีการไปรบกวนการทำงานของผู้อื่น เพื่อให้สามารถปรับการเปลี่ยนแปลงแผนการปฏิบัติงาน

4. การสะท้อน (Reflect) การประเมินผู้วิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องตัดสินว่าผลลัพธ์ของการปฏิบัติเป็นไปตามเป้าหมายหรือความต้องการที่ตั้งขึ้นจากประสบการณ์ของตนเองหรือไม่ซึ่งจะมีการตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อวางแผนการดำเนินการในรอบต่อไป

ประสาท เนืองเฉลิม (2556) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการดังนี้

1. การสำรวจสภาพการปฏิบัติงาน (Reconnaissance) เป็นกระบวนการตรวจสอบการทำงานของครูและทำความเข้าใจปัญหาที่ครูพบ จากนั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเหล่านี้ และส่วนใดของการทำงานที่สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้

2. การวางแผน (Planning) เป็นขั้นที่มีการวางแผนจากการสำรวจ จากนั้นจะมีการกำหนดจุดประสงค์ กำหนดวิธีการแก้ปัญหาและวางแผน เพื่อลงมือปฏิบัติ (Action) ให้ค้นคว้าคำตอบหรือพัฒนานวัตกรรมที่สามารถนำมาแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงสภาพการปฏิบัติการที่เป็นปัญหา

3. การลงมือปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นตอนการปฏิบัติการตามแผนที่กำหนดไว้ก่อนหน้านั้น

4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) หลังจากที่มีการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ก่อนหน้าแล้วจะมีการแก้ไขปรับปรุงแผนปฏิบัติงาน เพื่อพัฒนาแผนการแก้ปัญหาให้สมบูรณ์แบบมากที่สุด แล้วนักวิจัยต้องมีการสะท้อนผลการปฏิบัติว่ามีสิ่งใดที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาไปบ้าง เพื่อสรุปผลและหาแนวทางในการวางแผนปรับปรุงใหม่หรือแก้ปัญหาใหม่ต่อไป

จากที่ได้กล่าวมานั้นจะเห็นว่า การวิจัยชิงปฏิบัติการเป็นวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการดำเนินการของ Kemmis (1988) มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผน (Plan) เริ่มต้นด้วยการสังเกตและสำรวจปัญหาในชั้นเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดแนวทางในการปฏิบัติการไว้ล่วงหน้า หลังจากรับรู้ปัญหาของนักเรียนแล้วทำศึกษาจากตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อการวางแผนหาแนวทางที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนสภาพการปฏิบัติงานและสร้างเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการลงมือดำเนินการตามแผนที่วางไว้และควบคุมการปฏิบัติงานในเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน จากนั้นวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงานเพื่อนำไปปรับปรุงในแผนต่อไป

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นการสังเกตผลของการปฏิบัติของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่นักเรียนได้ลงมือกระทำไป ซึ่งจะใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) เป็นการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งหมด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงแผนการดำเนินงานเพื่อนำไปใช้ในวงจรถัดไป

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

สุรชัย วงศ์จันเสือ (2555) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน 2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กับการเรียนปกติ 3. เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

วัชรพล จันทรวงศ์ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรี ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สายการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 39 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกตามความสะดวกแบบแผนการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นตามแบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC 2) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -29.676$, $p = .000$)

สิริกานต์ ลำพาย (2562) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสภาพจริงตามกระบวนการแก้ปัญหาของ DAPIC เรื่อง “ความน่าจะเป็น” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสภาพจริงตามกระบวนการแก้ปัญหาของ DAPIC เรื่อง “ความน่าจะเป็น” โดยจำแนกตามสถานการณ์โจทย์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 105 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสภาพจริงตามกระบวนการแก้ปัญหาของ DAPIC เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสภาพจริงตามกระบวนการแก้ปัญหาของ DAPIC เรื่อง “ความน่าจะเป็น” ในสถานการณ์โจทย์ปัญหาเกมได้คะแนนเฉลี่ยดีที่สุด ($\overline{X}$= 16.69, S.D = 1.81) คิดเป็น

ร้อยละ 83.45 อยู่ในระดับดีมาก และ 2) การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสภาพ พบว่า (F=7.471) ค่า Sig. = .001 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รสกมลรัตน์ ศรีภิรมย์ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับแนวคิด DAPIC พบว่า การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และ 2) พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนมัญจาศึกษา สังกัดสำนักงานเขต จำนวน 38 คน รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับแนวคิด DAPIC 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลปฏิบัติ ประกอบด้วยแบบสังเกตพฤติกรรม แบบบันทึกผลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจร แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณท้ายวงจร และ 3) เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 26.84 คิดเป็นร้อยละ 89.47 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เฉลี่ยเท่ากับ 14.37 คิดเป็นร้อยละ 71.84 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 30 คน คิดเป็นร้อยละ 78.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

พัชรฎา พลเยี่ยม (2564) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 24 คนโรงเรียนสตรีศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการ

เรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 3) แบบบันทึกหลังการสอนของครู 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR เพิ่มขึ้น โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 79.17 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67

มณธิรา ประเสริฐไทย (2566) งานวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งทำทั้งหมด 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ และใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสังเกตพฤติกรรมในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่าวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 37.93 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 82.76 และวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 100.00

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Anwar (2018) ได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหา DAPIC งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) อธิบายคุณภาพของการเรียนรู้แบบปัญหากับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC และ 2) บรรยายเกี่ยวกับความสามารถด้านการรู้จักคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากผ่านการเรียนรู้แบบปัญหากับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC โดยพิจารณาจากความมั่นใจในตนเอง งานวิจัยนี้ใช้วิธีผสมแบบ concurrent embedded models ผลการวิจัยพบว่า แผนการเรียนมีคุณภาพค่อนข้างดี การจัดการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี และคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านการรู้จักคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเรียนกลุ่มทดลองผ่านเกณฑ์ประเมิน (KKM) และสัดส่วน

นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ประเมินอยู่ที่ 75% นอกจากนี้ คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเรียนกลุ่มทดลองดีกว่าชั้นเรียนกลุ่มควบคุม และสัดส่วนของนักเรียนที่เรียนรู้ในชั้นเรียนกลุ่มทดลองนั้นสูงกว่าชั้นเรียนกลุ่มควบคุม สำหรับนักเรียนที่มีความมั่นใจในตนเองต่ำ ยังคงประสบความยากลำบากในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ในขณะที่นักเรียนที่มีความมั่นใจในตนเองอยู่ในระดับปานกลางสามารถแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ถูกต้องได้ค่อนข้างดี ส่วนนักเรียนที่มีความมั่นใจในตนเองสูงสามารถแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมายได้ดีเยี่ยม โดยมีขั้นตอนที่ค่อนข้างครบถ้วนและถูกต้อง

Wulandari (2020) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาแบบ DAPIC งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาว่าการแก้ปัญหาแบบ DAPIC ควบคู่กับแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์แบบสัดส่วน มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความมั่นใจในตัวเองหรือไม่ วิธีการที่ใช้คือ การทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ตัวอย่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 67 คน ขั้นตอนการวิจัยเบื้องต้น คือ การทดสอบความเป็นปกติและความสม่ำเสมอของข้อมูล ในขณะเดียวกันการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น ใช้สถิติเชิงพาราเม(Parametrical Statistic) ประกอบด้วย การทดสอบสัดส่วน, การทดสอบความแตกต่างของสัดส่วน, บททดสอบที (t-test), บททดสอบทีตัวอย่างอิสระ (independent sample t-test) และการวิเคราะห์การถดถอย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหาแบบ DAPIC ควบคู่กับแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์แบบสัดส่วน มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความมั่นใจในตัวเอง จากผลการวิจัยนี้ แนวทางการแก้ปัญหาแบบ DAPIC ควบคู่กับแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์แบบสัดส่วน สามารถนำไปใช้เป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อปรับปรุงผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดวิเคราะห์และความมั่นใจในตัวเอง

Supriyatman (2021) ได้ศึกษาการสอนแบบนิรนัย เพื่อสร้างสมมุติฐานโดยอิงจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายความสามารถในการสอนแบบนิรนัยจากสมมุติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาโมเดลแบบบูรณาการมาดานี เมืองปาลู ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยเฉพาะในหัวข้อพลศาสตร์ของอนุภาค การศึกษาประเภทนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการเชิงพรรณนาคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เข้าร่วมการศึกษาในหัวข้อพลศาสตร์ของอนุภาค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยการทดสอบหลังเรียนและแนวทางการสัมภาษณ์ ข้อมูลที่ได้ถูกวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยมีคะแนน

เท่ากับ 58.2% ซึ่งบ่งชี้ว่าความสามารถในการให้เหตุผลสมมุติฐานของนักเรียนถูกจัดอยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียน เนื่องจากนักเรียนหลายคนได้รับคำถามรูปแบบเดียวกัน และครูให้คำแนะนำและแรงจูงใจ ทำให้สภาพแวดล้อมในห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้

Abdulah (2022) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ประชากรในการศึกษานี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมเมืองเซมารัง ปีการศึกษา 2020/2021 วิธีการวิจัยที่ใช้คือการวิจัยเชิงผสมผสานด้วยการออกแบบแบบลำดับขั้นที่อธิบายได้ ผลการวิจัยพบว่า (1) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้การแก้ปัญหา DAPIC ด้วยแนวทาง Scientific-RME สามารถผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดได้ (2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้การแก้ปัญหา DAPIC ด้วยแนวทาง Scientific-RME บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในระดับกลุ่ม (3) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยในกระบวนการเรียนรู้การแก้ปัญหา DAPIC ด้วยแนวทาง Scientific-RME สูงกว่าการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (4) ผลการทดสอบสัดส่วนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในกระบวนการเรียนรู้การแก้ปัญหา DAPIC ด้วยแนวทาง Scientific-RME ดีกว่าการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

Jamshid (2022) ได้ศึกษาการสอนแบบนิรนัยในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์วิธีที่ใช้ในทางปฏิบัติทั่วโลกมีลักษณะเด่น คือการขาดความเป็นระบบ วิธีการสอนแบบนิรนัยนี้สะท้อนกระบวนการพัฒนาวิทยาศาสตร์ที่ถูกกำหนดมาในประวัติศาสตร์จากปรากฏการณ์ง่ายๆ ไปสู่กระบวนการที่ซับซ้อน จากสิ่งเฉพาะเจาะจงไปสู่สิ่งทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น การสอนฟิสิกส์เริ่มต้นด้วยการศึกษารูปแบบการเคลื่อนที่ที่ง่ายที่สุดของเครื่องกลและค่อยๆ เคลื่อนไปสู่การศึกษาปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้น ในบทความนี้ได้พิจารณาวิธีการหาความรู้เชิงระบบโดยวิธีการนิรนัยในการศึกษาวิทยาศาสตร์ วิธีการนิรนัยนี้เริ่มต้นจากหลักการทั่วไปไปสู่หลักการเฉพาะเจาะจง จากสิ่งที่ไม่รู้ไปสู่สิ่งที่รู้และจากข้อเท็จจริงที่เป็นนามธรรมไปสู่ข้อเท็จจริงที่เป็นรูปธรรม ข้อดีของวิธีการนิรนัยได้แก่ เป็นวิธีการสอนที่ประหยัดเวลาได้มากเนื่องจากนักเรียนไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ หน้าที่หรือภาระของครูลดลงบ้างเนื่องจากการใช้วิธีนี้ และครูสามารถครอบคลุมเนื้อหาบทเรียนที่ยาวในระยะเวลาที่สั้นที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและการจัดการเรียนรู้โดยการกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่สูงขึ้นและสามารถนำมาจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคต่าง ๆ ในการส่งเสริมการพัฒนาการแก้ปัญหา อีกทั้งยังช่วยทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์ปัญหาเป็นและรู้จักวิธีกระบวนการแก้ปัญหาทีละส่วนอีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจในการทำวิจัยการพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการ DAPIC

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 กลุ่มเป้าหมาย
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.3 รูปแบบของการวิจัย
3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4 จำนวน 22 คน จากทั้งหมด 39 คน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 จากการนำแบบทดสอบการวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จากงานวิจัยของสุธิดา แสนวัง (2562) เนื่องจากเนื้อหาเป็นรายวิชาเคมีและแบบทดสอบมีลักษณะเป็นการแก้โจทย์ปัญหาแต่ยังมีข้อจำกัดในส่วนขององค์ประกอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคะแนนแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงมีการประยุกต์ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาจากงานวิจัยของสุณิสา สุมิรัตนะ (2554) โดยมีการใช้เกณฑ์การให้คะแนนเท่ากันในทุกองค์ประกอบ และสิริกานต์ ลำพาย (2562) โดยซึ่งมีการเพิ่มองค์ประกอบการสรุปคำตอบ ได้ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4

เลขที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)			
1	6	2	2	0	10	41.67	ไม่ผ่าน
2	6	6	4	0	16	66.67	ไม่ผ่าน
3	6	6	6	3	21	87.50	ผ่าน
4	4	0	0	0	4	16.67	ไม่ผ่าน
5	4	0	0	0	4	16.67	ไม่ผ่าน
6	6	6	6	0	18	75.00	ผ่าน
7	6	6	6	0	18	75.00	ผ่าน
8	6	0	0	0	6	25.00	ไม่ผ่าน
9	6	4	0	0	10	41.67	ไม่ผ่าน
10	6	0	0	0	6	25.00	ไม่ผ่าน
11	6	6	6	0	18	75.00	ผ่าน
12	6	0	0	0	6	25.00	ไม่ผ่าน
13	6	4	0	0	10	41.67	ไม่ผ่าน
14	6	6	6	6	24	100.00	ผ่าน
15	6	2	0	0	8	33.33	ไม่ผ่าน
16	6	2	2	0	10	41.67	ไม่ผ่าน
17	6	6	4	2	18	75.00	ผ่าน

เลขที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)			
18	6	0	0	0	6	25.00	ไม่ผ่าน
19	6	6	4	0	16	66.67	ไม่ผ่าน
20	6	6	6	4	22	91.67	ผ่าน
21	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
22	4	0	0	0	4	16.67	ไม่ผ่าน
23	6	4	0	0	10	41.67	ไม่ผ่าน
24	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
25	6	6	6	4	22	91.67	ผ่าน
26	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
27	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
28	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
29	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
30	6	0	0	0	6	25.00	ไม่ผ่าน
31	4	0	0	0	4	16.67	ไม่ผ่าน
32	6	6	4	0	16	66.67	ไม่ผ่าน
33	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
34	6	0	6	0	12	50.00	ไม่ผ่าน
35	6	0	2	0	8	33.33	ไม่ผ่าน
36	4	0	0	0	4	16.67	ไม่ผ่าน

เลขที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70
	การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)			
37	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
38	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
39	4	0	0	0	4	16.67	ไม่ผ่าน
$\bar{X}$	5.69	3.54	3.18	0.95	13.36	55.66	ไม่ผ่าน

ผลคะแนนจากแบบทดสอบการวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 39 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 จำนวน 9 แผน รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย ชุดละ 3 ข้อ มีจำนวน 3 ชุด ใช้ทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ลักษณะของข้อสอบเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบย่อย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การวางแผนปัญหา การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และ การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

3. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร

4. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี โดยจะสังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายรายบุคคล

3.3 รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิจัยเชิงปฏิบัติ (Action Research) โดยใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา DAPIC เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผน (Plan) เริ่มต้นด้วยการสังเกตและสำรวจปัญหาในชั้นเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดแนวทางในการปฏิบัติการไว้ล่วงหน้า หลังจากรับรู้ปัญหาของนักเรียนแล้วทำศึกษาจากตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อการวางแผนหาแนวทางที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนสภาพการปฏิบัติงานและสร้างเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการลงมือดำเนินการตามแผนที่วางไว้และควบคุมการปฏิบัติงานในเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน จากนั้นวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงานเพื่อนำไปปรับปรุงในแผนต่อไป

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นการสังเกตผลของการปฏิบัติของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่นักเรียนได้ลงมือกระทำไป ซึ่งจะใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) เป็นการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ทั้งหมด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงแผนการดำเนินงานเพื่อนำไปใช้ในวงจรถัดไป

3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา DAPIC

ผู้วิจัยได้มีการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา DAPIC ตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา DAPIC ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1.2 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับ รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2560

1.3 กำหนดเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 เพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ดังตารางที่ 12

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	สารละลายประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวทำละลายในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณของสารในละลายสามารถระบุในรูปของความเข้มข้นในหน่วยร้อยละของสารละลายสามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ ร้อยละโดยมวล $= \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$ ร้อยละโดยปริมาตร $= \frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$ ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร $= \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$	1.นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ 2. นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา	หากนำสาร NaOH มา 80 กรัม ละลายในน้ำ 120 กรัม โดยกำหนดความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3 หาก นักเรียนต้องการทราบร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร	2

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	2	ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน	ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน (ppm) ย่อมาจาก (parts per million) เป็นการบอกปริมาณของตัวละลายต่อล้านส่วน ในหน่วยมวลหรือปริมาตรเดียวกันตามความสัมพันธ์ดังนี้ ส่วนในล้านส่วน (ppm) = $\frac{\text{มวลหรือปริมาณของตัวละลาย}}{\text{มวลหรือปริมาณของสารละลาย}} \times 10^6$	1.นักเรียนสามารถบอกความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วนได้ 2. นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วนได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา	สินแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่ามีโครเมียม (III) ออกไซด์ (Cr_2O_3) อยู่ 0.560 มิลลิกรัม สินแร่ตัวอย่างโคเมียม (III) ออกไซด์อยู่กี่ส่วนในส่วนในล้านส่วน (Cr=52 , O=16)	1
	3	ความเข้มข้น	ความเข้มของสารละลายส่วนพันล้านส่วน (ppb) ย่อ	1. นักเรียน	ในทะเลที่มีสัตว์อาศัยอยู่มากมาย	1

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		ของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน	มาจาก part per billion หมายถึง ความเข้มข้นหนึ่งส่วนในพันล้านส่วน ใช้เป็นหน่วยความเข้มข้นสารที่ใช้มีปริมาณน้อยมากสามารถคำนวณได้จาก ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) = $\frac{\text{มวลหรือปริมาณของตัวละลาย}}{\text{มวลหรือปริมาณของสารละลาย}} \times 10^9$	สามารถบอกความหมายความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วนได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วนได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับ	ซึ่งน้ำทะเลประกอบด้วยก๊าซออกซิเจนละลายอยู่ 0.0064 g ต่อน้ำทะเล 1 dm^3 ความหนาแน่นของน้ำทะเลเท่ากับ 1.03 g/cm^3 นักเรียนจะทราบความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในน้ำได้อย่างไร เพื่อที่จะทราบปริมาณออกซิเจนในการดำเนินชีวิตของสัตว์ในทะเล	

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
				มอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา		
2	4	โมลาริตี	โมลาริตี หรือ โมลาร์ เป็นหน่วยความเข้มข้น มีหน่วยเป็น mol / L เป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่อยู่ในสารละลาย ปริมาตร 1 ลิตร (L) จะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ M สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ $\text{โมลาร์} = \frac{\text{จำนวนโมลของสารละลาย}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}}$	1. นักเรียนสามารถบอกความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับ	ในห้องปฏิบัติการแห่งได้มีการทดลองแต่ที่ต้องการความเข้มข้นเป็น mol/dm^3 ซึ่งมีสารเอทานอลในสารละลายที่มีปริมาตรทั้งหมด 95 cm^3 โดยจะเตรียมจากการละลาย 45 cm^3 ของเอทานอลที่มีฉลากติดไว้ข้างขวดมีความหนาแน่น0.489 g/cm^3 ใน 50 cm3 ของน้ำที่มีความหนาแน่น1.00 g/cm^3 หาก นักเรียนจะทำการทดลองดังกล่าวนักเรียนจะต้องเตรียมเอทานอลอย่างไร	2

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
				มอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา		
	5	โมแลริตี	โมแลริตี หรือ โมแลล เป็นหน่วยความเข้มข้น มีหน่วยเป็น mol / kg เป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่อยู่ในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม (kg) จะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ m สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ $\text{โมแลริตี} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลตัวทำละลาย}}$	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายความเข้มข้นในหน่อยโมแลริตีได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นในหน่อยโมแลริตีได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้น	หากนักเรียนได้ตรวจสอบข้อมูลสารเคมีจากขวดสาร H_2SO_4 สามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้ โดยมีมวลการผลิต = 98.01 g/mol เท่านั้นในหน่วยเปอร์เซ็นต์ = 98% w/w หรือความถ่วงจำเพาะ = 1.83 g/mL นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร เพื่อทราบหน่วยความเข้มข้นในหน่วยโมแลริตีของสาร H_2SO_4	1

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
				เรียนและมีความตรงต่อเวลา		
	6	เศษส่วนโมล	เศษส่วนโมล (mole fraction : X) เป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลขององค์ประกอบแต่ละชนิดที่อยู่ในสารละลาย จะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ X เพราะฉะนั้น ถ้าจะคำนวณหาเศษส่วนโมลของสาร A ในสารละลาย สามารถเขียนได้ดังนี้ เศษส่วนโมลของสาร A = $\frac{\text{จำนวนโมลของสาร } A}{\text{มวลรวมของจำนวนโมลขององค์ประกอบทั้งหมด}}$	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายเศษส่วนโมลของสารละลายได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาเศษส่วนโมลของสารละลายได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้น	ในสารละลายกรดแอซิติกที่มีความเข้มข้น 1.00 mol/dm^3 มีความหนาแน่น1.02 g/cm^3 ซึ่งมีการกำหนดมวลของกรดแอซิติก = 60 นักเรียนจะทราบสัดส่วนโมลของตัวทำละลายในสารละลายกรดแอซิติกได้อย่างไร	1

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
				เรียนและมีความตรงต่อเวลา		
3	7	การเตรียมสารละลาย	การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การคำนวณปริมาตรตัวถูกละลาย การชั่งตัวถูกละลาย การละลายในตัวทำละลาย และการปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ตามต้องการในขวดกำหนดปริมาตร โดยสามารถคำนวณได้ 2 วิธี $n = \frac{CV}{1000}$ $\frac{g}{Mw} = \frac{CV}{1000}$	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณสารบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการเตรียมสารละลายได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับ	มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 2.5 กรัม ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.02 mol/l นักเรียนจะทราบว่าจะได้สารละลายมากที่สุดกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	2

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
				มอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา		
	8	การเจือจางสารละลาย	การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้นเป็นการเตรียมสารละลายโดยใช้สารละลายเดิมซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าสารละลายที่จะเตรียม มาเติมน้ำให้เจือจางลงจนมีความเข้มข้นตามที่ต้องการในการทำให้สารละลายเข้มข้นเจือจางลงนั้น การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นที่แม่นยำ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ละเอียดสูง การคำนวณปริมาณสารที่ต้องเตรียมโดยใช้สูตร	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้นได้ 2. นักเรียน	ในการเตรียมสารละลายกรดแอซีติกเข้มข้น 0.5 mol/l จำนวน 150 cm^3 จากสารละลายกรดแอซีติกในขวดที่มีป้ายบอกว่าเข้มข้น 2 mol/l นักเรียนจะต้องใช้สารละลายกรดแอซีติกในขวดและน้ำกลั่นสำหรับเติมอย่างละกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	1

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			$C_1V_1 = C_2V_2$	สามารถคำนวณหาปริมาตรที่ต้องเจือจางของสารละลายเข้มข้นได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา		
	9	ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	ความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มของจุดเดือด และการลดลงของจุดเยือกแข็งของสาระลายกับความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลต่อกิโลกรัม สามารถนำไปคำนวณหามวลโมเลกุลของตัวถูกละลายและสิ่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ แต่สารนั้นจะต้องเป็นสารละลายที่ตัว	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง	โดยปกติแล้วเบนซินมีจุดเดือด 80.10 °C และค่าคงที่ของการเพิ่มของจุดเดือด = 2.53 °C/mol/kg ถ้าหากสารประกอบที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ	1

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			ถูกละลายเป็นสารระเหยยากและไม่แตกตัวออกเป็นไอออนหรือรวมตัวในสารละลาย	ของสารละลาย 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาจุดเดือดและจุดเยือกแข็งได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา	$C_{10}H_{10}Fe$ ในเบนซิน 50.0 g พบว่าสารละลายมีจุดเดือด 80.51 ^{o}C นักเรียนจะทราบมวลของสารประกอบที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบละลายเบนซินนี้ได้อย่างไร	

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องตรงตามตัวชี้วัดความสอดคล้องกับเนื้อหา และความสอดคล้องกับประเมินผลการเรียนรู้ จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้แก่

1) ปรับแก้จำนวนแบบฝึกหัดให้ลดน้อยลง

2) ปรับแก้สาระสำคัญไม่เกิน 3 บรรทัด

3) ปรับใบกิจกรรมงานกลุ่มให้เป็นงานเดี่ยวแล้วทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม

4) ปรับภาษาให้เป็นวิชาการมากยิ่งขึ้น

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตรงตามตัวชี้วัดความสอดคล้องกับเนื้อหา และความสอดคล้องกับประเมินผลการเรียนรู้ จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยมีรายนาม ดังนี้

1) รศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิการศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) รศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

3) ผศ.ดร. มนตรี ทองมูล ปร.ด. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

4) ผศ.ดร. บรรจบ วันโน วท.ด. (เคมี) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี

5) อาจารย์อภิญญา ภัทราธรรมรักษ์ ศษ.ม. (การสอนเคมี) อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

โดยมีเกณฑ์ของการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเกณฑ์คะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 5 มีความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 มีความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้แปลความหมายของค่าที่วัดได้ เพื่อพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.00 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยค่าเฉลี่ย 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสินที่เหมาะสมที่สุด ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้ ผลการพิจารณาความหมายสมของแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนเฉลี่ยรวม	ระดับความเหมาะสม
1	4.52	มากที่สุด
2	4.55	มากที่สุด
3	4.58	มากที่สุด
4	4.84	มากที่สุด
5	4.84	มากที่สุด
6	4.84	มากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนเฉลี่ยรวม	ระดับความเหมาะสม
7	4.84	มากที่สุด
8	4.84	มากที่สุด
9	4.84	มากที่สุด

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ซึ่งทางผู้เชี่ยวชาญไม่ได้มีข้อเสนอแนะให้แก้ไข

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับที่ปรับปรุงสมบูรณ์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี มีลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ ต่อ 1 วงจร แต่ละชุดมีคะแนนเต็ม 36 คะแนน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในสร้างแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการออกข้อสอบ

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบและกำหนดจำนวนข้อสอบ ปรากฏดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบสำหรับเก็บข้อมูลในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการที่	เนื้อหา	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
1	1. ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	2	1
	2. ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน	2	1
	3. ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน	2	1

วงจรปฏิบัติการที่	เนื้อหา	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
จำนวนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงจรปฏิบัติการที่ 1		6	3
2	1. โมลาริตี	2	1
	2. โมแลริตี	2	1
	3. เศษส่วนโมล	2	1
จำนวนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงจรปฏิบัติการที่ 2		6	3
3	1. การเตรียมสารละลาย	2	1
	2. การเจือจางสารละลาย	2	1
	3. ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	2	1
จำนวนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงจรปฏิบัติการที่ 3		6	3
รวม		18	9

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 โดยสร้างแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ผู้วิจัยจึงมีการประยุกต์ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาจากงานวิจัยของ สุณิสา สุมิรัตนะ (2554) โดยมีการใช้เกณฑ์การให้คะแนนเท่ากันในทุกองค์ประกอบ และ สิริกานต์ ลำพาย (2562) โดยซึ่งมีการเพิ่มองค์ประกอบการสรุปคำตอบประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปและตรวจสอบคำตอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ตารางเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏ
1. การทำความ	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏ
เข้าใจปัญหา	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องหรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนตอบ
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	1	วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	1	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาด เล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา
4. การสรุปและตรวจสอบคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบถูกต้องครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนคำตอบ

2.5 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การประเมินความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาและแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี แล้วปรับปรุงแก้ไขตาม คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่

1) ปรับระดับคะแนนจาก “3 คะแนน 2 คะแนน และ 1 คะแนน และ 0 คะแนน” ให้เป็น “2 คะแนน และ 1 คะแนน และ 0 คะแนน”

2) ปรับลักษณะที่ปรากฏให้เหมาะสมกับคะแนนมากยิ่งขึ้น

3) ปรับรูปแบบประเมินเกณฑ์การให้คะแนน จากแบบประเมินความเหมาะสมให้เป็นแบบเชิงคุณภาพ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้เขียนข้อเสนอแนะได้

2.6 นำเกณฑ์การประเมินความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีที่ผ่านการปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยมีรายนาม ดังนี้

1) รศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิการศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) รศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

3) ผศ.ดร. มนตรี ทองมูล ปร.ด. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

4) ผศ.ดร. บรรจบ วันโน วท.ด. (เคมี) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี

5) อาจารย์อภิญญา ภัทราธรรมรักษ์ ศษ.ม. (การสอนเคมี) อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความเห็นเหมาะสมทุกรายการของแบบประเมินเชิงคุณภาพ โดยมีการให้ผู้เชี่ยวชาญเขียนเสนอแนะการแก้ไข ซึ่งผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอแนะในการแก้ไขเกณฑ์การประเมิน แสดงว่าสามารถนำไปใช้ได้

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีผ่านการตรวจสอบและปรับปรุง แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญเกณฑ์การประเมิน เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยมีเกณฑ์การพิจารณาข้อคำถามกับพฤติกรรมดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตามเนื้อหาที่สอน

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตามเนื้อหาที่สอน

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตามเนื้อหาที่สอน

2.8 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการโดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) เมื่อพิจารณาความสอดคล้องแล้วได้ผลดังนั้น

1) วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

2) วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

3) วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่า 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

2.9 นำแบบทดสอบจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC โดยจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อประเมินความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

3.2 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีลักษณะแบบกึ่งโครงสร้างโดยมีประเด็นในการสัมภาษณ์ ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีคืออะไร และมีแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างไร

- หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนมีวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร

3.3 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม และนำแบบสัมภาษณ์นักเรียนมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ มีปรับข้อคำถามให้มีจำนวนลดน้อยลง แต่ให้ครอบคลุมมากขึ้น

3.4 นำแบบสัมภาษณ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามท่าน โดยมีรายนาม ดังนี้

1) รศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิการศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) รศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

3) ผศ.ดร. มนตรี ทองมูล ปร.ด. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านนิรนัย

4) ผศ.ดร. บรรจบ วันโน วท.ด. (เคมี) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี

5) อาจารย์อภิญญา ภัทราธรรมรักษ์ ศษ.ม. (การสอนเคมี) อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

โดยมีเกณฑ์ของการพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม ซึ่งเป็นเกณฑ์คะแนนที่ คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 5 มีความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 มีความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้แปลความหมายของค่าที่วัดได้ เพื่อพิจารณาระดับความเหมาะสม ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.00 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยค่าเฉลี่ย 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสินที่เหมาะสมที่สุด ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้ มีผลดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของของข้อคำถาม

ข้อคำถาม	คะแนนเฉลี่ยรวม	ระดับความเหมาะสม
1	4.4	มาก
2	4.6	มากที่สุด
3	4.4	มาก

3.6 นำแบบสัมภาษณ์ฉบับที่ปรับปรุงสมบูรณ์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

4. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี โดยจะสังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายรายบุคคลของเด็กที่มีปัญหาด้านการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี และแยกประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนออกเป็นหัวข้อย่อย ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

การประเมิน	พฤติกรรม
1. ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา	- สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง - สามารถบอกได้โจทย์ต้องการทราบอะไร

การประเมิน	พฤติกรรม
	- สามารถบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา
2. ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	- สามารถระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร
3. ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา	- สามารถเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอน
4. ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ	- สามารถเขียนสรุปคำตอบสมเหตุผล หรือไม่ - ตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่

4.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี โดยกำหนดประเด็นย่อยที่วางแผนไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา	นักเรียนบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง บอกได้โจทย์ต้องการทราบอะไร และบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง/บอกได้โจทย์ต้องการทราบอะไร/บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	นักเรียนไม่สามารถบอกปัญหาจากโจทย์ปัญหาได้
2. ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	นักเรียนระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและออกแบบการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหา/ออกแบบการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	นักเรียนไม่สามารถเขียนวิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้
3. ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์	นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา	นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา	นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำการ

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ปัญหา	เป็นขั้นตอนถูกต้องครบถ้วนและคำตอบถูก	เป็นขั้นตอนถูกต้องแต่คำตอบผิด/แสดงคำตอบการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วน	แก้โจทย์ปัญหาได้
4. ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ	นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบอย่างสมเหตุผลและตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบอย่างสมเหตุผล/ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	นักเรียนไม่สามารถเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบได้

4.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความเหมาะสม โดยที่ปรึกษาไม่มีข้อเสนอแนะแก้ไข จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญแบบสัมภาษณ์ประเมินความเหมาะสมแบบสังเกตพฤติกรรม

โดยมีเกณฑ์ของการประเมินความเหมาะสม ซึ่งเป็นเกณฑ์คะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 5 มีความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 มีความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้แปลความหมายของค่าที่วัดได้ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ดังนี้

(บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.00 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยค่าเฉลี่ย 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสินที่เหมาะสมที่สุด แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหามีความเหมาะสม ซึ่งจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอแนะ มีผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา	4.6	มากที่สุด
2. ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	4.6	มากที่สุด
3. ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา	4.6	มากที่สุด
4. ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ	4.6	มากที่สุด

4.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฉบับที่ปรับปรุงสมบูรณ์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิจัยเชิงปฏิบัติ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc taggart มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย และใช้แผนการวิจัยตามวงจร PAOR (Plan – Act – Observe – Reflect) แบ่งเป็น 3 วงจร รายละเอียดแต่ละวงจรปฏิบัติมีดังนี้

วงปฏิบัติการที่ 1

1. วางแผนการปฏิบัติ (Plan)

1.1 วิเคราะห์ปัญหาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสัมภาษณ์ครูและจากการปฏิบัติงานของผู้วิจัยเอง เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี และศึกษาพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและวิเคราะห์นักเรียนทุกคนว่ามีปัญหาหรือไม่ โดยใช้แบบ

วัดการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีซึ่งแบบวัดที่ใช้นำมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีความน่าเชื่อถือและมีคุณภาพเหมาะสมมาใช้ตรวจสอบปัญหา

1.2 ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและวรรณากรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่ใช้การเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา DAPIC มาใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

1.3 ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การเรียนรู้แบบนิรนัย ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC รายวิชา เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

1.3.2 แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

1.3.3 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

1.3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

1.4 ผู้วิจัยเสนอเครื่องมือที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำปรึกษาของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย

1.5 ผู้วิจัยหาคุณภาพเครื่องมือ โดยการเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ตรวจสอบเพื่อหาค่าความสอดคล้อง (IOC) และความเหมาะสมของเครื่องมือที่สร้างขึ้น

1.6 ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขและทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มเป้าหมาย และวิเคราะห์เครื่องมือเพื่อหาคุณภาพ ด้านความเที่ยงตรง

1.7 ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสม และจัดเครื่องมือฉบับที่สมบูรณ์

2. การปฏิบัติ (Action)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่พัฒนาขึ้น นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะแบ่งออกเป็น 3 แผน ซึ่งประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน

3. สังเกตการณ์ (Observe)

3.1 สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการ

3.2 นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ชุดที่ 1

3.3 ใช้แบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มป้าหมายเมื่อเสร็จสิ้นวงจรปฏิบัติการที่ 1

4. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากขั้นสังเกตการณ์ รวมถึงข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยงมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อประเมินหรือตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการจัดกิจกรรมที่จัดทำขึ้นว่ามีปัญหาและอุปสรรคที่ส่วนใด นักเรียนมีพัฒนาการเป็นอย่างไร และเหลือนักเรียนที่มีปัญหาอยู่กี่คน แล้วนำผลที่ได้นี้มาคิดหาทางแก้ไขปรับปรุง และวางแผนในการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้ดีขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. วางแผนการปฏิบัติ (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาและผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ได้รับการพัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 1

2. การปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ได้รับการปรับปรุงกิจกรรมเรียบร้อยแล้วในท้าบวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โมลาริตี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โมลาริตีโมแลริตี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โมลาริตีเศษส่วนโมล

3. สังเกตการณ์ (Observe)

3.1 สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

3.2 นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ชุดที่ 2

3.3 ใช้แบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มป้าหมายเมื่อเสร็จสิ้นวงจรปฏิบัติการที่ 2

4. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากขั้นสังเกตการณ์ แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี แบบสัมภาษณ์ รวมถึงข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยงมาอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล อีกทั้งยังประเมินหรือตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการจัดกิจกรรมที่จัดทำขึ้นว่ามีปัญหาและอุปสรรคที่ส่วนใด นักเรียนมีพัฒนาการเป็นอย่างไรและเหลือนักเรียนที่มีปัญหา แล้วนำผลที่ได้นี้มาคิดหาทางแก้ไขปรับปรุง และวางแผนในการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3

1. วางแผนการปฏิบัติ (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาและผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ได้รับการพัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 2

2. การปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่ได้รับการปรับปรุงกิจกรรมเรียบร้อยแล้วในท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การเจือจางสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

3. สังเกตการณ์ (Observe)

3.1 สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

3.2 นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ชุดที่ 3

3.3 ใช้แบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มป้าหมายเมื่อเสร็จสิ้นวงจรปฏิบัติการที่ 3

4. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำผลการประเมินทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการมาวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามองค์ประกอบ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบทดสอบความสามารถแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีและแบบสังเกตพฤติกรรม ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐาน คือ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน และจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จากนั้นนำไปตีความและสรุปด้วยการบรรยายเชิงพรรณนา

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC แล้วหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สถิติพื้นฐาน การค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบความสามารถแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีและแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ร้อยละ (Percentage)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 22 คน ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล โดยดังต่อไปนี้

การดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว กลุ่มเป้าหมาย

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 22 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เป็นแบบทดสอบอัตนัยมีจำนวน 3 ข้อต่อ 1 วงจรปฏิบัติการ แต่ละชุดเต็ม 24 คะแนน เมื่อผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่ามีรายละเอียด ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติที่ 1-3

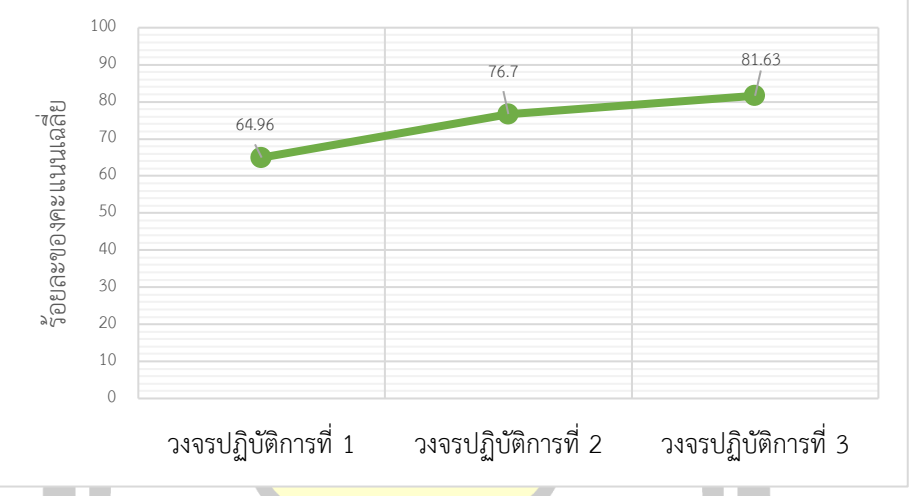
คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนนเต็ม (24)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (24)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (24)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (ร้อยละ 70)
1	14	58.33	ไม่ผ่าน	17	70.80	ผ่าน	22	91.67	ผ่าน
2	15	62.50	ไม่ผ่าน	23	95.83	ผ่าน	24	100.00	ผ่าน
3	13	54.17	ไม่ผ่าน	17	70.83	ผ่าน	18	75.00	ผ่าน
4	17	70.83	ผ่าน	23	95.83	ผ่าน	20	83.33	ผ่าน
5	7	29.17	ไม่ผ่าน	12	50.00	ไม่ผ่าน	18	75.00	ผ่าน

คนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนนเต็ม (24)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (24)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (24)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (ร้อยละ 70)
6	13	54.17	ไม่ผ่าน	19	79.17	ผ่าน	20	83.33	ผ่าน
7	12	50.00	ไม่ผ่าน	21	87.50	ผ่าน	21	87.50	ผ่าน
8	13	54.17	ไม่ผ่าน	21	87.50	ผ่าน	23	95.83	ผ่าน
9	18	75.00	ผ่าน	19	79.17	ผ่าน	18	75.00	ผ่าน
10	17	70.83	ผ่าน	17	70.83	ผ่าน	19	79.17	ผ่าน
11	13	54.17	ไม่ผ่าน	16	66.67	ไม่ผ่าน	17	70.83	ผ่าน
12	17	70.83	ผ่าน	17	70.83	ผ่าน	23	95.83	ผ่าน
13	20	83.33	ผ่าน	17	70.83	ผ่าน	21	87.50	ผ่าน
14	18	75.00	ผ่าน	20	83.33	ผ่าน	19	79.17	ผ่าน
15	15	62.50	ไม่ผ่าน	16	66.67	ไม่ผ่าน	17	70.83	ผ่าน
16	11	45.83	ไม่ผ่าน	17	70.83	ผ่าน	17	70.83	ผ่าน
17	20	83.33	ผ่าน	20	83.33	ผ่าน	18	75.00	ผ่าน
18	13	54.17	ไม่ผ่าน	15	62.50	ไม่ผ่าน	16	66.67	ไม่ผ่าน
19	20	83.33	ผ่าน	21	87.50	ผ่าน	19	79.17	ผ่าน
20	18	75.00	ผ่าน	19	79.17	ผ่าน	20	83.33	ผ่าน
21	18	75.00	ผ่าน	18	75.00	ผ่าน	19	79.17	ผ่าน
22	21	87.50	ผ่าน	20	83.33	ผ่าน	22	91.67	ผ่าน
$\bar{x}$	15.59	64.96	-	18.41	76.70	-	19.59	81.63	
S.D.	3.53	14.70	-	2.65	11.04	-	2.22	9.24	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)			11		-	18		-	21

จากตารางที่ 20 พบว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.96 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด ในวงจร

ปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.70 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.63 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 95.45 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีแต่ละวงจรปฏิบัติการเพิ่มสูงขึ้น

จากตารางที่ 20 เมื่อเขียนกราฟแสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี แสดงดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ผลคะแนนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ผู้วิจัยได้พัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะแบ่งออกเป็น 3 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วน

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรียบร้อย ผู้วิจัยได้วัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ซึ่งเป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ได้ผลดังตารางที่ 21

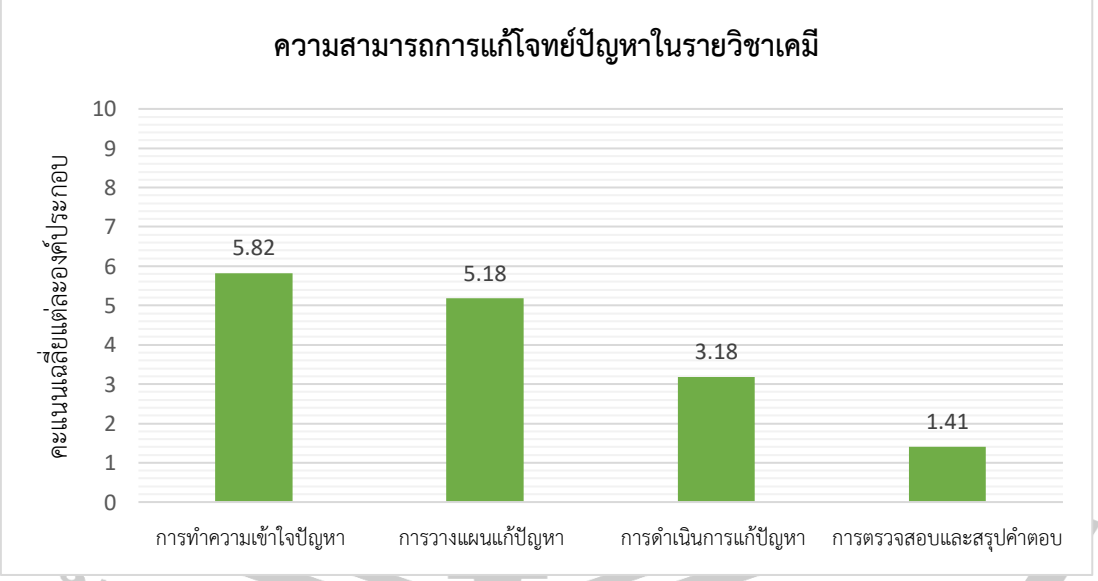
ตารางที่ 21 คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)			
1	6	6	1	1	14	58.33	ไม่ผ่าน
2	6	5	4	0	15	62.50	ไม่ผ่าน
3	5	6	1	1	13	54.17	ไม่ผ่าน
4	6	6	3	2	17	70.83	ผ่าน
5	6	1	0	0	7	29.17	ไม่ผ่าน
6	6	4	2	1	13	54.17	ไม่ผ่าน
7	6	4	1	1	12	50.00	ไม่ผ่าน

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)			
8	6	5	2	0	13	54.17	ไม่ผ่าน
9	6	5	4	3	18	75.00	ผ่าน
10	6	6	4	1	17	70.83	ผ่าน
11	6	5	1	1	13	54.17	ไม่ผ่าน
12	4	6	5	2	17	70.83	ผ่าน
13	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
14	6	6	6	0	18	75.00	ผ่าน
15	6	4	3	2	15	62.50	ไม่ผ่าน
16	6	5	0	0	11	45.83	ไม่ผ่าน
17	5	6	5	4	20	83.33	ผ่าน
18	6	6	1	0	13	54.17	ไม่ผ่าน
19	6	6	6	2	20	83.33	ผ่าน
20	6	4	5	3	18	75.00	ผ่าน
21	6	6	4	2	18	75.00	ผ่าน
22	6	6	6	3	21	87.50	ผ่าน
$\bar{x}$	5.82	5.18	3.18	1.41	15.59	64.96	ไม่ผ่าน
S.D.	0.50	1.22	2.08	1.18	3.53		

จากตาราง 21 พบว่า คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 22 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 11 คน มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อย 70 คิดเป็นร้อยละ 50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมดเท่ากับ 15.59 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.96 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.53

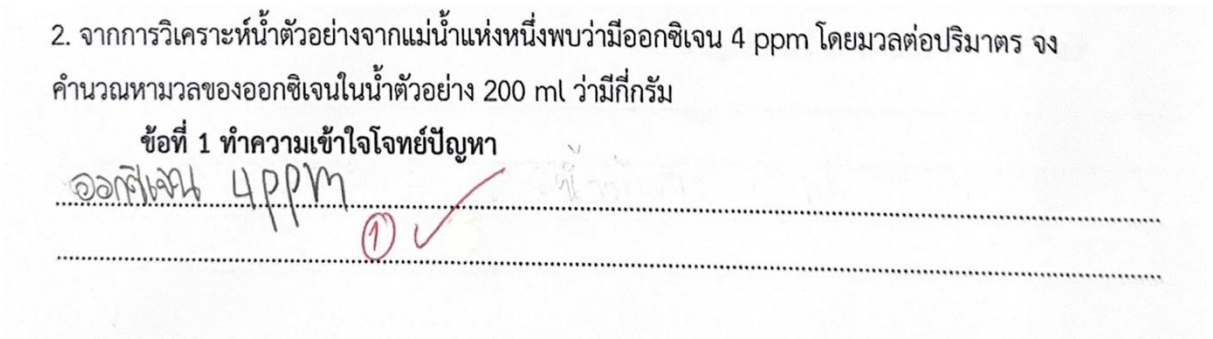
เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ในขณะเดียวกันพิจารณาแต่ละองค์ประกอบจากการทำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละองค์ประกอบ 6 คะแนน พบว่า ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 5.82 คะแนน ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 5.18 คะแนน ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 3.18 คะแนนและขั้นที่ 4 การตรวจสอบและสรุปคำตอบ มีคะแนนเฉลี่ย 1.41 คะแนน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง

จากภาพที่ 4 เมื่อพิจารณาการเขียนคำตอบในแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในแต่ละองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาพบประเด็นปัญหา ดังนี้

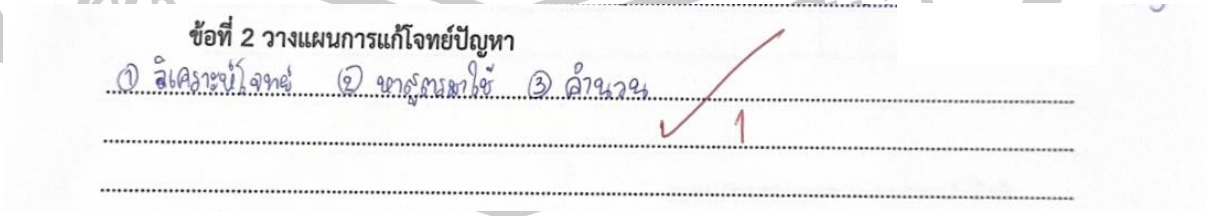
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา พบว่า การประเมินการทำความเข้าใจโจทย์โดยให้นักเรียนทำการวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้างเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุคำตอบได้อย่างถูกต้องลงไปในแบบทดสอบ โดยมีแนวคำตอบของนักเรียน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุข้อมูลสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้บางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1

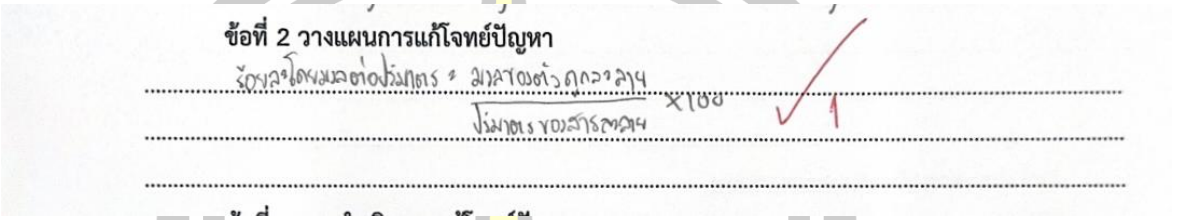
จากภาพที่ 5 จะเห็นว่านักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาได้เพียงบางส่วน โดยยังขาดออกซิเจนในน้ำตัวอย่าง 200 mL และขาดในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคือคำนวณหามวลในน้ำตัวอย่างกี่กรัม โดยลักษณะการเขียนคำตอบเป็นการอ่านโจทย์แล้วทำการคัดลอกลงในคำตอบที่กำหนดให้ พบปัญหาคือนักเรียนไม่สามารถสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ทั้งหมด

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ในขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์แล้วทำการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องทำการระบุสูตรที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทั้งหมดหรือระบุความรู้ทั้งต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีแนวคำตอบของนักเรียน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบของนักเรียนที่สามารถบอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่ไม่สามารถเขียนสูตรในการคำนวณได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1

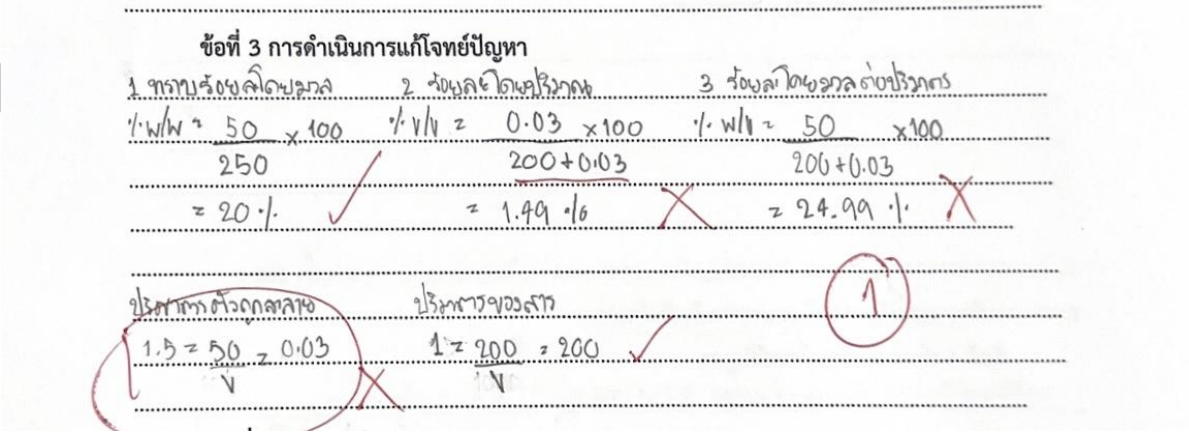
จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ แต่ปัญหาของกระดาษคำตอบของนักเรียนคือ นักเรียนไม่เขียนสูตรที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งขั้นตอนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องมีการระบุสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีแนวคำตอบของนักเรียน ดังภาพที่ 7



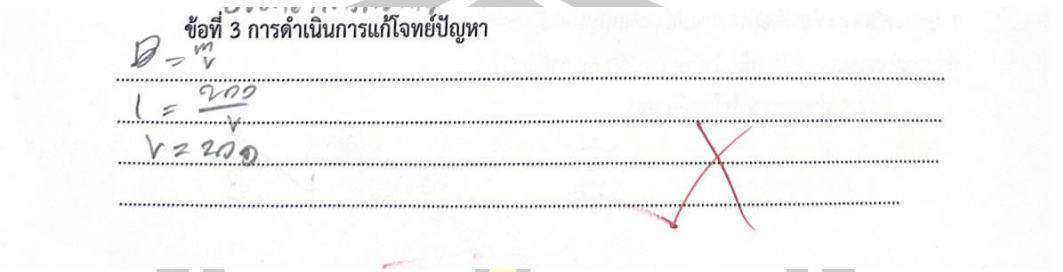
ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สูตรได้บางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเขียนสูตรในการคำนวณได้ แต่ปัญหาคือนักเรียนไม่เขียนวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องนั้นจะต้องมีทั้งขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาและวิธีที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยถึงจะส่งผลทำให้การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาสมบูรณ์

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะพิจารณาตั้งแต่การเลือกสูตรในการคำนวณได้ครบถ้วน การแทนค่าลงในสูตร และการคำนวณหาคำตอบ รวมทั้งการใส่หน่วย จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนในการเขียนคำตอบ พบว่า มีนักเรียนที่ไม่สามารถเขียนสูตรในการคำนวณ มีนักเรียนเขียนสูตรในการคำนวณได้แต่แก้สมการผิด รวมทั้งมีนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วนของการหาคำตอบ ส่งผลให้ไม่สามารถคำตอบของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยมีแนวคำตอบของนักเรียน ดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9



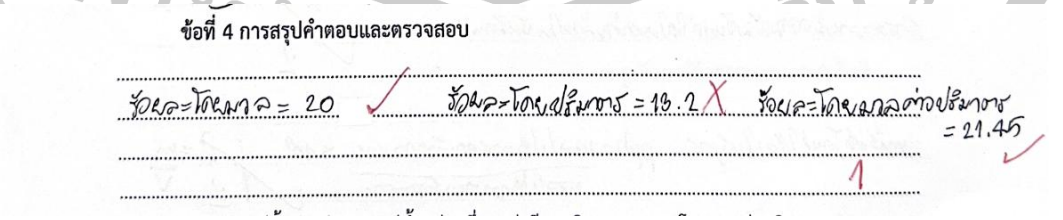
ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1



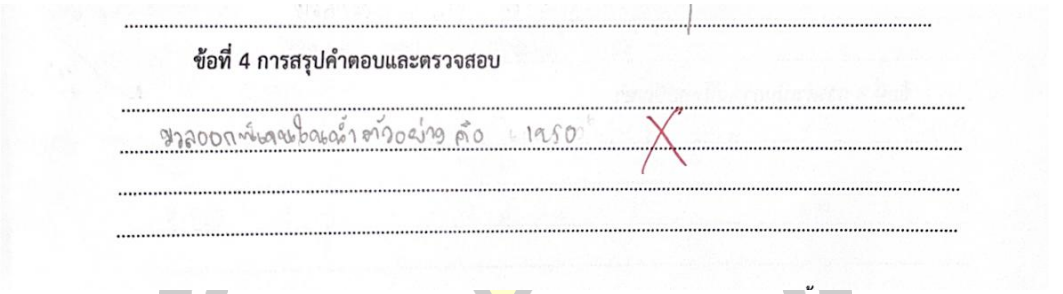
ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 8 และภาพที่ 9 พบว่า ภาพที่ 8 นักเรียนสามารถเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน ปัญหาที่พบของนักเรียนคือ นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสูตรที่ใช้ในการคำนวณผิดพลาดและนักเรียนไม่สามารถแทนค่าในสูตรได้ถูกต้อง และภาพที่ 9 นักเรียนเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง ปัญหาของนักเรียนที่พบ คือ เนื่องจากใช้สูตรในการคำนวณผิดพลาดไม่เหมาะสมกับทฤษฎีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาจึงส่งผลให้คำตอบไม่ถูกต้อง ซึ่งในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาต้องมีเลือกสูตรที่ใช้ในการคำนวณ จากนั้นทำการแทนค่าลงในสมการและหาผลลัพธ์ด้วยการคำนวณให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ การประเมินการสรุปและการตรวจสอบ โดยจะพิจารณาเขียนสรุปคำตอบนักเรียนจะต้องมีการสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบถูกต้องครบถ้วน ซึ่งในการตรวจสอบคำตอบนักเรียนจะต้องแสดงวิธีการตรวจสอบที่มีความถูกต้องและสมเหตุผลกันหรือไม่ จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียน พบว่านักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่สามารถเขียนการตรวจสอบคำตอบได้ และนักเรียนไม่สามารถเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบ ดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11



ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1



ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปและตรวจสอบคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 10 และภาพที่ 11 พบว่า ภาพที่ 10 นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่สามารถตรวจสอบคำตอบได้ ปัญหาที่พบคือ นักเรียนเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถหาคำตอบจากการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจึงส่งผลให้สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งการเขียนตรวจสอบคำตอบนั้นจะต้องแสดงวิธีการตรวจสอบที่มีความถูกต้องและสมเหตุผลกันหรือไม่ และภาพที่ 11 นักเรียนเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องคำตอบของนักเรียนไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ปัญหาที่พบคือ นักเรียนเขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้องและไม่เขียนการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งการเขียนสรุปคำตอบจะเป็นการสรุปที่ได้จากการคำนวณในขั้นดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยส่วนใหญ่นักเรียนไม่สามารถเขียนการตรวจสอบคำตอบได้

1.2 ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

โดยทำการสังเกตพฤติกรรมประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา และด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ โดยจะพิจารณาในช่วงที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีทั้งหมด 3 ใบกิจกรรม รวมทั้งหมด 24 คะแนน ได้ผลดังตารางที่ 22

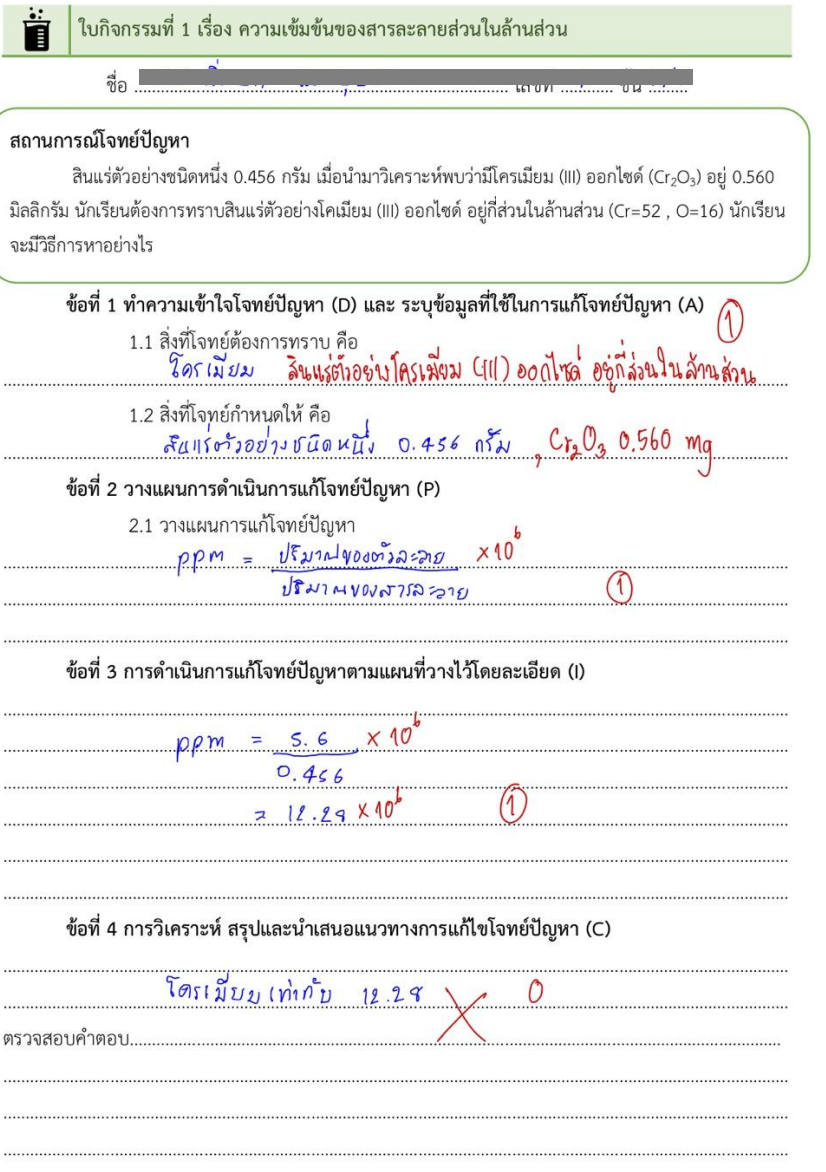
ตารางที่ 22 พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของวงจรปฏิบัติการที่ 1

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)	
1	5	5	3	2	15
2	4	3	3	0	10
3	5	5	3	2	15
4	5	5	5	4	19
5	3	3	3	2	11
6	4	3	3	0	10
7	3	3	3	2	11
8	5	5	3	2	15
9	6	5	4	4	19
10	6	5	5	4	20
11	3	3	3	2	11
12	5	4	4	3	16
13	5	6	5	3	19
14	6	5	5	4	20
15	4	3	3	0	10
16	3	3	3	2	11

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)	
17	6	6	5	3	20
18	5	5	3	2	15
19	6	6	5	3	20
20	6	4	5	3	18
21	5	4	4	3	16
22	5	4	4	3	16
$\bar{X}$	4.77	4.32	3.82	2.41	15.32
S.D.	1.07	1.09	0.91	1.22	3.76

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ดังภาพที่ 12

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วน

ชื่อ [redacted]

สถานการณ์โจทย์ปัญหา

สินแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่ามีโครเมียม (III) ออกไซด์ (Cr_2O_3) อยู่ 0.560 มิลลิกรัม นักเรียนต้องการทราบสินแร่ตัวอย่างโคเมียม (III) ออกไซด์ อยู่กี่ส่วนในล้านส่วน (Cr=52 , O=16) นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และ ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A) ①

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

โครเมียม สินแร่ตัวอย่างโครเมียม (III) ออกไซด์ อยู่กี่ส่วนในล้านส่วน

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

สินแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัม , Cr_2O_3 0.560 mg

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

$ppm = \frac{\text{ปริมาณของตัวละลาย}}{\text{ปริมาณของสารละลาย}} \times 10^6$ ①

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

$ppm = \frac{5.6}{0.456} \times 10^6$

$= 12.29 \times 10^6$ ①

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

โครเมียมเท่ากับ 12.28 ✗ 0

ตรวจสอบคำตอบ

ภาพที่ 12 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 12 ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะทำการวิเคราะห์โจทย์แล้วทำการเขียน แต่ละประโยคเพื่อแยกข้อความออกจากกันแล้วทำการลอกลงในช่องสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สามารถบอกข้อมูลที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนกลุ่มที่มีผลการเรียนค่อนข้างดีจะสามารถเขียนได้อย่างรวดเร็ว อ่านโจทย์รอบเดียวสามารถเขียนคำตอบลงในใบงานได้เลย ส่วนนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำมักที่จะ

ลังเลในการเขียนคำตอบอ่านจนจบไม่รู้ด้วยซ้ำว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร ไม่สามารถบอกข้อมูลที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหา แต่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้จากการคัดลอกข้อความจากโจทย์ปัญหา

- พฤติกรรมในด้านการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเองจะเห็นได้ว่าบางกลุ่มมีแค่เพียง 1 หรือ 2 คนเท่านั้น จากสมาชิกทั้งหมด 4 คน ที่ช่วยกันทำแบบฝึกหัด ส่วนสมาชิกคนที่เหลือมีการคุยเล่นกันโดยรอคำตอบจากเพื่อนหรือจากการสอบถามครูผู้สอนเท่านั้น

ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนวิธีการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนเท่านั้น จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนคนที่ทำได้จะเปิดหนังสือ เพื่อดูสูตรและทฤษฎีในการคำนวณ หากหาไม่เจอจะยกมือถามครูผู้สอนโดยทันที ซึ่งเขียนขั้นตอนการคำนวณได้เพียงเพราะดูจากหนังสือหรือจากผู้สอนเท่านั้นไม่ได้เข้าใจในส่วนของทฤษฎีหรือที่มาของสูตรการคำนวณ

- นักเรียนส่วนใหญ่ที่สามารถระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนจะสังเกตเห็นพฤติกรรม คือ สามารถเขียนสูตรได้แต่ไม่สามารถเขียนสูตรการแก้ปัญหาไม่ทั้งหมดเกิดจากไม่เข้าใจในส่วนของทฤษฎีหรือที่มาของสูตรอย่างแท้จริง เขียนได้จากส่วนจากการลอกกันสมาชิกภายกลุ่มการจัดกิจกรรมหรือจากการแอบมองจากกลุ่มด้านข้าง ซึ่งในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแต่ละกลุ่มมีสมาชิกเพียงแค่ 2 คน จากทั้งหมด 4 คน บางกลุ่มสมาชิกที่เหลือเลือกที่จะเงียบแล้วรอคำตอบ บางกลุ่มสมาชิกที่เหลือก็หยอกล้อกันเล่น

ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาใช้ในการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะไม่รู้ว่าจะต้องใช้สูตรอย่างไร ในการแก้โจทย์ปัญหาและไม่สามารถหาคำตอบของผลลัพธ์จากการคำนวณ จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและไม่สามารถเข้าใจวิธีการเปลี่ยนหน่วยจากคำอุปสรรคในระบบ SI เป็นหน่วยตามสูตรการคำนวณได้ จึงส่งผลให้คำตอบของการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง

- นักเรียนไม่สามารถแก้สมการด้วยการคำนวณ เช่น การบวก การลบ การคูณและการหาร เป็นต้น โดยจะเห็นคำตอบของสมาชิกภายในกลุ่มได้คำตอบไม่เท่ากัน

ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่รู้วิธีการเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่เขียนคำตอบหรือถ้าเขียนก็เขียนได้บางส่วน จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- การเขียนสรุปคำตอบ นักเรียนไม่สามารถเขียนสรุปคำตอบได้อย่างสมเหตุผล เนื่องจากในการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง จึงส่งให้ไม่สามารถสรุปคำตอบได้

- นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนการตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุผล นักเรียนไม่ทราบว่าต้องมีการตรวจสอบอย่างไรและต้องเขียนอย่างไรเลยเลือกที่จะไม่เขียนการตรวจสอบคำตอบ

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พบว่า นักเรียนใช้เวลาทำกิจกรรมนานเกินไปขาดความความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ซึ่งนักเรียนจะแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่มจะมีแค่ 1 ถึง 2 คน จากทั้งหมด 4 คน ส่วนสมาชิกที่เหลือจะรอคำตอบจากเพื่อน โดยการกำหนดปัญหานักเรียนจะวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทีละส่วนแล้วเขียนลงไปในใบกิจกรรม และมีนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนและนักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอน เนื่องจากยังขาดทักษะในการหาคำนวณผลลัพธ์และไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยจากระบบ SI ไปสู่หน่วยที่ใช้ในสูตรได้ นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบได้บางส่วน และนักเรียนไม่เขียนการตรวจสอบ ซึ่งโดยรวมแล้วนักเรียนยังขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

1.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนการสอนครั้งต่อไปซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ 3 คำตอบ ดังนี้

1) สัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี รวมถึงนักเรียนมีแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างไร

- การทำความเข้าใจปัญหา พบว่า นักเรียนแต่ละคนมีรูปแบบในการเขียนปัญหาอุปสรรคที่สอดคล้องไปในทางเดียวกัน คือ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่คำตอบของการแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

“.... ผมรู้ว่าที่โจทย์ต้องการทราบสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสูตรครับ แต่ผมไม่รู้จะไปต่อยังไงดี แนวทางแก้ไขของผมครั้งหน้าผมจะทำให้ดีขึ้นครับ ....”

(นักเรียนคนที่ 8 ,1 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... ไม่สามารถกำหนดปัญหาได้ค่ะ เพราะโจทย์ซับซ้อนเกินไป ....”

(นักเรียนคนที่ 12 ,1 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

- การวางแผนแก้ปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหา พบว่า ไม่มีความมั่นใจในการเขียนคำตอบกลัวผิด หาผลลัพธ์ด้วยการคำนวณยังไม่ถูกต้อง ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

“....หนูไม่เข้าใจคือหนูจำสูตรได้นะคะ แต่หนูกลับทำโจทย์ที่มันมีความซับซ้อนไม่ได้ค่ะ บางครั้งก็ยังลังเลในคำตอบเลยไม่เขียนลงไป แนวทางแก้ไขหนูจะพยามยามตั้งใจเรียนกว่านี้ค่ะ”

(นักเรียนคนที่ 3 ,1 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... จากที่ฟังครูสอนหนูสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้บางค่ะ แต่ไม่ถูกต้องเพราะเปลี่ยนหน่วยในการคำนวณไม่ได้ค่ะ ....”

(นักเรียนคนที่ 5 ,1 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

2) สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

- การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่จะมีปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งโจทย์ต้องการได้ไม่ครบ ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียนมีดังนี้

“..... หนูสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์บอกได้นะ แต่หนูไม่รู้จะไปต่อยังไงดีค่ะ....”

(นักเรียนคนที่ 18 , 2 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“..... สามารถบอกได้ครับ ซึ่งลอกมาจากโจทย์แล้วเอามาเขียน....”

(นักเรียนคนที่ 15 , 2 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

- การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วน เมื่อเชื่อมโยงไปยังกระบวนการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง จำสูตรในการคำนวณไม่ได้ จึงส่งผลให้ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จากการวางแผนการแก้ปัญหาไปสู่กระบวนแก้ปัญหาได้ ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียนมีดังนี้

“.... ผมรู้ในสิ่งที่โจทย์ให้มาแต่ไม่รู้ว่าโจทย์ต้องการอะไร ต้องใช้สูตรไหนในการหาถึงผมจะจำสูตรได้แต่ผมก็ไม่เข้าใจในสิ่งที่โจทย์ต้องการว่าจะใช้สูตรไหนอย่างไร และต่อให้ผมมีสูตรให้ผมก็ใช้ไม่เป็นอยู่ดี ...”

(นักเรียนคนที่ 8 , 2 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“..... หนูจำสูตรที่ใช้ในการคำนวณสลับกัน จึงทำให้หาคำตอบได้ไม่ถูกต้องค่ะ....”

(นักเรียนคนที่ 11 , 2 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

3) สัมภาษณ์นักเรียนมีวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร

- การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะเริ่มการประเมินโจทย์จากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา และดำเนินการตามแผนที่วางไว้จึงสรุปหาคำตอบได้ ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียนมีดังนี้

“.... หนูก็พยายามทำความเข้าใจโจทย์ พยายามตีความโจทย์ ว่าโจทย์ต้องการอะไร.... ”

(นักเรียนคนที่ 2 , 2 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... ผมฟังจากที่อาจารย์สอนจากนั้นมาวิเคราะห์ว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้าง แล้วเลือกสูตรที่ใช้ในการคำนวณตามสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ครับ.... ”

(นักเรียนคนที่ 7 , 2 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

- แนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียนมีดังนี้

“.... ทำโจทย์บ่อย ๆ แล้วฟังอาจารย์สอนให้มาขึ้นค่ะ ....”

(นักเรียนคนที่ 5 , 2 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... หนูจะลองทำโจทย์แบบฝึกหัดให้เยอะขึ้น และปรับปรุงในส่วนของการแก้สมการ การคำนวณด้วยค่ะ เพราะปัญหาหนูส่วนใหญ่ตอนนี้คือยังแก้สมการไม่เป็นค่ะ.... ”

(นักเรียนคนที่ 16 , 2 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

จากแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ปัญหาอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่ถ้าโจทย์มีความซับซ้อนนักเรียนจะไม่สามารถหาคำตอบได้ โดยหลังจากการเรียนจัดการเรียนรู้นักเรียนสามารถวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนจะทำการวางแผนจากการวิเคราะห์จากโจทย์เป็นลำดับแรกจากนั้นจึงเลือกสูตรในการคำนวณแต่ก็ยังมีนักเรียนที่ลังเลและไม่มั่นใจในคำตอบของตัวเอง โดยหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น โดยจะสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่อาจจะไม่ครบทั้งหมด ซึ่งจะมีบางคนยังสับสนสูตรในการคำนวณหรือจำสูตรได้แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ และนักเรียนมีวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหา คือ นักเรียนจะพยายามวิเคราะห์ข้อมูลจากครูผู้สอนแล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและสำหรับนักเรียนที่ยังไม่มีความเข้าใจก็ยังมีความพยายามที่จะเรียนรู้ทั้งลองฝึกทำแบบฝึกหัด และฝึกฝนการคำนวณ

ผู้วิจัยสรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อปรับปรุงแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติต่อไป ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนไม่เข้าใจการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนจึงทำให้แต่ละขั้นการสอนใช้เวลาค่อนข้างนาน	ครูผู้สอนทำการอธิบายวิธีการสอนช้าทีละขั้นตอนให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการถามคำถามเพื่อดูว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีการเรียนรู้ไปสู่การใช้ได้	ครูจัดการเรียนการสอนโดยการเพิ่มจำนวนการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการวางแผนการแก้โจทย์

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
	ปัญหาและการดำเนินของการแก้โจทย์ปัญหา
3. นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ โดยนิสัยจะเคยชินจากการรอคำตอบจากครูผู้สอนเพียงอย่างเดียว	ครูสอนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทีละประโยคอย่างละเอียดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น พานักเรียนเริ่มต้นจากวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปสู่โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก ส่งเสริมคิดด้วยตนเองมากยิ่งขึ้นให้นักเรียนกล้าที่จะตอบคำถามถ้าตอบถูกให้ชื่นชมในกรณีที่นักเรียนตอบผิดให้กำลังใจ
4. นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาจึงส่งผลไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้	ครูผู้สอนและนักเรียนทำการสรุปทฤษฎี สูตรที่ใช้ในการคำนวณที่เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นการทบทวนความรู้อีกครั้ง
5. ระยะเวลาในการทำแบบทดสอบน้อยเกินไปจึงส่งผลให้นักเรียนทำแบบทดสอบไม่ทันตามเวลาที่กำหนด	ครูสอนแนะนำวิธีการบริการจัดการเวลาในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้นักเรียนได้เรียงลำดับการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง
6. นักเรียนไม่เขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบได้โดยที่นักเรียนไม่รู้ว่าการสรุปและตรวจสอบคำตอบคำตอบคืออะไร	ครูผู้สอนทำการอธิบายเพิ่มตอบวิธีการเขียนสรุปคำตอบและการตรวจสอบคำตอบ โดยจะทำการยกตัวอย่างวิธีการเขียนสรุปคำตอบและการตรวจสอบคำตอบจากโจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
7. นักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยจากคำอุปสรรคเป็นหน่วยที่ใช้ในการคำนวณได้ซึ่งในบางครั้งจำเป็นต้องเปลี่ยนปริมาณที่มีหน่วยหนึ่งไปเป็นปริมาณในหน่วยอื่น ๆ ที่เท่ากันเพื่อสะดวกในการคำนวณ โดยไม่ทำให้ปริมาณเดิม	ครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมความหมายเกี่ยวกับคำอุปสรรคและวิธีการเปลี่ยนหน่วยมีการยกตัวอย่างแบบฝึกหัดเกี่ยวคำอุปสรรคที่ใช้ในการเปลี่ยนหน่วยซึ่งนักเรียนจะต้องพิจารณาหน่วยที่โจทย์กำหนดและหน่วยที่ต้องการแล้วนำไปคูณกับปริมาณและหน่วยที่โจทย์กำหนดจน

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
เปลี่ยนแปลง	ได้หน่วยที่ต้องการ
8. นักเรียนไม่สามารถหาผลลัพธ์โดยการคำนวณได้ เช่น ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และแก้สมการได้	ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ส่งเสริมออกแบบโจทย์ปัญหาการคำนวณ การแก้สมการ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณ

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

หลังจากที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดระหว่างการจัดการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อทำการสะท้อนผลเสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเข้าใจอย่างละเอียด เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นซึ่งผู้วิจัยมีการบอกเวลาให้ชัดเจนในการทำกิจกรรมเพื่อกำชับเวลาในการทำกิจกรรม โดยการทำกิจกรรมกลุ่มมีการกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำกิจกรรมร่วมกัน อีกทั้งในการช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยไล่ระดับไปสู่โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ลองฝึกฝนทั้งการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา เน้นย้ำทั้งการเรียนรู้ทฤษฎีและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงไปยังการใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา การเปลี่ยนหน่วยในระบบ SI การใช้คำอุปสรรค รวมทั้งสอนเพิ่มเติมในคาบที่ไม่มีการเรียนการสอน ซึ่งจะส่งเสริมการทักษะการคำนวณ การแก้สมการ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่สำคัญมีการเน้นการสรุปคำตอบและการตรวจสอบคำตอบของโจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์น้อยที่สุด โดยผู้วิจัยมีการเพิ่มยกตัวอย่างแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอนและมีการทดสอบความเข้าใจโดยการถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจได้ถูกต้อง

2.1 ผลคะแนนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่พัฒนาขึ้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวงจรปฏิบัติการที่ 2 จะแบ่งออกเป็น 3 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โมลาริตี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โมลาริตีโมแลริตี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โมลาริตีเศษส่วนโมล

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรียบร้อย ผู้วิจัยได้วัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ซึ่งเป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ได้ผลดังตารางที่ 24

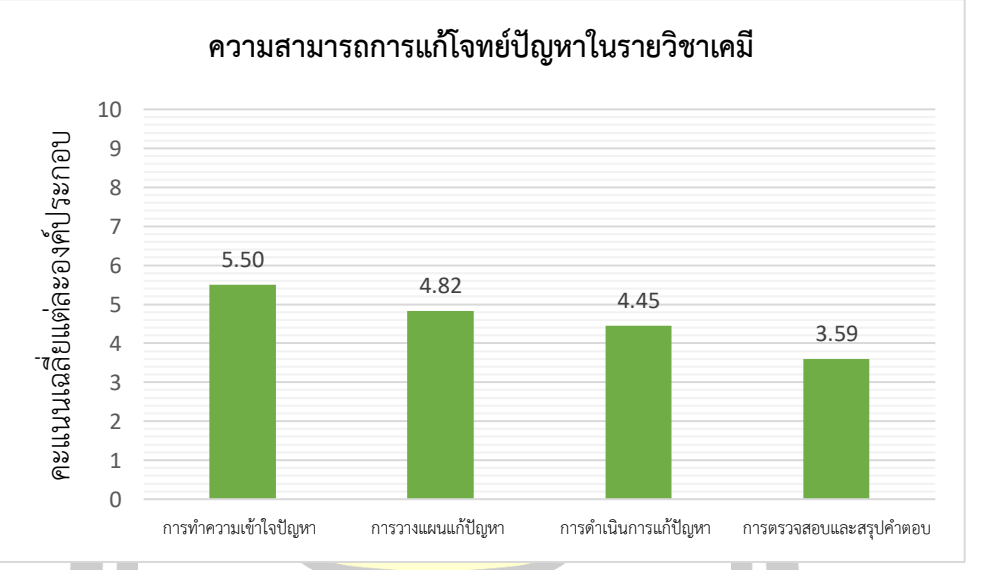
ตารางที่ 24 คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

คนที่	**ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา**				**คะแนนรวม (24)**	**ร้อยละ**	**เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70**
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	**การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)**	**การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)**	**การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)**			
1	6	5	4	2	17	70.80	ผ่าน
2	6	5	6	6	23	95.83	ผ่าน
3	6	6	3	2	17	70.83	ผ่าน
4	6	6	6	5	23	95.83	ผ่าน
5	6	3	3	0	12	50.00	ไม่ผ่าน
6	5	6	4	4	19	79.17	ผ่าน
7	6	6	5	4	21	87.50	ผ่าน
8	6	6	4	5	21	87.50	ผ่าน
9	6	5	5	3	19	79.17	ผ่าน
10	4	6	3	4	17	70.83	ผ่าน
11	5	5	3	3	16	66.67	ไม่ผ่าน
12	4	6	5	2	17	70.83	ผ่าน

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)			
13	6	2	4	5	17	70.83	ผ่าน
14	6	5	4	5	20	83.33	ผ่าน
15	5	5	3	3	16	66.67	ไม่ผ่าน
16	6	4	4	3	17	70.83	ผ่าน
17	6	3	6	5	20	83.33	ผ่าน
18	5	4	4	2	15	62.50	ไม่ผ่าน
19	6	5	6	4	21	87.50	ผ่าน
20	6	3	5	5	19	79.17	ผ่าน
21	6	3	6	3	18	75.00	ผ่าน
22	6	6	4	4	20	83.33	ผ่าน
$\bar{X}$	5.64	4.73	4.41	3.59	18.41	76.70	ผ่าน
S.D.	0.66	1.35	1.10	1.44	2.65		

จากตาราง 22 พบว่า คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 22 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 75 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีนักเรียนจำนวน 4 คน มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อย 70 คิดเป็นร้อยละ 16.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมดเท่ากับ 18.41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.65

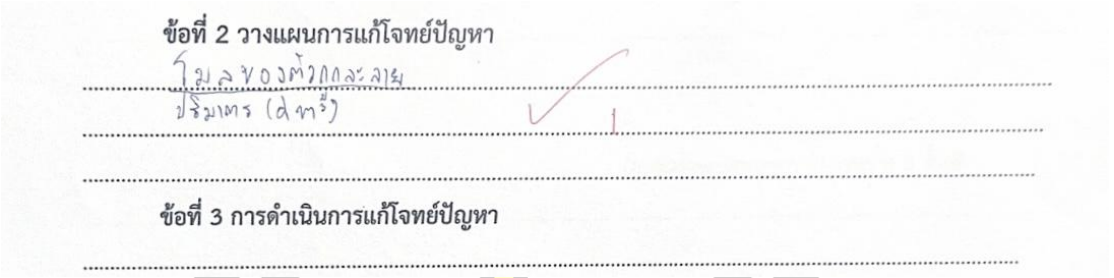
เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.41 ในขณะเดียวกันพิจารณาแต่ละองค์ประกอบจากการทำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละองค์ประกอบ 6 คะแนน พบว่า ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 5.50 คะแนน ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.82 คะแนน ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.45 คะแนนและขั้นที่ 4 การตรวจสอบและสรุปคำตอบ มีคะแนนเฉลี่ย 3.59 คะแนน ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง

จากภาพที่ 13 เมื่อพิจารณาการเขียนคำตอบในแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบประเด็นองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

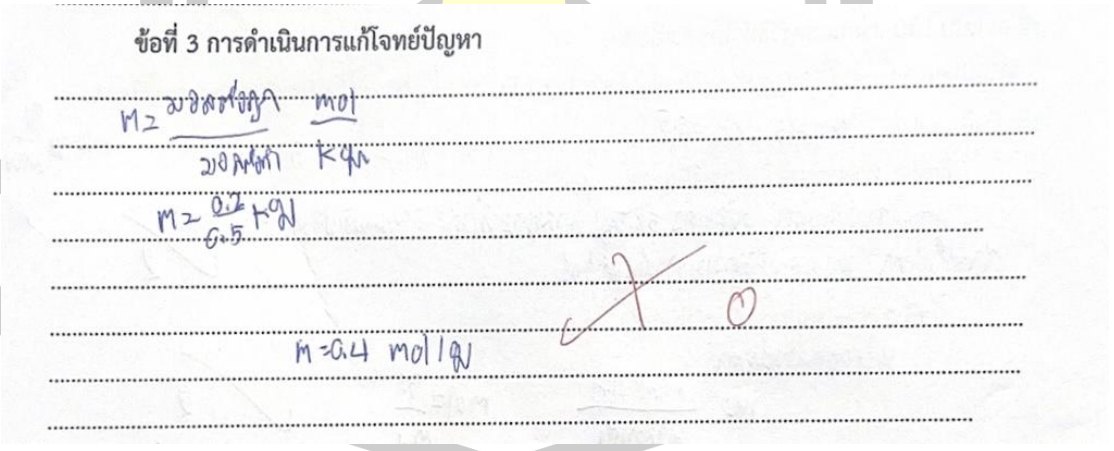
ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ในขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์แล้วทำการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องทำการระบุสูตรที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีแนวคำตอบของนักเรียน ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุสูตรในการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 14 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถบอกระบุสูตรที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วน ซึ่งขั้นตอนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องมีการระบุสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งหมด แต่นักเรียนไม่บอกสูตรที่ใช้ในการหาจำนวนโมลของตัวถูกละลายด้วย พบปัญหาคือนักเรียนไม่สามารถบอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้

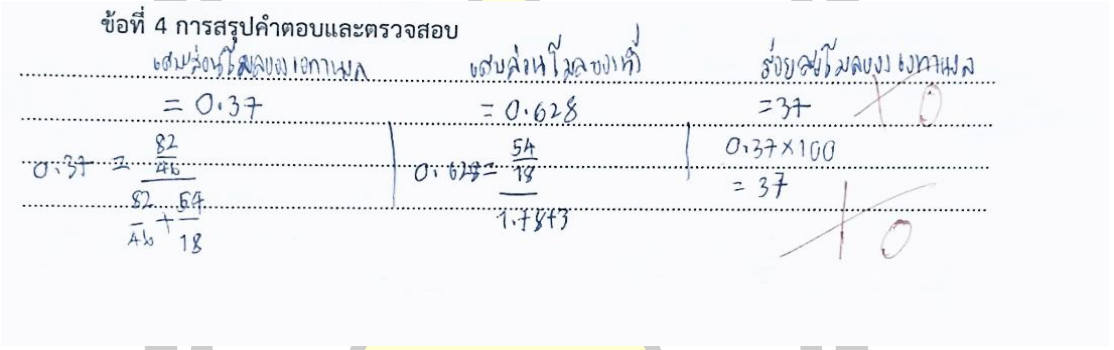
ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะพิจารณาตั้งแต่การเลือกสูตรในการคำนวณได้ครบถ้วน การแทนค่าลงในสูตร และการคำนวณหาคำตอบ รวมทั้งการใส่หน่วย จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนในการเขียนคำตอบ พบว่า นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ผิดพลาดจึงทำให้แทนค่าในสมการไม่ถูกต้อง โดยมีแนวคำตอบของนักเรียน ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 15 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน พบปัญหาคือ นักเรียนสับสนหน่วยที่ใช้ในการคำนวณระหว่างหน่วยลูกบาศก์เดซิเมตรกับหน่วยกิโลกรัมจึงส่งผลให้แทนค่าในสมการไม่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ การประเมินการสรุปคำตอบและการตรวจสอบ โดยจะพิจารณา เขียนสรุปคำตอบนักเรียนจะต้องมีการสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบถูกต้องครบถ้วน ซึ่งในการตรวจสอบคำตอบนักเรียนจะต้องแสดงวิธีการตรวจสอบที่มีความถูกต้องและสมเหตุผลกันหรือไม่ จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบได้แต่ไม่ถูกต้อง ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 16 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้แต่ไม่ถูกต้อง พบปัญหาคือนักเรียนแทนค่าในสมการขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ถูกต้องจึงส่งผลให้คำตอบในขั้นที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

2.2 ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

โดยทำการสังเกตพฤติกรรมประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา และด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ โดยจะพิจารณาในช่วงที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีทั้งหมด 3 ใบกิจกรรม รวมทั้งหมด 24 คะแนน ได้ผลดังตารางที่ 25

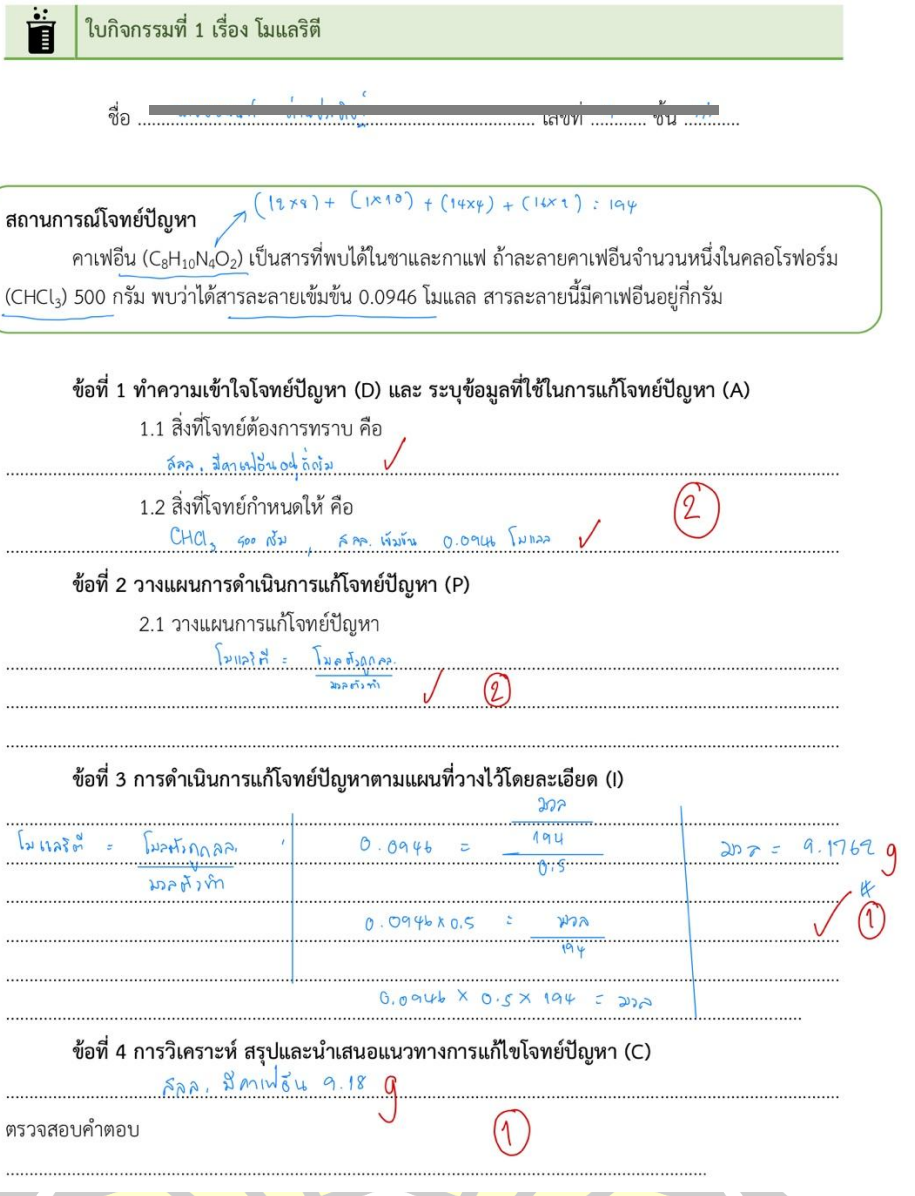
ตารางที่ 25 พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของวงจรปฏิบัติการที่ 2

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)	
1	6	5	5	3	19
2	5	5	4	4	18
3	6	5	5	3	19
4	6	6	5	4	21
5	5	4	3	1	13
6	5	5	4	4	18
7	5	4	4	2	15
8	5	5	3	2	15
9	6	5	5	4	20
10	6	6	5	4	21
11	5	4	3	2	14
12	5	4	4	2	15
13	6	5	5	4	20
14	6	6	5	4	21
15	5	5	4	1	15
16	5	4	3	2	14
17	6	5	5	4	20
18	5	5	3	2	15

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)	
19	6	5	5	3	19
20	6	4	5	3	18
21	5	5	4	2	16
22	6	5	6	3	20
$\bar{X}$	5.50	4.86	4.32	2.86	17.55
S.D.	0.51	0.64	0.89	1.04	2.65

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ดังภาพที่ 17

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โมแลริตี

ชื่อ [redacted] เลขที่ ... ชั้น ...

สถานการณ์โจทย์ปัญหา

คาเฟอีน ($C_8H_{10}N_4O_2$) เป็นสารที่พบได้ในชาและกาแฟ ถ้าละลายคาเฟอีนจำนวนหนึ่งในคลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$) 500 กรัม พบว่าได้สารละลายเข้มข้น 0.0946 โมแลล สารละลายนี้มีคาเฟอีนอยู่กี่กรัม

(12×8) + (1×10) + (14×4) + (14×2) = 194

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และ ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

ลลล. มีคาเฟอีน ... กี่กรัม ✓

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

$CHCl_3$ 500 กรัม , ลลล. เข้มข้น 0.0946 โมแลล ✓ (2)

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

โมแลลิตี = โมลตัวถูกละลาย / มวลตัวทำ ✓ (2)

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

โมแลลิตี = โมลตัวถูกละลาย / มวลตัวทำ

0.0946 = มวล / 194 / 0.5

มวล = 9.1762 g

0.0946 × 0.5 = มวล / 194 ✓ (1)

0.0946 × 0.5 × 194 = มวล

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

ลลล. มีคาเฟอีน 9.18 g

ตรวจสอบคำตอบ (1)

ภาพที่ 17 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 17 ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะทำการวิเคราะห์โจทย์แล้วทำการเขียน แต่ละประโยคเพื่อแยกข้อความออกจากกันแล้วทำการลอกลงในช่องสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกดังนี้

- นักเรียนอ่านวิเคราะห์โจทย์เสร็จจะแทนตัวแปรลงในโจทย์แล้วนำมาเรียงเขียนลงในใบกิจกรรมและคัดลอกข้อความจากโจทย์ลงในใบงาน ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์

กำหนดอะไรมาให้บ้าง สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา

- พฤติกรรมในด้านการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มนักเรียนมีการพูดคุยกันมากขึ้นจำนวน 5 กลุ่ม จากทั้งหมด 6 กลุ่ม มีการพยายามอธิบายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจฟัง และพาเพื่อนทำแบบฝึกหัดไปพร้อม ๆ กัน

ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกดังนี้

- นักเรียนเขียนสูตรบนกระดาษจากที่ครูผู้สอนได้อธิบายก่อนหน้าและเมื่อไม่เข้าใจจะยกมือถามโดยทันที ส่วนใหญ่จะสับสนการเปลี่ยนหน่วยกับหน่วยที่ใช้ในการคำนวณ

- นักเรียนระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้จากทฤษฎีและเมื่อไม่เข้าใจปรึกษากับเพื่อนภายในกลุ่มของตนเอง

ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะนำสิ่งที่วางแผนในขั้นตอนก่อนหน้ามาใช้ในการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนจะลองทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองก่อนเวลาไม่เข้าใจหรือต้องการเช็คคำตอบของตนเองจากเพื่อนภายในกลุ่มจึงมีการได้เปลี่ยนกันตรวจคำตอบ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

- มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่มจากทั้งหมด 6 กลุ่มที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งสมาชิกที่เหลือจะรอลอกคำตอบจากกลุ่มตัวเองหรือกลุ่มด้านข้าง

- นักเรียนบางส่วนไม่ใส่หน่วยในการคำนวณและหาคำตอบด้วยการคำนวณผิดพลาด

ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้วิธีในการเขียนและสรุปคำตอบ แต่ถ้าเขียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ถูกต้องก็จะส่งผลให้การเขียนสรุปและตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง เห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม จากจำนวนทั้งหมด 6 กลุ่มเขียนสรุปได้แต่ไม่สามารถตรวจคำตอบได้ไม่สมเหตุผล

- นักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม จากจำนวนทั้งหมด 6 กลุ่มสามารถเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบได้ถูกอย่างสมเหตุผล

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา โดยจะทำการอ่านวิเคราะห์ข้อความแล้วแยกทีละประโยคทีละตัวแปรจึงเขียนลงในใบงาน ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา ในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนสามารถเขียนได้อย่างเป็นขั้นตอนแต่จะมีความจำสับสนกันในเรื่องของหน่วยที่ใช้ในการคำนวณและการเปลี่ยนหน่วยสมาชิกในกลุ่มโดยภาพรวมมีการตรวจสอบคำตอบของกันคำนวณกันเองระหว่างเพื่อนในกลุ่มของตนเองมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในบางครั้งความคิดเห็นไม่ตรงกันนักเรียนจะยกมือสอบถามครูผู้สอนให้คอยชี้แนะแนวคำตอบ และการสรุปและตรวจสอบคำตอบนักเรียนส่วนใหญ่สามารถรู้วิธีการเขียน ถ้ากลุ่มที่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องก็จะเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบได้ถูกต้องแต่ถ้ากลุ่มที่เขียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ถูกต้องก็จะส่งผลให้ขั้นการสรุปและตรวจสอบคำตอบได้ไม่ถูกต้อง

1.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนการสอนครั้งต่อไปซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ 3 คำตอบ ดังนี้

1) สัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี รวมถึงนักเรียนมีแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างไร

- การวางแผนการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนจำสูตรในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้จึงแทนค่าในสูตรได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

“.... หนูจำสูตรไม่ได้ค่ะ สับสนไปหมดเลยไม่รู้จะใช้สูตรไหน ในบางครั้งหนูก็ฟังอาจารย์พูดไม่ทันเลย ส่วนแนวทางการแก้ไขต้องฝึกทำโจทย์บ่อย ๆ ค่ะ ....”

(นักเรียนคนที่ 5 ,12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... เพราะลืมเปลี่ยนหน่อยในการคำนวณ หนูมักจะสับสนระหว่างหน่วยกรัมกับกิโลกรัม ....”

(นักเรียนคนที่ 11 ,12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

- ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนไม่มีสมาธิจดจ่อในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งมีตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

“.... ปัญหาของผมคือไม่ตั้งใจเรียนชอบหลับตอนอาจารย์สอน แนวทางแก้ไขผมจะตื่นขึ้นมาเรียนนะครับ ....”

(นักเรียนคนที่ 11 , 12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... บางเวลาอาจารย์สอนเร็วไปผมจึงเลือกที่จะหลับเวลาอาจารย์สอน เลยส่งผลให้เวลาสอบไม่เข้าใจเนื้อหาที่ผ่านมา....”

(นักเรียนคนที่ 15 ,12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

2) สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

- การทำความเข้าใจปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนสามารถใหญ่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่วางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

“..... ผมสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่เขียนสูตรการคำนวณได้ไม่ครบครับอาจารย์ ....”

(นักเรียนคนที่ 15 , 12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... หนูสะเพร่าเองครับอาจารย์ ใช้สูตรผิดทำให้คำตอบผิดหมดเลยค่ะ ....”

(นักเรียนคนที่ 18 ,12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

- การวางแผนการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้และสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้แต่ไม่มั่นใจในคำตอบ ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

“.... บอกได้ค่ะ และสามารถวางแผนการแก้โจทย์ได้ด้วยแต่ไม่รู้ตอบถูกไหม ...”

(นักเรียนคนที่ 18 , 12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... หนูไม่มั่นในใจการเขียนคำตอบกลัวว่าเขียนไปจะตอบผิด เพราะบางสูตรก็จำหน่วยที่ใช้ไม่ได้ ...”

(นักเรียนคนที่ 21 ,12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

3) สัมภาษณ์นักเรียนมีวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร พบว่า นักเรียนเริ่มจากอ่านโจทย์ปัญหาและวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสูตร ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน

“.... หนูก็อ่านวิเคราะห์โจทย์หาว่าโจทย์ต้องการอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง แล้วก็เลือกสูตรในการคำนวณค่ะ .... ”

(นักเรียนคนที่ 5 , 12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... หนูประเมินจากโจทย์จากกนั้นก็วางแผนแล้วคำนวณจากสูตรค่ะ....”

(นักเรียนคนที่ 12 ,12 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ปัญหาอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้นักเรียนสับสนหน่วยที่ใช้ในการคำนวณและไม่มีสมาธิจดจ่อในขณะที่เรียน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้แต่ยังไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน ซึ่งนักเรียนมักจะลังเลในคำตอบของตนเอง และนักเรียนมีวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาจากการวิเคราะห์ข้อมูล จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จากนั้นถึงวางแผนแล้วดำเนินการแก้สมการ

ผู้วิจัยสรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อปรับปรุงแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติต่อไป ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนฟังไม่ทัน เนื่องจากครูผู้สอนผู้ค่อนข้างเร็ว	ครูผู้สอนพูดให้ชัดลง แล้วบอกนักเรียนว่าเมื่อครูพูดเร็วนักเรียนสามารถบอกหรือทักท้วงได้เลย
2. นักเรียนสับสนสูตร และหน่วยที่ใช้ในสูตรการคำนวณ	ครูและเพื่อน ๆ ร่วมกันสรุปเนื้อหาและกำชับเรื่องการสรุปสูตรและหน่วยที่ใช้ในการคำนวณในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
3. นักเรียนสามารถสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้แต่ไม่ถูกต้อง	ครูผู้สอนจะต้องอธิบายในส่วนของการแทนค่าในสมการการแก้โจทย์ปัญหาให้ละเอียดเพิ่มมากขึ้น และยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีความ

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
	คล้ายคลึงกับคำตอบที่เชื่อมโยงไปสู่การสรุปและการตรวจสอบคำตอบ
4. นักเรียนไม่ค่อยมีความมั่นใจตอนนำเสนอวิธีในการแก้โจทย์ปัญหา ชอบกังวลในคำตอบตัวเองกลัวไม่ถูกต้อง	เมื่อนักเรียนตอบผิดจะไม่มีการดุด่าหรือหักคะแนน และครูผู้สอนจะพยายามอธิบายชี้แนะแนวคำตอบหรืออนุญาตให้ถามความคิดเห็นจากเพื่อนร่วมชั้นเรียน

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

หลังจากที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดระหว่างการจัดการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เมื่อทำการสะท้อนผลเสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยผู้วิจัยทำการปรับกิจกรรมการเรียนของนักเรียนทีละขั้นตอนอย่างละเอียดทดสอบความรู้นักเรียนโดยการถามคำถาม ผู้สอนได้มีการกำชับในส่วนของการสรุปองค์ความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และให้นักเรียนร่วมกับตอบคำถามเกี่ยวกับหน่วยที่ใช้ในการคำนวณเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น ครูผู้สอนอธิบายในส่วนของการแทนค่าในสมการการแก้โจทย์ปัญหาให้ละเอียดเพิ่มมากขึ้น และยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาและอธิบายการเรียนที่มีความคล้ายคลึงกับคำตอบที่เชื่อมโยงไปสู่การสรุปและการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจการเขียนสรุปและการตรวจสอบคำตอบ อีกทั้งยังมีการส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการนำเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น มีการให้กำลังใจ เสริมแรงโดยเพิ่มคะแนนให้สำหรับนักเรียนในชั้นเรียนที่คอยชี้แนะแนวคำตอบให้กลุ่มที่ไม่สามารถนำเสนอได้

3.1 ผลคะแนนแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่พัฒนาขึ้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 จะแบ่งออกเป็น 3 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การเจือจางสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรียบร้อย ผู้วิจัยได้วัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งเป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ โดยมีคะแนนข้อละ 8 คะแนน รวมทั้ง 24 คะแนน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีได้ผลดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

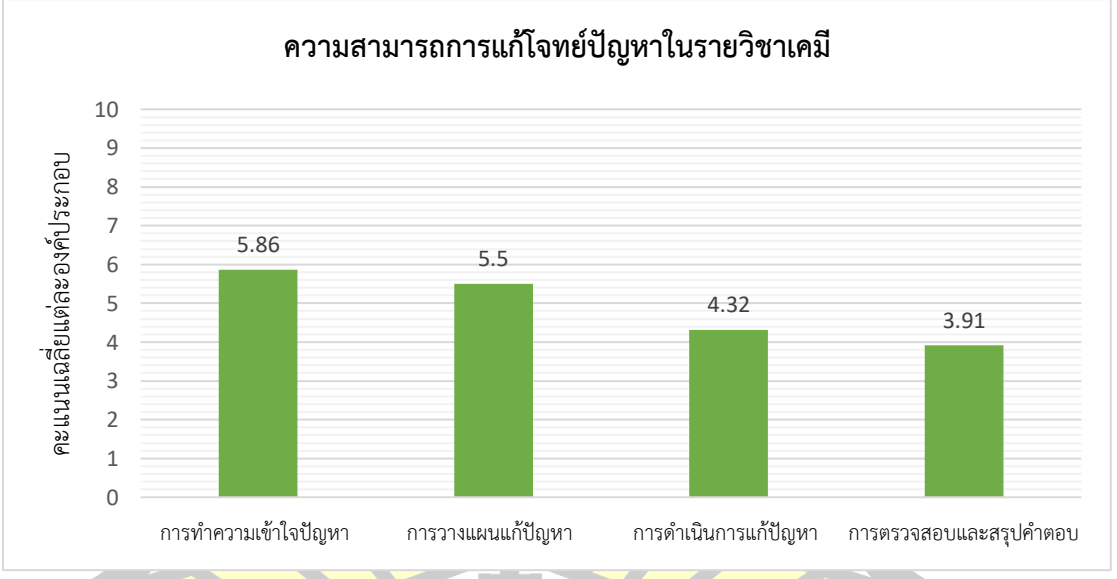
คนที่	**ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา**				**คะแนนรวม (24)**	**เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70**	**ร้อยละ**
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	**การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)**	**การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)**	**การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)**			
1	6	5	6	5	22	91.67	ผ่าน
2	6	6	6	6	24	100.00	ผ่าน
3	6	6	3	3	18	75.00	ผ่าน
4	6	6	4	4	20	83.33	ผ่าน
5	6	6	4	2	18	75.00	ผ่าน
6	6	5	5	4	20	83.33	ผ่าน
7	6	6	6	3	21	87.50	ผ่าน
8	6	6	5	6	23	95.83	ผ่าน
9	5	6	3	4	18	75.00	ผ่าน

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70	ร้อยละ
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)			
10	6	6	4	3	19	79.17	ผ่าน
11	6	5	3	3	17	70.83	ผ่าน
12	6	6	5	6	23	95.83	ผ่าน
13	6	6	6	3	21	87.50	ผ่าน
14	6	5	4	4	19	79.17	ผ่าน
15	5	5	4	3	17	70.83	ผ่าน
16	6	4	4	3	17	70.83	ผ่าน
17	5	5	4	4	18	75.00	ผ่าน
18	6	5	3	2	16	66.67	ไม่ผ่าน
19	6	5	3	5	19	79.17	ผ่าน
20	6	6	5	3	20	83.33	ผ่าน
21	6	5	4	4	19	79.17	ผ่าน
22	6	6	4	6	22	91.67	ผ่าน
$\bar{X}$	5.86	5.50	4.32	3.91	19.48	81.63	ผ่าน
S.D.	0.35	0.60	1.04	1.27	2.22		

จากตาราง 27 พบว่า คะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 22 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 95.45 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีนักเรียนจำนวน 1 คน มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์

ร้อย 70 คิดเป็นร้อยละ 4.55 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมดเท่ากับ 19.48 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.22

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ในขณะเดียวกันพิจารณาแต่ละองค์ประกอบจากการทำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละองค์ประกอบ 6 คะแนน พบว่า ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 5.86 คะแนน ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 5.50 คะแนน ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.32 คะแนนและขั้นที่ 4 การตรวจสอบและสรุปคำตอบ มีคะแนนเฉลี่ย 3.91 คะแนน แสดงดังภาพที่ 18

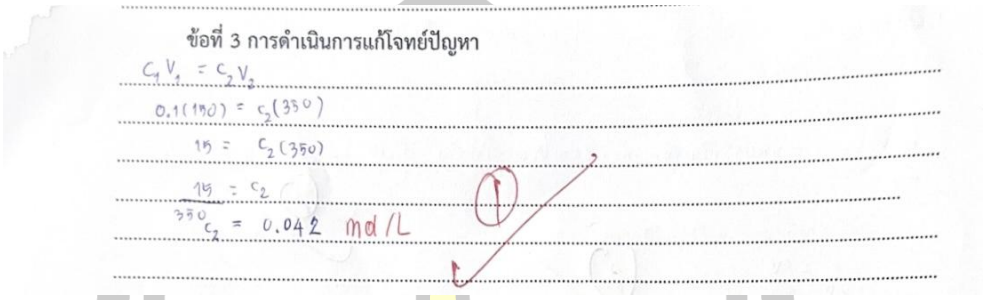


ภาพที่ 18 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง

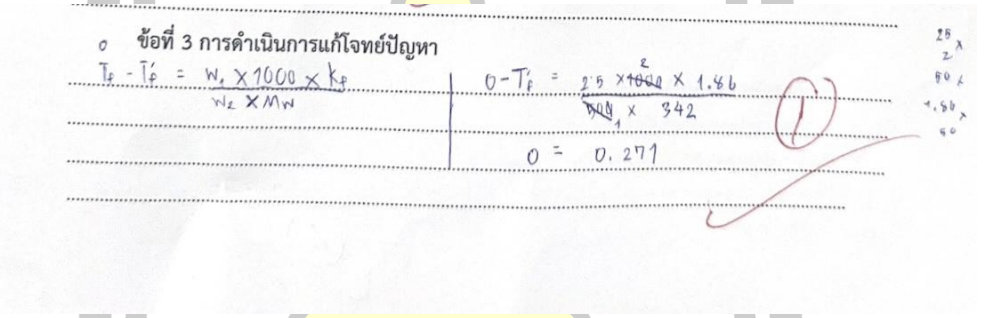
จากภาพที่ 18 เมื่อพิจารณาการเขียนคำตอบในแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบประเด็นองค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาทั้งหมด 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะพิจารณาตั้งแต่การเลือกสูตรในการคำนวณได้ครบถ้วน การแทนค่าลงในสูตร และการคำนวณหาคำตอบ รวมทั้งการ

ใส่หน่วย จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนในการเขียนคำตอบ พบว่า นักเรียนไม่ใส่หน่วยในการคำนวณ โดยมีแนวคำตอบของนักเรียน ดังภาพที่ 19 และภาพที่ 20



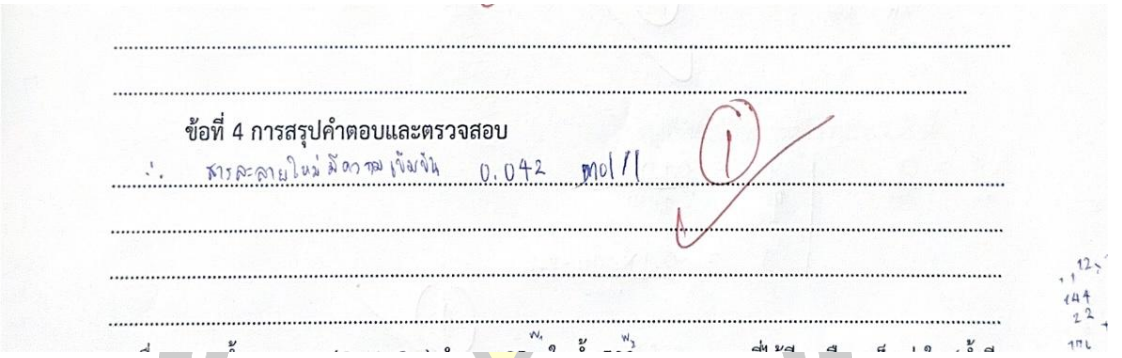
ภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ใส่หน่วยในคำตอบ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3



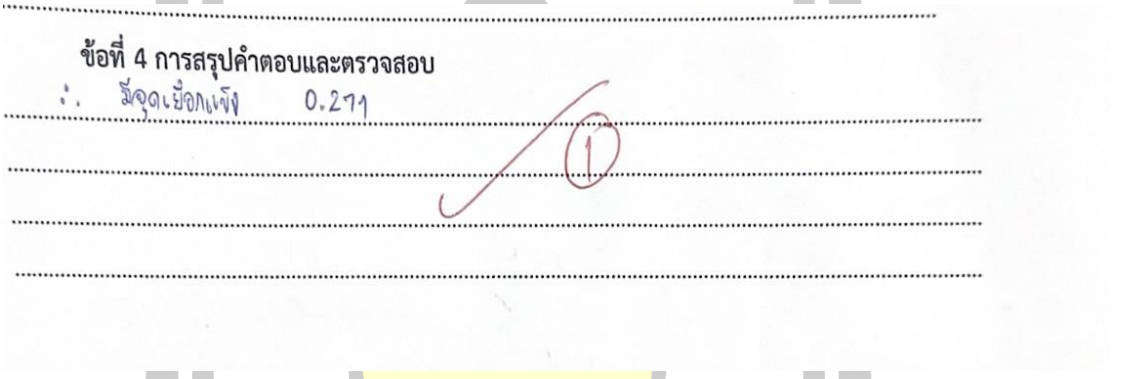
ภาพที่ 20 แสดงตัวอย่างการเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ใส่หน่วยในคำตอบ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 19 และภาพที่ 20 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนคำตอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง พบปัญหาคือนักเรียนไม่ใส่หน่วยในการคำนวณ

ขั้นที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ การประเมินการสรุปคำตอบและการตรวจสอบ โดยจะพิจารณา เขียนสรุปคำตอบนักเรียนจะต้องมีการสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบถูกต้องครบถ้วน ซึ่งในการตรวจสอบคำตอบนักเรียนจะต้องแสดงวิธีการตรวจสอบที่มีความถูกต้องและสมเหตุผลกันหรือไม่ จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบแต่ไม่เขียนการตรวจสอบ ดังภาพที่ 21 และ ภาพที่ 22



ภาพที่ 21 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3



ภาพที่ 22 แสดงตัวอย่างการเขียนสรุปคำตอบได้แต่ไม่ใส่หน่วยในการคำนวณและไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ ในแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 21 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้ พบปัญหาคือนักเรียนไม่เขียนการตรวจสอบซึ่งคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้อง ส่วนภาพที่ 22 นักเรียนสามารถเขียนการสรุปคำตอบได้ถูกต้อง พบปัญหาคือนักเรียนไม่ใส่หน่วยในการคำนวณ

3.2 ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

โดยทำการสังเกตพฤติกรรมประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา และด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ โดยพิจารณาในช่วงจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 3 แผนการ

จัดการเรียนรู้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีทั้งหมด 3 ใบกิจกรรม รวมทั้งหมด 24 คะแนน ได้ผลดังตารางที่ 28

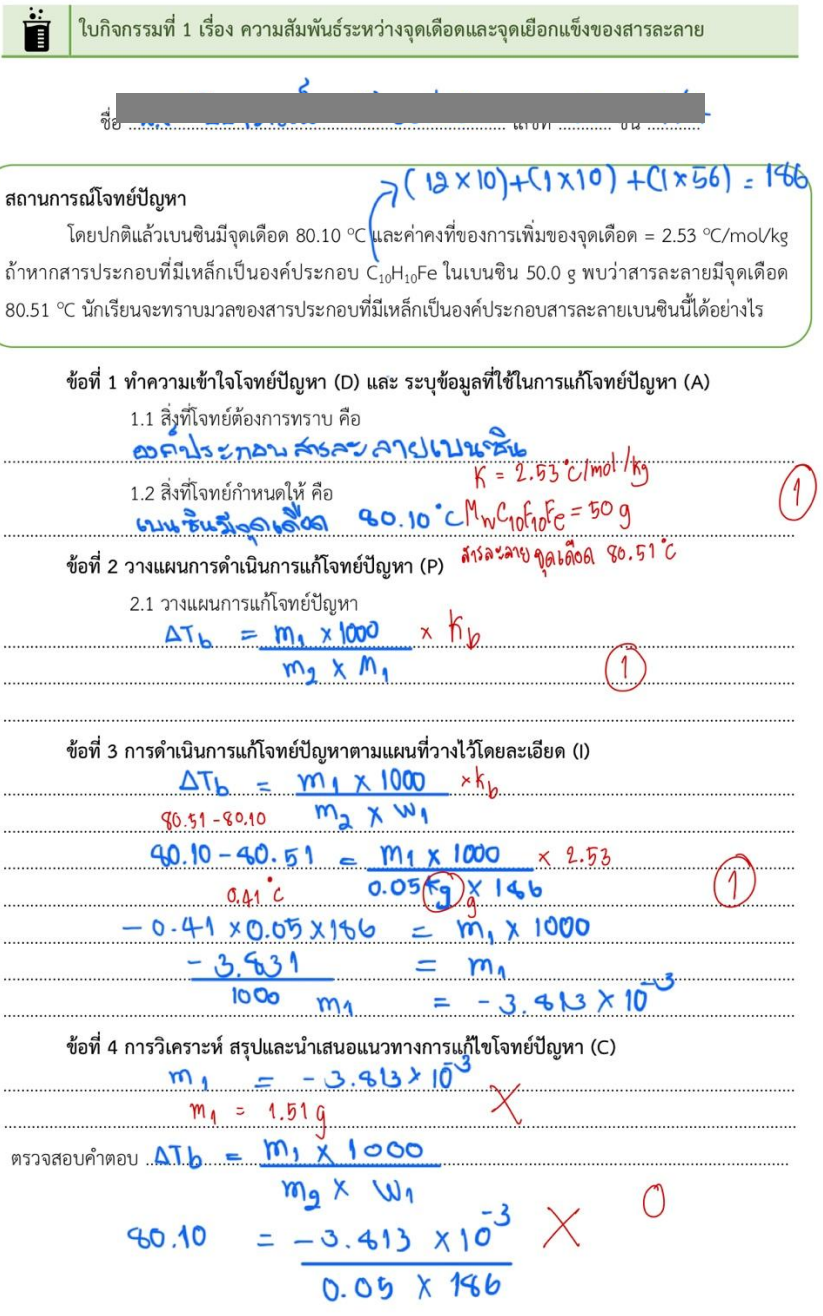
ตารางที่ 28 พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของวงจรปฏิบัติการที่ 3

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)	
1	5	5	5	4	19
2	5	6	6	3	20
3	5	5	5	4	19
4	6	6	6	3	21
5	6	6	5	4	21
6	5	6	6	3	20
7	6	6	5	4	21
8	5	5	5	4	19
9	6	6	6	3	21
10	6	6	6	3	21
11	6	6	5	4	21
12	6	6	5	3	20
13	6	6	5	5	22
14	6	6	6	3	21
15	5	6	6	3	20

คนที่	ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา				คะแนนรวม (24)
	การทำความเข้าใจปัญหา (6 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (6 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (6 คะแนน)	
16	6	6	5	4	21
17	6	6	5	5	22
18	5	4	4	3	16
19	5	5	5	4	19
20	6	6	5	3	20
21	6	6	5	3	20
22	6	6	5	3	20
$\bar{X}$	5.64	5.73	5.27	3.55	20.18
S.D.	0.49	0.55	0.55	0.67	1.30

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี ดังภาพที่ 23

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

ชื่อ [redacted] ชั้น

สถานการณ์โจทย์ปัญหา

โดยปกติแล้วเบนซินมีจุดเดือด 80.10 °C และค่าคงที่ของการเพิ่มของจุดเดือด = 2.53 °C/mol/kg ถ้าหากสารประกอบที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ $C_{10}H_{10}Fe$ ในเบนซิน 50.0 g พบว่าสารละลายมีจุดเดือด 80.51 °C นักเรียนจะทราบมวลของสารประกอบที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบสารละลายเบนซินนี้ได้อย่างไร

(12×10)+(1×10)+(1×56) = 186

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และ ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

มวลของสารละลายเบนซิน

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

เบนซินมีจุดเดือด 80.10 °C $M_w C_{10}H_{10}Fe = 50$ g สารละลายจุดเดือด 80.51 °C $K = 2.53$ °C/mol/kg

1

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

$$\Delta T_b = \frac{m_1 \times 1000}{m_2 \times m_1} \times K_b$$

1

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

$$\Delta T_b = \frac{m_1 \times 1000}{m_2 \times w_1} \times k_b$$

$80.51 - 80.10$

$$80.10 - 80.51 = \frac{m_1 \times 1000}{0.05 \text{ kg} \times 186} \times 2.53$$

0.41 °C

1

$$-0.41 \times 0.05 \times 186 = m_1 \times 1000$$

$$\frac{-3.831}{1000} = m_1$$

$$m_1 = -3.813 \times 10^{-3}$$

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

$m_1 = -3.813 \times 10^{-3}$ X

$m_1 = 1.51$ g

ตรวจสอบคำตอบ $\Delta T_b = \frac{m_1 \times 1000}{m_2 \times w_1}$

$$80.10 = \frac{-3.813 \times 10^{-3}}{0.05 \times 186}$$ X 0

ภาพที่ 23 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 23 ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหาได้ จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนไม่สามารถกำหนดปัญหาจากโจทย์ได้ มีแค่ 1 กลุ่มจากทั้งหมด 6 กลุ่ม ที่ยังสบสนกับสิ่งที่โจทย์กำหนดกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- พฤติกรรมในด้านกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา มีนักเรียนนักเรียนจำนวน 5 กลุ่ม จากทั้งหมด 6 กลุ่ม ที่สามารถกำหนดถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ และมีอีก 1 กลุ่มที่สามารถกำหนดปัญหาได้บางส่วน

ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกดังนี้

- นักเรียนส่วนใหญ่รู้วิธีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและสามารถเขียนวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน

- มีนักเรียน 1 กลุ่ม ที่นักเรียนยังเขียนสูตรในการคำนวณไม่ครบถ้วน

ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนจะนำสิ่งที่โจทย์ที่วางแผนในขั้นตอนก่อนหน้ามาใช้ในการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นขั้นตอนครบถ้วน

- มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่มจากทั้งหมด 6 กลุ่มที่มีการหาผลลัพธ์ด้วยการคำนวณได้ยังไม่ถูกต้องและสับสนหน่วยที่ใช้ในการคำนวณ

ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้วิธีในการเขียนและสรุปคำตอบ เห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม จากจำนวนทั้งหมด 6 กลุ่ม ที่ไม่เขียนการตรวจสอบคำตอบอย่างสมเหตุผล ซึ่งนักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ครบทุกขั้นและสามารถเขียนสรุปคำตอบได้แต่สามารถเขียนการตรวจสอบได้บางส่วน

- นักเรียนจำนวน 5 กลุ่ม จากจำนวนทั้งหมด 6 กลุ่ม ที่สามารถแสดงวิธีทำการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ได้ครบทุกขั้นตอน ทำให้สามารถตรวจสอบคำตอบสูตรที่ใช้ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและสรุปคำตอบได้อย่างครบถ้วน

ดังนั้น จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา วางแผนแก้โจทย์ปัญหา แสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา และการสรุปและตรวจสอบคำตอบได้

1.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ 3 คำตอบ ดังนี้

1) สัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี รวมถึงนักเรียนมีแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างไร

- การดำเนินการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนลืมใส่หน่วยในการคำนวณจะส่งผลให้ในการเขียนคำตอบไม่ใส่หน่วยในคำตอบ ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

“.... หนูลืมใส่หน่วยในการคำนวณ ครั้งหน้าหนูจะพยายามมีสตินะคะ ....”

(นักเรียนคนที่ 18 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... หนูแสดงวิธีในการคำนวณถูกต้องอยู่นะคะ แต่ไม่ใส่หน่วย....”

(นักเรียนคนที่ 3 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

2) สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่อย่างไร

- การทำความเข้าใจปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน มีดังนี้

“..... ได้ค่ะ เพราะหนูตั้งใจฟังเวลาอาจารย์สอนตลอดเลยค่ะ ....”

(นักเรียนคนที่ 18 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... หนูหาคำตอบได้ค่ะ สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้....”

(นักเรียนคนที่ 6 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

3) สัมภาษณ์นักเรียนมีวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร

- การวางแผนการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนมีการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาแล้วหาวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน

“.... หนูก็อ่านโจทย์ แล้วก็ใช้สูตรในการคำนวณที่เกี่ยวของกับเรื่องนั้น .... ”

(นักเรียนคนที่ 18 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

“.... ผมใช้สูตรถูกต้อง ก็เลยหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ ....”

(นักเรียนคนที่ 13 , 22 กุมภาพันธ์ 2567 : สัมภาษณ์)

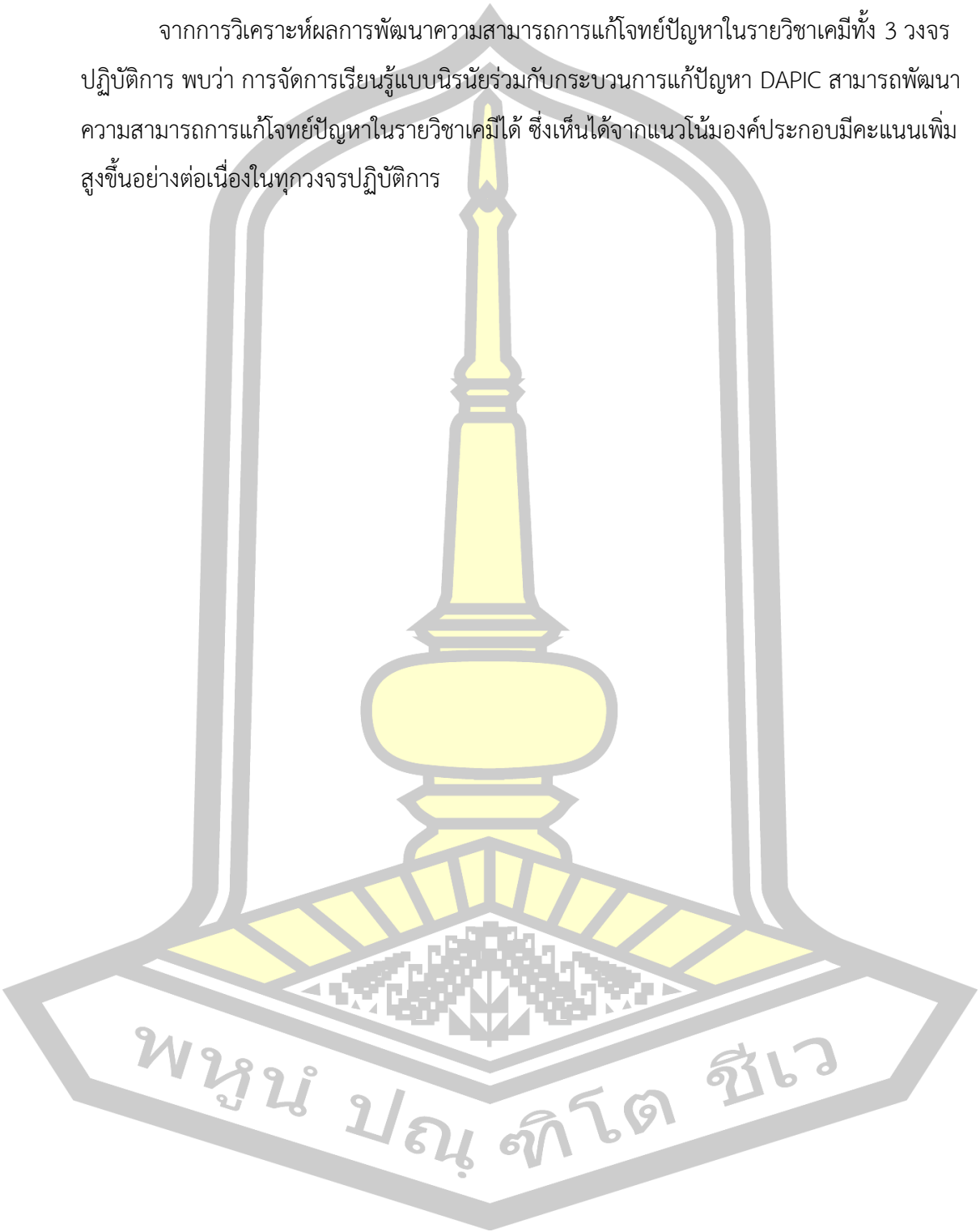
จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ปัญหาอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้คือ นักเรียนไม่ใส่หน่วยในการคำนวณ ซึ่งโดยหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ส่งผลให้คำตอบถูกต้อง ในส่วนของการประเมินการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้และใช้สูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง

ผู้วิจัยสรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนไม่ใส่หน่วยในการคำนวณ	ครูผู้สอนเน้นย้ำทุกครั้งที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับหน่วยที่ใช้ในการคำนวณ
2. นักเรียนบางคนในกลุ่มยังไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น	ครูผู้สอนกำชับในการทำกิจกรรมระหว่างการเรียนการสอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำงานเป็นกลุ่ม และกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
3. นักเรียนไม่เขียนการตรวจสอบ	ครูผู้สอนทำการเฉลยคำตอบและอธิบายที่มาของการตรวจสอบคำตอบให้กับผู้ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 พร้อมเน้นย้ำความสำคัญในการเขียนการตรวจสอบ

จากการวิเคราะห์ผลการพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สามารถพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีได้ ซึ่งเห็นได้จากแนวโน้มองค์ประกอบมีคะแนนเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกวงจรปฏิบัติการ



บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ที่มีความมุ่งหมายของวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เป็นงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งหลังจากที่ผู้วิจัยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนรายงานการวิจัยในบทที่ 5 โดยแบ่งหัวข้อออกเป็น 3 หัวข้อหลัก และเรียงตามลำดับดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยโดยยึดว่าความมุ่งหมายของงานวิจัย คือ เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 50 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 95.45

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 22 คน ซึ่งคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการตามลำดับ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 11 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 18 คน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้นาน มีการให้นักเรียนลองกำหนดขอบเขตของปัญหาเอง เพื่อที่จะทำให้นักเรียนได้มีการทำความเข้าใจในการแก้ปัญหา จากนั้นครูผู้สอนได้ทำการอธิบายในส่วนของทฤษฎีที่จะให้นักเรียนนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การที่ให้นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหาซึ่งในแต่ละใบกิจกรรมในขณะที่จัดการเรียนการสอนจะฝึกฝนให้นักเรียนได้ลองแก้โจทย์ปัญหา โดยจะมีการแบ่งกลุ่มเพื่อที่จะให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยโจทย์ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะมีความซับซ้อนน้อยไปยังโจทย์ที่มีความซับซ้อนมาก เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาที่หลากหลายซึ่งจะช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน โดยการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้นจะอาศัยทักษะในการคำนวณของแต่ละกลุ่ม ในส่วนของการคำนวณครูผู้สอนได้นัดสอนเพิ่มเติมในคาบที่ไม่มีการจัดการเรียนการสอนซึ่งจะเป็นการให้นักเรียนได้ลองทำแบบฝึกหัด การแก้สมการ และการเปลี่ยนหน่วยในระบบ SI ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณที่ดี โดยในช่วงแบ่งกลุ่มนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาคำตอบและมีการสลับกันตรวจเช็คคำตอบของเพื่อนภายในกลุ่ม ถ้าคนไหนตอบถูกก็จะมีการอธิบายให้กับเพื่อนที่ตอบผิด แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มีความสนใจหรือใส่ใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้จะสังเกตได้จากนักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ซึ่งนักเรียนจะไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยจะรอลอกคำตอบจากเพื่อนเท่านั้น จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีได้ด้วยตนเอง ซึ่งการสอนแบบนิรนัยจะมีการเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการ เนื้อหาบทเรียนด้วยความเข้าใจ และฝึกให้นำทฤษฎี หลักการดังกล่าวมาใช้แก้ปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ (ทิศนา แขมมณี, 2562) นอกจากนี้กระบวน DAPIC เป็นกระบวนยืดหยุ่นไม่ซับซ้อน ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้แก้ปัญหาทีละขั้นอย่างละเอียดจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนได้ฝึกฝนทั้งกระบวนการคิด ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะการคำนวณ รวมทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนซึ่งจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้นได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Hilgard (1967) ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนได้เรียนรู้กันเป็นกลุ่ม จะมีแรงผลักดันให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถมากกว่าจะเป็นผู้ช่วยเหลือให้กับผู้ที่ด้อยกว่าในกลุ่มของตนเองเพื่อบรรลุเป้าหมายเกิดความสำเร็จในกลุ่ม และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีการเชื่อมองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ส่งผลให้มีการเรียนรู้ถึงวิธีการใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหา (ทิศนา แขมมณี, 2550) และนักเรียนได้มีการฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญาสุมิน สุวรรณไตรย์ (2563) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 11.13 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.94 คิดเป็นร้อยละ 74.17 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินดี และงานวิจัยของ พัชรฎา พลเยี่ยม (2564) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 79.17 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 โดยมีรายละเอียดแต่ละวงจรปฏิบัติการดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 22 คน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน เมื่อพิจารณาคะแนนรวมขององค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนมีคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีรวมเฉลี่ยเท่ากับ 15.59 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.96 ซึ่งแต่ละองค์ประกอบการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปและตรวจสอบคำตอบ มีคะแนนเฉลี่ย 5.82 , 5.18 , 3.18 และ 1.41 คะแนน ตามลำดับ จากข้อมูลจะเห็นว่านักเรียนมีคะแนนการทำความเข้าใจปัญหามากที่สุดเท่ากับ 5.82 คิดเป็นร้อยละ 97.00 ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหา แต่ยังพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนบางคนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้และซึ่งในขณะจัดการเรียนการสอนนักเรียนมักจะลังเลในการเขียนคำตอบ ซึ่งจะไม่สามารถบอกข้อมูลที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้ครบถ้วน ส่วนขั้นที่มีคะแนนสูงสุดเป็นลำดับที่ 2 คือ การวางแผนแก้ปัญหามีค่าเท่ากับ 5.18 คิดเป็นร้อยละ 86.33 ซึ่งมีนักเรียนส่วนใหญ่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่ไม่ครบถ้วนและนักเรียนบางส่วนเขียนขั้นตอนการวางแผนได้เพียงเพราะดูจากหนังสือหรือจากครูผู้สอนเท่านั้นไม่ได้เข้าใจในส่วนของทฤษฎีหรือที่มาจากการคำนวณ การที่ให้นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหาซึ่งในใบกิจกรรมในขณะที่จัดการเรียนการสอนจะฝึกฝนให้นักเรียนได้ลองแก้โจทย์ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปยังโจทย์ที่มีความซับซ้อนเพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาที่หลายซึ่งช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2554) ที่กล่าวว่า ในการพัฒนาทักษะต้องมีการวางแผนและส่งเสริมให้เหมาะสม ในการฝึกทักษะ ควรฝึกตามระดับความซับซ้อนจากน้อยไปมาก จากง่ายไปยากอย่าง

ต่อเนื่องจนเมื่อผู้เรียนคุ้นเคย จึงอาจขยายไปสู่การคิดหรืองานที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจในการฝึกฝนทักษะให้กับผู้เรียน การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะนำการวางแผนมาดูการดำเนินการซึ่งแต่ละนักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกฝนทักษะการหาผลลัพธ์จากการคำนวณ ซึ่งการทักษะคำนวณถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งในการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากหากผู้เรียนสามารถแก้สมการได้จะนำไปสู่การหาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ส่วนการการดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเป็นลำดับที่ 3 มีค่าเท่ากับ 3.18 คิดเป็นร้อยละ 53.00 จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาใช้ในการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนไม่รู้ว่าจะต้องใช้สูตรอย่างไรในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและนักเรียนไม่เข้าใจวิธีการเปลี่ยนหน่วยจากคำอุปสรรคในระบบ SI เป็นหน่วยตามสูตรในการคำนวณและไม่สามารถแก้สมการด้วยการคำนวณเช่น บวก ลบ คูณ หาร เป็นต้น จึงส่งผลให้คำตอบของการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง และขั้นตอนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ การสรุปและตรวจสอบคำตอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.41 คิดเป็นร้อยละ 23.5 จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนและตรวจสอบแบบวัดท้ายวงจรปฏิบัติการพบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนการสรุปและตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุผล ปัญหาดังกล่าวอาจมาจากนักเรียนไม่ทราบว่าจะต้องมีการเขียนอย่างไรให้ความสำคัญน้อยที่สุดจึงส่งผลให้นักเรียนเลือกที่จะไม่เขียนสรุปและตรวจสอบคำตอบ อีกทั้งในขั้นการดำเนินนักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้จึงส่งให้ขั้นที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบมีคะแนนค่าเฉลี่ยต่ำไปด้วย โดยสุวร กาญจนมยูร (2533) กล่าวว่า การที่นักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหาได้จะต้องใช้องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น องค์ประกอบเกี่ยวกับภาษาองค์ประกอบเกี่ยวกับความเข้าใจ องค์ประกอบเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ องค์ประกอบเกี่ยวกับการย่อความสรุปความ และองค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา โดยการสอนแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ครูผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียนแล้วจึงกำหนดปัญหามาให้นักเรียนได้เลือกใช้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้น ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนใช้การแก้ปัญหา และไม่ตัดสินใจในการทำงานอย่างง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้ทราบข้อเท็จจริง (ทิศนา แขมมณี, 2556) ทั้งนี้จากการสังเกตในขณะการจัดการเรียนการสอนตอนทำใบกิจกรรมและแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการ โดยแบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบอัตนัยตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งจะประกอบด้วย 1) Define ทำความเข้าใจปัญหา 2) Assess ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3) Plan วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา 4) Implement ดำเนินการตามแผนที่วางไว้และ 5) Communication วิเคราะห์ สรุป และนำเสนอการแก้ปัญหา ในขณะที่นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการ นักเรียนส่วนมากจะทำตามขั้นตอนจากขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 4 โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะ

ขาดการวางแผนเรื่องการบริหารจัดการเวลามักให้ความสำคัญกับการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและคิดว่าแค่ทำการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ก็สามารถหาคำตอบของการแก้โจทย์ปัญหาได้แล้ว อีกทั้งยังให้ความสำคัญในการเขียนสรุปและการตรวจสอบการแก้โจทย์ปัญหาน้อยที่สุด จึงส่งผลให้คะแนนด้านการสรุปและตรวจสอบมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในทุกองค์ประกอบ

วงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2 หลังนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนสอนเสร็จเรียบร้อย มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 22 คน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 18 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 4 คน เนื่องจากมีการจัดการเรียนการสอนแบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จะเห็นว่าข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย คือ เป็นวิธีการที่ช่วยในการถ่ายทอดเนื้อสาระได้ง่าย รวดเร็วและไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่มากนัก ฝึกให้ผู้เรียนได้นำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และฝึกให้ผู้เรียนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการพิสูจน์ให้เห็นจริง (สุวิทย์ มูลคำ, 2558) และ กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC มีเทคนิคให้นักเรียนได้ฝึกคิดคำนวณในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนได้แก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่แสดงให้เห็นในขั้นทำความเข้าใจ ให้คำถามกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ โดยมีเพื่อนคอยช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ร่วมกันอภิปรายผลแล้วนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้ในใบกิจกรรม ใบงานและแบบทดสอบ ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออกในการตอบคำถามและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น เมื่อพิจารณาคะแนนรวมขององค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนมีคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีรวมเฉลี่ยเท่ากับ 18.41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.70 เมื่อพิจารณาจากแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบและสรุปคำตอบ มีคะแนนเฉลี่ย 5.64 , 4.73 , 4.41 และ 3.59 คะแนน ตามลำดับ โดยขั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเป็นลำดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ คือ การทำความเข้าใจปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.64 และ 4.73 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 94.00 และ 78.83 โดยผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงแผนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งครูได้ทำการอธิบายขั้นตอนวิธีการสอนอย่างละเอียดมากขึ้น มียกตัวอย่างโจทย์ปัญหาจากความซับซ้อนน้อยเพื่อให้นักเรียนได้ลองฝึกฝน และครูผู้สอนทำการสรุปทฤษฎี สูตรที่ใช้ในการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการให้นักเรียนทบทวนความรู้อีกครั้ง ส่วนขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.41 คิดเป็นร้อยละ 73.50 โดยเพิ่มจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดย

นักเรียนส่วนมากสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้โดยจะนำสิ่งที่วางแผนในขั้นตอนก่อนมาใช้ในการเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่ละมีนักเรียนบางส่วนไม่ใส่หน่วยในการคำนวณและหาคำตอบด้วยการคำนวณผิดพลาด ซึ่งครูผู้สอนได้มีการอธิบายเพิ่มเติมความหมายเกี่ยวกับคำอุปสรรควิธีการเปลี่ยนหน่วยมีการยกตัวอย่างแบบฝึกหัดเกี่ยวคำอุปสรรคที่ใช้ในการเปลี่ยนหน่วย และครูผู้สอนจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ส่งเสริมออกแบบโจทย์ปัญหาการคำนวณ การแก้สมการ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณ จึงส่งผลให้มีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านการดำเนินการแก้ปัญหาสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในเดียวกันขั้นที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ขั้นการสรุปและตรวจสอบคำตอบมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 คิดเป็นร้อยละ 59.83 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากวงปฏิบัติการที่ 1 แต่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อย 70 ทั้งนี้จากการสังเกตพฤตกรรมในชั้นเรียนและจากการทำแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติ พบว่าถ้านักเรียนคนที่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ก็จะสามารถสรุปคำตอบได้ ส่วนนักเรียนคนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 นักเรียนสามารถสรุปคำตอบได้ แต่ไม่สามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุผล ผู้วิจัยคาดว่านักเรียนไม่เข้าใจวิธีการเขียนตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุผล ด้วยเหตุนี้จึงเป็นผลให้ขั้นการสรุปและตรวจสอบคำตอบยังไม่ผ่านเกณฑ์

วงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่ามีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 22 คน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนนักเรียนคนดังกล่าว พบว่าเรียนรู้ค่อยข้างช้าและมีทักษะในการคำนวณอ่อน จึงส่งผลให้เวลาทำกิจกรรมในชั้นนักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจ ไม่มีสมาธิตอนเรียน ชอบที่จะชวนคุยเล่นกับสมาชิกในกลุ่มตัวเอง เมื่อครูผู้สอนหันหน้าไปทางอื่น และไม่มีความพยายามที่จะลองทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง โดยคำตอบที่มักจะเป็นคำตอบที่ลอกจากเพื่อน อีกทั้งการจัดกิจกรรมในบางครั้งครูผู้สอนดูแลไม่ทั่วถึงในบางเวลานักเรียนจึงลอกคำตอบจากเพื่อนเพียงเพราะต้องการมีงานส่งเท่านั้น ในการพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนคนนี้ ครูควรที่จะใส่ใจและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาและให้เวลาสำหรับการคิดวิเคราะห์พอสมควร จึงจะสามารถพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีได้ เมื่อพิจารณาคะแนนรวมขององค์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี นักเรียนมีคะแนนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีรวมเฉลี่ยเท่ากับ 19.59 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.63 ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า คะแนนการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบ สรุปคำตอบ มีคะแนนเฉลี่ย 5.86 , 5.50 , 4.32 และ 3.91 คะแนน ตามลำดับ ซึ่ง

คะแนนด้านการตรวจสอบและสรุปคำตอบซึ่งมีคะแนนต่ำสุดมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกวงจรปฏิบัติการและเห็นได้ว่าทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเห็นว่านักเรียนสามารถกำหนดปัญหาจากโจทย์แล้วนำเขียนวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งจะส่งผลดีในขั้นถัดไปที่นักเรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ตามขั้นตอน ซึ่งจะสังเกตเห็นนักเรียนมีทักษะในการหาผลลัพธ์จากคำนวณที่ดีขึ้น มีเปลี่ยนหน่วยคำอุปสรรคในระบบ SI ไปเป็นหน่วยตามสูตรการคำนวณได้ อีกทั้งยังใส่หน่วยในคำตอบได้และนักเรียนสามารถสรุปและตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุผล ส่วนพฤติกรรมในการทำกิจกรรมร่วมกันในแต่ละกลุ่มดีขึ้นโดยนักเรียนพยายามแก้โจทย์ปัญหาและมีการสลับการตรวจสอบคำตอบของเพื่อนภายในกลุ่ม ด้วยทั้งหมดที่กล่าวมาเช่นนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้จากวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยครูผู้สอนมีการสรุปสูตรและหน่วยที่ใช้ในการคำนวณในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีการอธิบายในส่วนของการแทนค่าในสมการให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นและยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกับคำตอบที่เชื่อมโยงไปสู่การสรุปและตรวจสอบคำตอบได้ และหลังจากสิ้นสุดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามีการสุ่มผู้เรียนได้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและมีการเสริมแรงให้กับกลุ่มที่สามารถตอบได้ถูกต้อง ซึ่งทิศนา แขมมณี (2553) ที่ว่า การกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรงจะมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีก ส่วนการกระทำที่ไม่มีการเสริมแรงแนวโน้มที่ความถี่ของการกระทำนั้นจะลดลงและหายไปในที่สุด การเสริมแรงที่แปรเปลี่ยนทำให้การตอบสนองคงทนกว่าการเสริมแรงที่ตายตัว การให้แรงเสริมหรือให้รางวัลสามารถช่วยปรับหรือปลูกฝังนิสัยที่ต้องการได้ อีกทั้งการที่นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเป็นไปตามลำดับแต่ละขั้นตอน จะส่งผลให้นักเรียนความสามารถในการแก้โจทย์แก้ปัญหาในรายวิชาเคมีสูงขึ้นเห็นผลอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จะช่วยให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้ทฤษฎีจากการกำหนดหนดปัญหาร่วมกัน เพื่อที่จะให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ โดยผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาและให้นักเรียนระบุข้อมูลที่ช่วยในการแก้ปัญหา ในส่วนของการแสดงการใช้ทฤษฎีผู้เรียนจะนำแผนที่ใช้ก่อนหน้า เพื่อมาแก้ปัญหาร่วมทั้งมีการสรุปและตรวจสอบร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน

ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC สามารถพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีได้ โดยหลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลการทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน จากกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 22 คน ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก

วิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีการคิดวิเคราะห์จากโจทย์ไปสู่การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งมีกระบวนการสรุปและตรวจสอบคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิริกานต์ ลำพาย (2562) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทยปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของ DAPIC พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.45 อยู่ในระดับดีมาก

5.3 ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนการสอนแบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC พบว่า นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการสอนส่งผลให้ใช้เวลาในแต่ละขั้นการจัดกิจกรรมค่อนข้างนาน ดังนั้นก่อนเริ่มกิจกรรมครูผู้สอนควรอธิบายแต่ละขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

2. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนควรเน้นทั้งการคำนวณการเปลี่ยนหน่วยที่ใช้ในการคำนวณ ดังนั้นผู้สอนควรส่งเสริมทักษะการคำนวณ การแก้สมการ การเปลี่ยนหน่วยในระบบ SI ก่อนการจดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้การจัดการเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

3. ในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนควรที่จะมีการสุ่มหรือมีการใช้เว็บไซต์สำหรับการสุ่ม เพื่อให้เกิดความหลายและยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิดมากยิ่งขึ้น

4. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนควรกำหนดเวลาแต่ละขั้นให้ชัดเจนเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้เหมาะเพียงพอในการทำแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการ

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในโอกาสต่อไป

1. งานวิจัยการพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี พบว่าการสรุปและตรวจสอบคำตอบมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในทุกองค์ประกอบ ดังนั้น ในงานวิจัยต่อไปจึงควรศึกษาและนำแนวคิดหรือเทคนิคการสอนใหม่ ๆ ที่น่าสนใจมาบูรณา เพื่อที่จะพัฒนาองค์ประกอบดังกล่าวให้ดีขึ้น

2. จากการวิจัยผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC นอกจากจะส่งเสริมด้านแก้โจทย์ปัญหาแล้ว ยังมีแนวโน้มที่จะส่งเสริมตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยท่านอื่นสามารถนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยในโอกาสต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว).

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ครุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พิมครั้งที่ 2). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ . โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2566). มาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สำนักงานคณะกรรมการเขตพื้นที่การศึกษา.

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล. (2551). วิจัยเชิงปฏิบัติการแนวทางสำหรับครู. สำนักพิมพ์บริษัทนันพันธ์พริ้นติ้ง จำกัด.

ฆนัท ธาตุทอง. (2550). การออกแบบการสอนและบูรณาการ . ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

งานหลักสูตรสถานศึกษา ฝ่ายวิชาการและวิจัย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม). (2563). หลักสูตรสถาศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม).

จิตรา แก้วชัย และ หล้า ภาวภูตานนท์. (2553). การศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสรัคติวิสต์โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา, 4(2), 39–50.

ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2540). หลักการสอนทั่วไป = General principles of teaching . ม.ป.พ.

ชาตรี เกิดธรรม. (2547). เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. ไทยวัฒนาพานิช.

ญาสุมิน สุวรรณไตรย์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทิศนา แขมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4). ด่านสุทธาการพิมพ์จำกัด.

ทิศนา แขมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2553). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. ด่านสุทธาการพิมพ์

ทิศนา แขมมณี (2556). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่17). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.

ทิศนา แขมมณี. (2560). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ (พิมพ์ครั้งที่ 13). ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภดล แก้วเรือง. (2550). ผลการใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ (Co-op-Co) ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.

บำรุง กลัดเจริญ. (2527). วิธีสอนทั่วไป (พิมพ์ครั้งที่ 2). โครงการตำรามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพิษณุโลก.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). สุวีริยาสาส์น.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2556). วิจัยการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2561). วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน. คลังนานาวิทยา.

พัชรฎา พลเยี่ยม. (2564). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 15(3), 142–154.

พิจิตร ยังดำ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 1 ของนักเรียนระดับชั้น ปวส.1 สาขาวิชาก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง (รายงานการวิจัยในชั้น

เรียน).

มณธิรา ประเสริฐไทย. (2566). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 17(2).

รสกมลรัตน์ ศรีภิรมย์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับแนวคิด DAPIC. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม). (2566). ข้อมูลพื้นฐานโรงเรียน.

วัชรพล จันทรวงศ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2565). ผลการประเมินระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET). http://www.newonetresult.niets.or.th.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโล. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมทรง สุวพานิช. (2549). โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีและการปฏิบัติ. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สมบัติ แสงรุ่งเรือง. (2524). สู่การสอนทั่วไป. โครงการตำรา สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม.

สายหยุด สมประสงค์. (2523). ยุทธศาสตร์การคิด โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ. กรม

สามัญศึกษา.

สิริกานต์ ลำพาย. (2562). การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสภาพจริงตามกระบวนการแก้ปัญหาของ DAPIC เรื่อง “ความน่าจะเป็น” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย.มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2555). พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา. 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุคนธ์ธา ธรรมพุทโธ. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้แบบบรูณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุจินต์ สุทธิวรางกูล. (2558). การพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว23101 ตามแนวคิดของโพลยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับการสอนซ่อมเสริมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 2(1), 147–169.

สุณิสา สุมิรัตนะ. (2554). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC. Doctoral Dissertation, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

สุธิดา แสนวัง. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุพิน บุญชูวงศ์. (2536). หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 6). ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต.

สุรชัย วงศ์จันเสือ. (2555). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด

DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวร กาญจนมยูร. (2533). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เล่ม 3. ไทยวัฒนาพานิช.

สุวัฒน์ มุทธเมธา. (2523). การเรียนการสอนในปัจจุบัน. โอเดียนสโตร์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์...การสอนคิดสังเคราะห์. ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2558). 21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 10). ดวงกมลสมัย.

สุวิทย์ มูลคำ, & อรทัย มูลคำ. (2547). 19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ (พิมพ์ครั้งที่ 5).

โสมภิลัย สุวรรณ์. (2554). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลลำพูน. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

ไสว ฟักขาว. (2544). หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ. โอเดียนสโตร์.

หน่วยศึกษานิเทศน์. (2545). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สามลดา.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุษณี สีเมือง. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเรียนรู้การแก้ปัญหา DAPIC

ผ่านดิจิทัลแพลตฟอร์มเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นห้องโถงปีที่ 6 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ผ่านระบบ ดิจิทัล แพลตฟอร์มเพื่อเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Abdulah, Y., & Winarti, E. R. (2022). Mathematics Critical Thinking Abilyty in DAPIC Problem Solving Learning with Scientific-Realistic Mathematics Education (RME) Approach in Students Learning Independent. Unnes Journal of Mathematics Education, 11(2), 166–173. https://doi.org/10.15294/ujme.v11i2.59931

Adams, S. O., Onwadi, R. U., & Uka-Olugu Idika, J. (2021). Effect of Inductive and Deductive Teaching Methods on Students' Performance in Basic Science Among Junior Secondary Schools Students A Gender Study. American Journal of Education and Information Technology, 5(1), 27–36. https://doi.org/10.11648/j.ajeit.20210501.15

Barrows, H.S. and Tamblyn, R.M. (1980) Problem-based learning: An approach to medical education. Springer Publishing Company.

Chinda W, & Ikiroma B. (2021). Effect of deductive and inductive teaching methods on senior secondary school students' achievement in chemistry in Obio/Akpor local government area of Rivers State, Nigeria. International Journal of Academic Research and Development, 13–20. https://doi.org/www.academicjournal.in

Dewey, J. (1976). Moral Principle in Education. Boston. Houghton Mifflin Co.

Dorothy Gabel. (2000). Pupils' and Parents' Views of the School Science Curriculum. London. King's College London.

Eggen, Paul D, Donald P, Kauchak, & Robert J. Harder. (1983). Strategies for Teacher Information Processing Models in the Classroom. New Jersey. Englewood Cliffs Prentice – Hill.

Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research. Journal of Chemical Education, 76(4), 549-554.

Hasibah, B., Eti Rohaeti, E., Aryan, B., IKIP Siliwangi Bandung, P., Jend Sudirman, J., & Studi Pendidikan Matematika IKIP Siliwangi Bandung, P. (2018). Application of inductive-deductive approach to improve the ability of mathematical communication and self efficacy of junior high school student. Journal of Innovative Mathematics Learning, 1(1).

Hattie, J., & Jaeger, R. (1998). Assessment and classroom learning: A deductive approach. Assessment in Education: principles, policy & practice, 5(1), 111-122.

Heinmiller, L. E. (1925). A First Book in Education. Century Company. Cornell University.

Hilgard. (1967). Introduction to Psychology. New York. Harcourt Prace World.

Jamshid Arziqul, E., & Muzaffar Ilxomovich, T. (2022). Central asian journal of mathematical theory and computer sciences deduction method of teaching exact sciences. https://cajmtcs.centralasianstudies.org

Johnson, K. (2008). The Encyclopedia of Educational Psychology. Thousand Oaks. Sage Publications.

Kemmis, & McTaggart, R. (1988). The Action research planner, 3rd ed. Geelong: Deakin University, Australia.

Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. Journal of Social Issues, 2(4), 34–46. https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x

McGriff, Steven J. (2000). Instructional System Design (ISD): Using the ADDIE Model. Instructional Design Models, 226(14). 1-2.

Meier, S. L., Hovde, R. L., & Meier, R. L. (1996). Problem Solving: Teachers' Perceptions, Content Area Models, and Interdisciplinary Connections. School Science and Mathematics, 96(5), 230–237. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1996.tb10234.x

Meier S, L. . H. R. L. and M. R. L. (1996). Problem solving: Teachers' perceptions content area models and interdisciplinary connections. School Science and Mathematics, 96(5).

Polya, & George. (1975). How to solve it a new aspect of mathematical method. New Jerse. Princeton University Press.

Pratama, W. P., & Supriyatman. (2021). The analysis of hypothesis-deductive reasoning ability in learning particle dynamics. Journal of Physics: Conference Series, 1760(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1760/1/012005

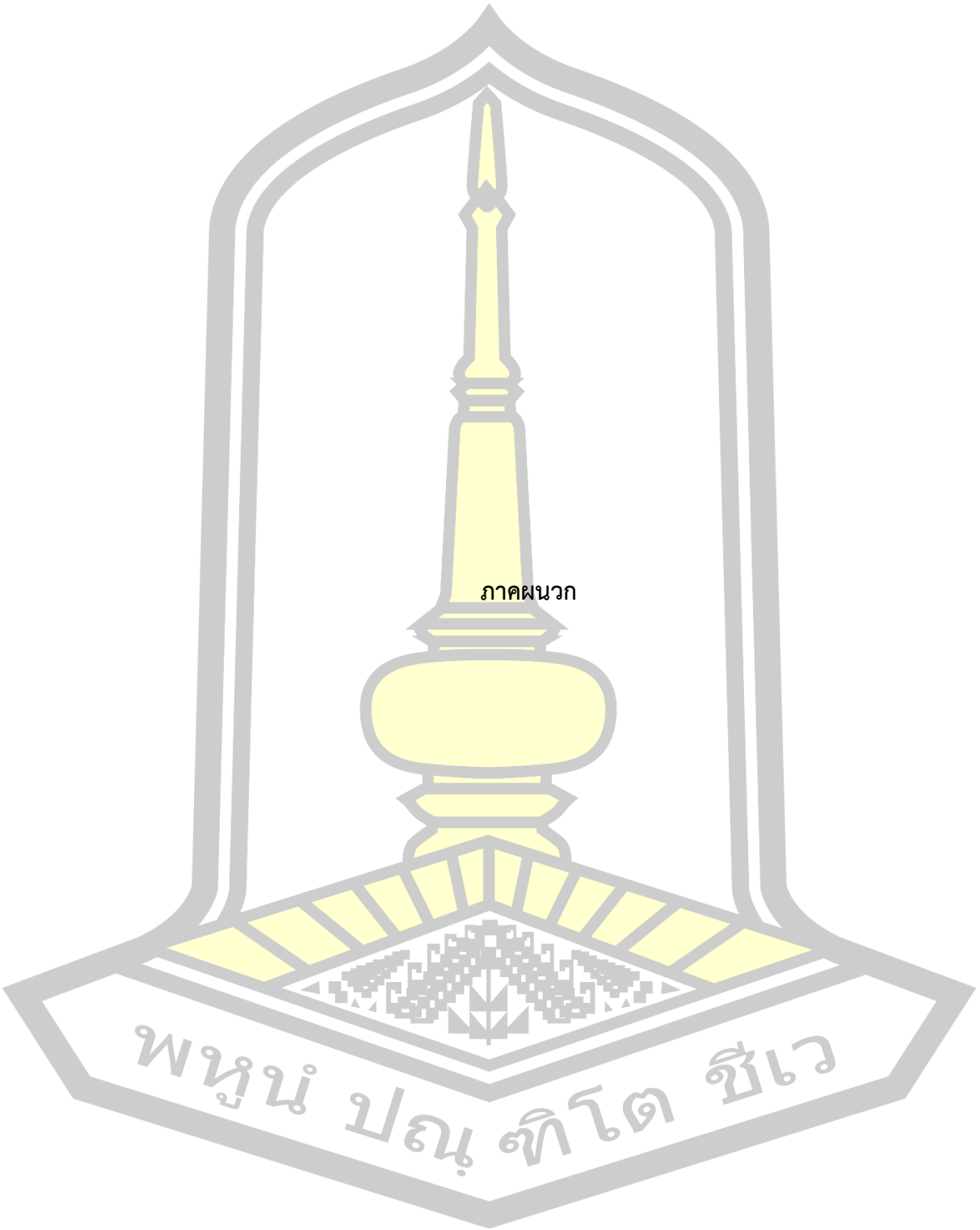
Prince & Felder. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. Journal of Engineering Education, 95(2), 123-138. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x

Shewhart, & Walter Andrew. (1980). Economic Control of Quality of Manufactured Product/50th Anniversary Commemorative Issue. American. Van Nostrand Reinhold Company.

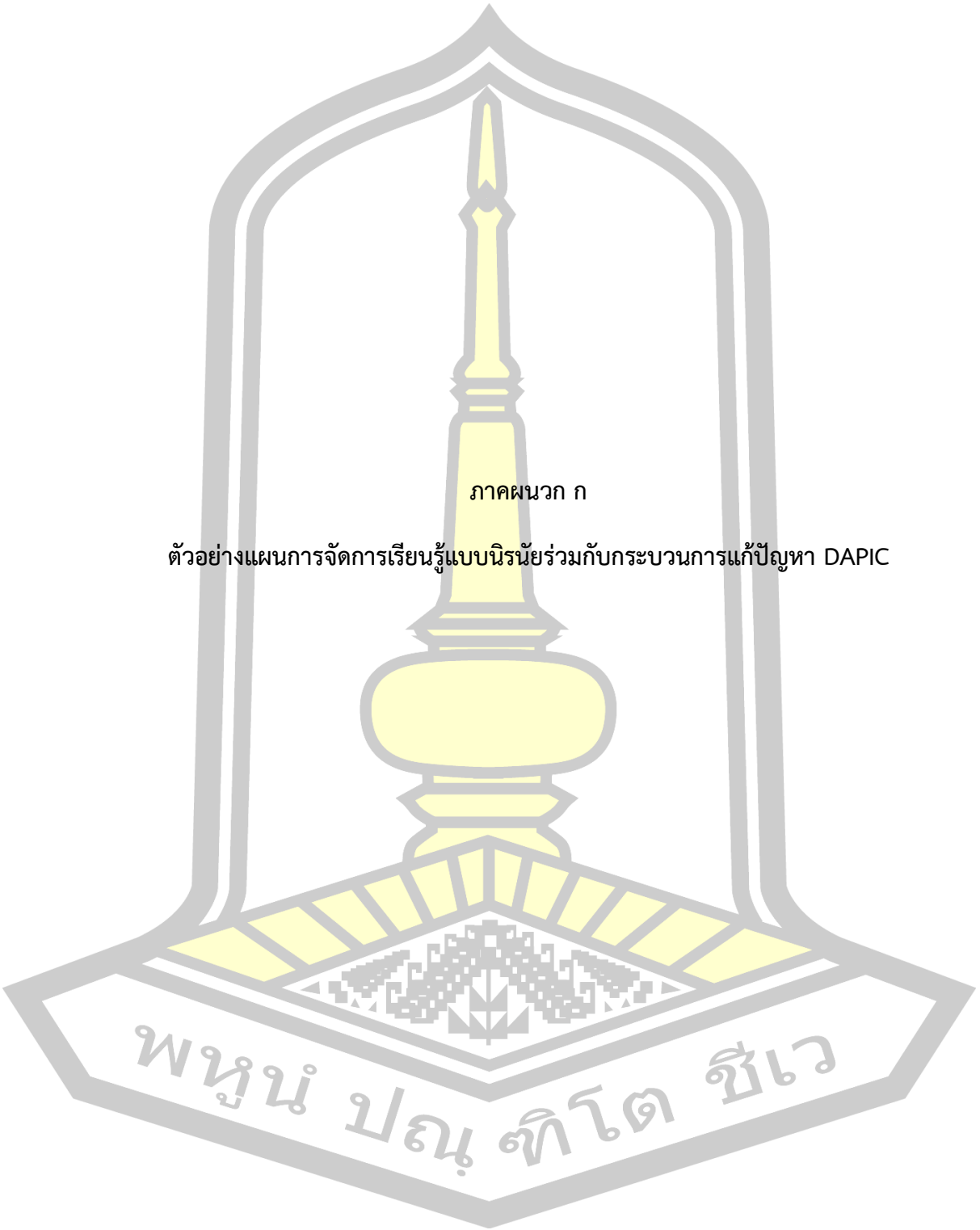
Sternberg. (2010). Educational psychology (2nded). Upper Saddle River. Pearson Education.

Trianawaty Anwar, N., Budi Waluya, S., Pascasarjana Unnes, K., & Kelud, J. (2018). Abilities of Mathematical Literacy Based on Self-Confidence in Problem Based Learning with DAPIC Problem-Solving Process. Journal of Mathematics Education, *7*(2), 152–160. http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmer

Wulandari, I. P. (2020). Integrated Between DAPIC Problem Solving Model and RME Approach to Enhance Critical Thinking Ability and Self Confidence. Anatolian Journal of Education, 5(2), 73. https://doi.org/10.29333/aje.2020.526a



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารในหน่วยร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2/2566

ผู้สอน นางสาวหฤทัย ดวงโสภา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

---

1. ผลการเรียนรู้

คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ

2. สาระสำคัญ

ความเข้มข้นของสารละลายเป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าในสารละลายหนึ่ง ๆ มีปริมาณตัวทำละลายจำนวนเท่าใดและการบอกความเข้มข้นของสารละลายสามารถบอกได้หลายวิธี ได้แก่ ร้อยละโดยมวลต่อมวล ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1.นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2. นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

ด้านคุณลักษณะ (A)

3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา

4. สาระการเรียนรู้

ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

พฺรหฺมปณฺฑิโต ชีเว

5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

วิธีสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตปัญหา

1.1 นักเรียนทำการแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 - 4 คน ตามความสมัครใจ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่มของตนเอง

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ (ทำเป็นรายบุคคล)

1.3 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาจากใบกิจกรรมต่อไปนี้

หากนำสาร NaOH มา 80 กรัม ละลายในน้ำ 120 กรัม โดยกำหนดความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3 หากนักเรียนต้องการทราบร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร

1.4 นักเรียนทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาตามที่ครูได้ยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา จากนั้นครูถามนักเรียนว่า “สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบอะไร สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหามีอะไรบ้าง และ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร”

1.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดกับเพื่อน ๆ และวิเคราะห์ประเด็นภายในกลุ่มตัวเอง จากนั้นให้นักเรียนทำการเขียนลงใบกิจกรรมข้อที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และข้อที่ 2 ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A) และกระดาษโน้ตที่ครูแจกให้

1.6 นักเรียนแต่กลุ่มเลือกตัวแทน 1 คน เพื่อที่จะเป็นตัวแทนนำกระดาษโน๊ตมาติดบนกระดาษหน้าชั้นเรียนในช่องสัญลักษณ์ A และ D ที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้

1.7 ครูทำการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่นำกระดาษโน๊ตมาติดไว้บนกระดาน

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ

2.1 ครูสอนเนื้อหา เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ดังนี้

สารละลายประกอบด้วยตัวทำลายและตัวละลายในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณของสารละลายสามารถระบุในรูปของความเข้มข้นในหน่วยร้อยละของสารละลายสามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อมวล (\%W/W)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$$

เช่น สารละลายยูเรเนียเข้มข้นร้อยละ 25 โดยมวล หมายความว่าในสารละลายยูเรีย 100 กรัม มียูเรียละลายอยู่ 25 กรัม หรือ ในสารละลายยูเรีย 100 กรัม ยูเรียละลายอยู่ 25 กิโลกรัม

$$\text{ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (\%V/V)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$$

เช่น ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) ลูกบาศก์เดซิเมตร (dm^3) หรือ ลิตร (L)

เช่น สารละลายเอทานอลในน้ำเข้มข้นร้อยละ 20 โดยปริมาตร หมายความว่า ในสารละลาย 100 cm^3 มีเอทานอลละลายอยู่ 20 cm^3 เป็นต้น

$$\text{ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(\% W/V)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$$

เช่น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm^3) กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (kg/dm^3) เป็นต้น

เช่น สารละลายกลูโคสเข้มข้นร้อยละ 30 โดยมวลต่อปริมาตร หมายความว่า ในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) มีกลูโคสละลายอยู่ 30 กรัม หรือในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร (dm^3) มีกลูโคสละลายอยู่ 20 กิโลกรัม

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มรวมรวบความรู้ทฤษฎีจากที่ได้ศึกษาหาข้อมูล จากนั้นนักเรียนวางแผนแนวทางที่เหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหา และถามนักเรียนว่า “นักเรียนมีแนวทางการวางแผนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร และมีวิธีการอย่างไรจึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้”

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดกับเพื่อน ๆ และวิเคราะห์ประเด็นภายในกลุ่มตัวเอง จากนั้นนักเรียนทำการเขียนลงใบกิจกรรมข้อที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P) และกระดาษโน้ตที่ครูแจกให้

2.4 นักเรียนแต่กลุ่มเลือกตัวแทน 1 คน เพื่อที่จะเป็นตัวแทนนำกระดาษโน๊ตมาติดบนกระดาษหน้าชั้นเรียนในช่องสัญลักษณ์ P ที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้

2.5 ครูทำการตรวจแผนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่นำกระดาษโน๊ตมาติดไว้บนกระดาน จากนั้นครูให้คำชี้แนะเพิ่มเติมเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ

3.1 นักเรียนร่วมกันนำทฤษฎี หลักการ ที่ได้เรียนรู้ไปนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดแสดงวิธีทำเติมคำตอบลงในช่องว่าง โดยดำเนินการตามแผนที่วางไว้ จากนั้นทำการบันทึกลงในข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I) และบันทึกลงในกระดาษโน้ตที่ครูแจกให้

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำกระดาษโน้ตมาปิดไว้บนกระดานในสัญลักษณ์ I ตามที่ครูได้กำหนดไว้

3.4 ครูตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ติดไว้กระดานหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุป

4.1 นักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ถูกต้องหรือไม่ จากนั้นเขียนบันทึกลงในข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกตัวแทนออกมานำกระดาษโน๊ตมาติดไปบนกระดานหน้าชั้นเรียนในสัญลักษณ์ I ตามที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้

4.3 ครูทำการตรวจสอบแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นทำการอธิบายกรณีที่มีคำตอบไม่ถูกต้อง

4.4 ครูสุ่มตัวแทนจำนวน 3 กลุ่ม เพื่อออกมานำเสนอแนวคิดวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มตัวเองทั้งหมด

4.5 นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของกลุ่มที่นำเสนอ

4.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปสิ่งที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ลงในสมุดจดของตนเอง

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ

5.1 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ เป็นกลุ่มกลุ่ม 3 - 4 คน ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	**การวัดและประเมินผลการเรียนรู้**		
	วิธีการ	**เครื่องมือ**	**เกณฑ์การประเมิน**
ด้านความรู้ (K) 1.นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	ใบกิจกรรมที่ 1	แบบประเมินความรู้ความเข้าใจ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	นักเรียนได้คะแนนตอนที่ 1 ของแบบฝึกหัดร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านกระบวนการ (P) 2. นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	แบบฝึกหัดที่ 1	แบบประเมินทักษะกระบวนการ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	นักเรียนได้คะแนนตอนที่ 2 ของแบบฝึกหัดร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตความร่วมมือในชั้นเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนได้คะแนนจากแบบสังเกต ร้อยละ 70 ขึ้นไป

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

2. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

3. หนังสือเรียนรายวิชา เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชา เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวหฤทัย ดวงโสภา)

ครูผู้สอน

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

สถานการณ์โจทย์ปัญหา

หากนำสาร NaOH มา 80 กรัม ละลายในน้ำ 120 กรัม โดยกำหนดความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3 หากนักเรียนต้องการทราบร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และ ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

.....

.....

.....

.....

.....

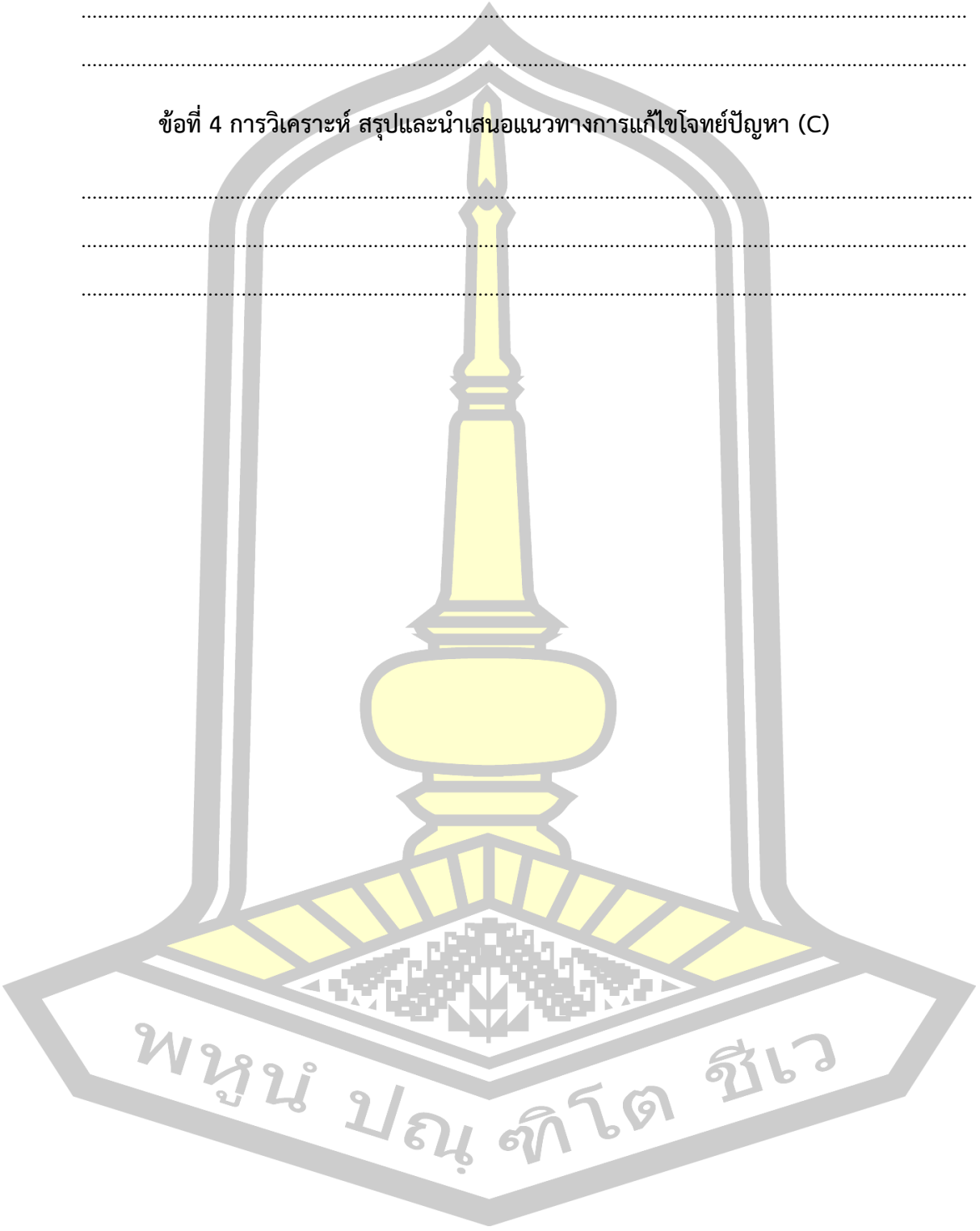
.....

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

.....

.....

.....



แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

สมาชิกในกลุ่ม

1) ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

2) ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

3) ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

4) ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

จงอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละพร้อมยกตัวอย่างร้อยละโดยมวลต่อมวล ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

1. เมื่อนำกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 25 กรัม ละลายในน้ำได้สารละลาย 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยมวล (กำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำ = 1 g/cm^3)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

.....

.....

.....

.....

2. เอทานอล 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายในน้ำได้สารละลาย 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายเอทานอลมีความเข้มข้นร้อยละเท่าไรโดยปริมาตรต่อปริมาตร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

.....

.....

3. ถ้าเกลือแกง 5 กรัม ละลายน้ำได้สารละลาย 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นร้อยละเท่าไรโดยมวลต่อปริมาตร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

สถานการณ์โจทย์ปัญหา

หากนำสาร NaOH มา 80 กรัม ละลายในน้ำ 120 กรัม โดยกำหนดความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3 หากนักเรียนต้องการทราบร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และ ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

ร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

สาร NaOH มา 80 กรัม ละลายในน้ำ 120 กรัม โดยกำหนดความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

หาความเข้มข้นร้อยละโดยมวล

โจทย์กำหนดสาร NaOH มา 80 กรัม มวลของสารละลาย 200 กรัม จึงใช้สูตร

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อมวล (%W/W) $= \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$

หาความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตร

โจทย์กำหนดสาร NaOH มา 80 กรัม มวลของสารละลาย 200 กรัม ความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3 จึงใช้สูตรหาปริมาตรของน้ำ

จากสูตร D = $\frac{m}{v}$ จากนั้นหาความเข้มข้นร้อยละโดยใช้สูตร

ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%V/V) = $\frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}}$ x 100%

หาความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

โจทย์กำหนดสาร NaOH มา 80 กรัม มวลของสารละลาย 200 กรัม ความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3 จึงใช้สูตรหาปริมาตรตัวถูกละลายจากสูตร D = $\frac{m}{v}$ จากนั้นหาความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(% W/V) = $\frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}}$ x 100%

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

หาความเข้มข้นร้อยละโดยมวล

โจทย์กำหนดสาร NaOH มา 80 กรัม ละลายในน้ำ 120 กรัม จึงใช้สูตร

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อมวล (%W/W) = $\frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}}$ x 100

= $\frac{80\ x\ 100}{80+120}$

= 40 %

หาความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตร

โจทย์กำหนดสาร NaOH มา 80 กรัม ละลายในน้ำ 120 กรัม ความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3 หาปริมาตรจากสูตร

D = $\frac{m}{v}$

1.2 = $\frac{80}{v}$

V = 66.67 cm^3

ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%V/V) = $\frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}}$ x 100%

= $\frac{80\ x\ 100}{66.67+120}$

= 42.85 %

หาความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรโจทย์กำหนดสาร NaOH มา 80 กรัม ละลายในน้ำ 120 กรัม ความหนาแน่นของ NaOH = 1.2 g/cm^3 หาปริมาตรจากสูตร

$$D = \frac{m}{v}$$

$$1.2 = \frac{80}{v}$$

$$v = 66.67 \text{ cm}^3$$

หานั้นหาความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรจากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(\% W/V)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$$

$$= \frac{66.67 \times 100}{66.67+120}$$

= 35.715 %

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

ดังนั้น ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อมวล (%W/W) = 40 %

ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%V/V) = 42.85 %

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(% W/V) = 35.715

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

จงอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละพร้อมยกตัวอย่างร้อยละโดยมวลต่อมวล ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

เป็นการบอกปริมาณของตัวละลายต่อร้อยส่วนของสารละลาย สารละลายประกอบด้วยตัวทำลายและตัวละลายในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณของสารในละลายสามารถระบุในรูปของความเข้มข้นในหน่วยร้อยละของสารละลาย เช่น สารละลายยูเรีย 100 กรัม มียูเรียละลายอยู่ 25 กรัม ในสารละลาย 100 cm^3 มีเอทานอลละลายอยู่ 20 cm^3 และในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร (dm^3) มีกลูโคสละลายอยู่ 20 กิโลกรัม

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

1. เมื่อนำกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 25 กรัม ละลายในน้ำได้สารละลาย 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยมวล (กำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำ = 1 g/cm^3)

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

ความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยมวล

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

กรดไฮโดรคลอริกจำนวน 25 กรัม ละลายในน้ำ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข้อที 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

หาความเข้มข้นร้อยละโดยมวลโดยใช้สูตร

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(% W/V) $= \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(% W/V) = $\frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}}$ x 100%

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(% W/V) = $\frac{25\ g}{250\ cm^3}$ x 100%

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(% W/V) = 10%

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

ดังนั้น ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 10%

2. เอทานอล 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายในน้ำได้สารละลาย 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายเอทานอลมีความเข้มข้นร้อยละเท่าไรโดยปริมาตรต่อปริมาตร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

สารละลายเอทานอลมีความเข้มข้นร้อยละเท่าไรโดยปริมาตรต่อปริมาตร

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

เอทานอล 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายในน้ำได้สารละลาย 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

หาความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตรโดยใช้สูตร

ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%V/V) = $\frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}}$ x 100%

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%V/V) = $\frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}}$ x 100%

ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%V/V) = $\frac{10\ g}{200\ cm^3}$ x 100%

ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%V/V) = 5%

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

ดังนั้น ความเข้มข้นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร 5%

3. ถ้าเกลือแกง 5 กรัม ละลายน้ำได้สารละลาย 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นร้อยละเท่าไรโดยมวลต่อปริมาตร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (D) และระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (A)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่าใด

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

เกลือแกง 5 กรัม ละลายน้ำได้สารละลาย 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข้อที่ 2 วางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (P)

2.1 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

หาความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรโดยใช้สูตร

$$\text{ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(\% W/V)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$$

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้โดยละเอียด (I)

$$\text{ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(\% W/V)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$$

$$\text{ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(\% W/V)} = \frac{5\ g}{200\ cm^3} \times 100\%$$

ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(% W/V) = 2.5 %

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์ สรุปและนำเสนอแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหา (C)

ดังนั้น ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 2.5 %

แบบประเมินแบบฝึกหัด (ด้านความรู้)

เรื่อง ความเข้มข้นของสารในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คำตอบข้อที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ						รวม 4 คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	
		อธิบายความหมายของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ			ยกตัวอย่างความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ				ผ่าน	ไม่ผ่าน
		2	1	0	2	1	0			

ผ่านเกณฑ์ คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้

คำตอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. อธิบายความหมายของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	อธิบายความหมายของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ถูกต้องทั้งหมด	อธิบายความหมายของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	ไม่เขียนอธิบายความหมายของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละเลย
2. ยกตัวอย่างความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	ยกตัวอย่างความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด	ยกตัวอย่างความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	ไม่เขียนยกตัวอย่างความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละเลย

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เรื่อง ความเข้มข้นของสารในหน่วยร้อยละ

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน						คะแนนรวม
		ความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย			ความตรงต่อเวลา			
		2	1	0	2	1	0	

ผ่านเกณฑ์ คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูสั่ง	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูเตือน	ไม่ทำงานที่สั่งเลย
ความตรงต่อเวลา	ส่งงานตรงเวลาภายในคาบเรียน	ส่งงานล่าช้าเกิน 1 วัน	ไม่ส่งงาน

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

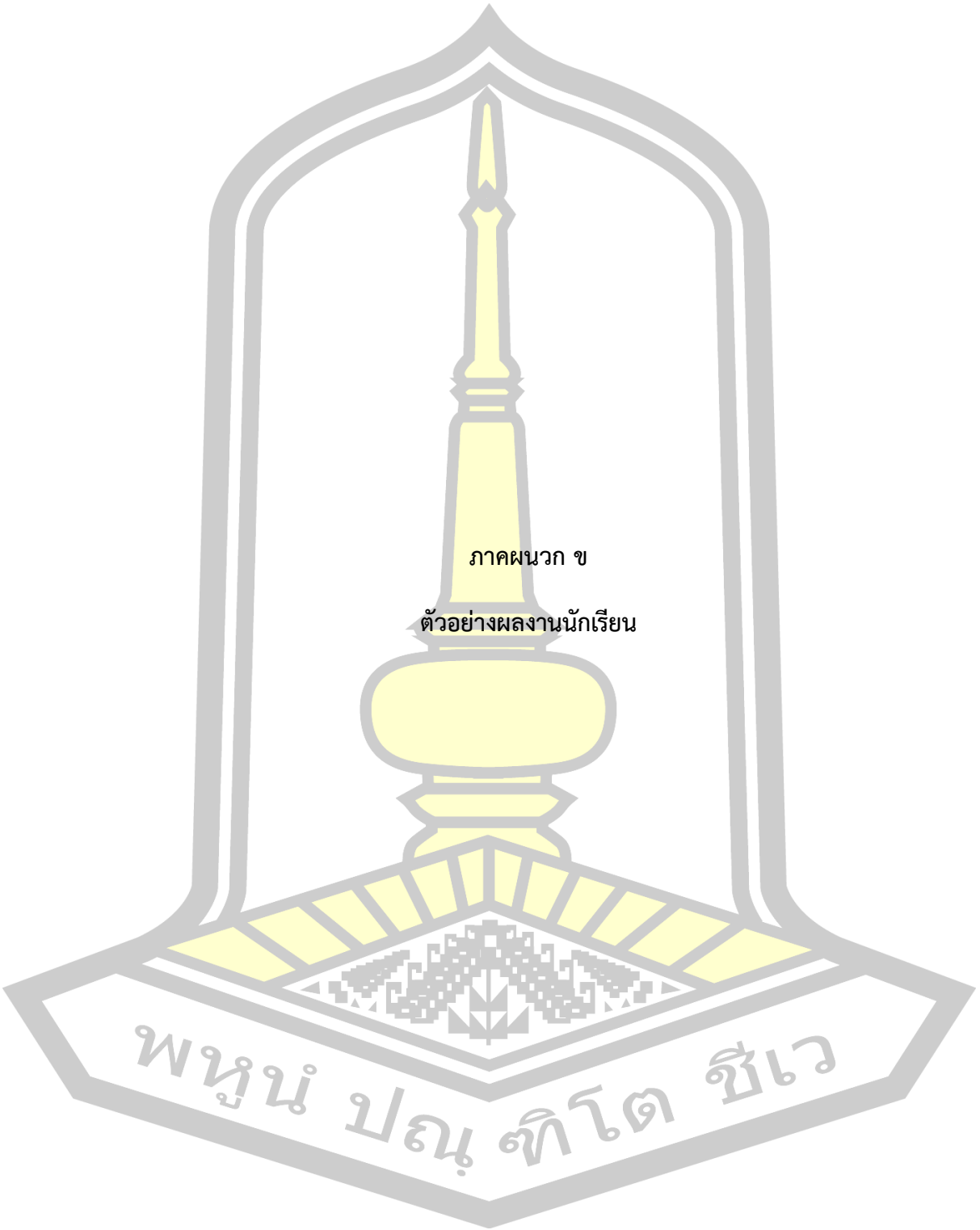
แบบประเมินทักษะ เรื่อง ความเข้มข้นของสารในหน่วยร้อยละ

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน					เกณฑ์การประเมิน	
		การทำความเข้าใจปัญหา (2 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (2 คะแนน)	การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)	การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (2 คะแนน)	รวม (8 คะแนน)	ผ่าน	ไม่ผ่าน

ผ่านเกณฑ์ คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
1. การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องหรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนตอบ
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	1	วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	1	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาด เล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา
4. การสรุปและตรวจสอบคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบถูกต้องครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนคำตอบ



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

แบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 2

ชื่อ – สกุล [redacted] **ชั้น** ม.4/4 **เลขที่** 14

<u>คำชี้แจง</u> แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

1. นำเกลือแกง (<u>NaCl</u>) (23, 35.5) 58.5 g มาละลายน้ำได้สารละลายมีปริมาตร 500 cm^3 จงหาว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่ mol/l

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

โจทย์ให้หา โมลาร์ (M) ✓ 2

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

- แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ลงในสูตร ✓ $mol = \frac{CV}{1000}$ $n = \frac{g}{Mw}$
- หาคำตอบจากสูตร ✓ $M = \frac{\text{โมลตัวถูก}}{\text{ปริมาตรของสาร}}$ ✓

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

$\frac{58.5}{58.5} = \frac{C(500)}{1000}$ ✓

$\frac{1000}{500} = C$

$C = 2\ mol/L$ ✓ 2

ข้อที่ 4 การสรุปคำตอบและตรวจสอบ

สารละลายนี้มีความเข้มข้น 2 mol/l ✓

ตรวจสอบ $2 = \frac{\text{โมลตัวถูก}}{0.5}$

โมลตัวถูก = 1 mol ✓ 2

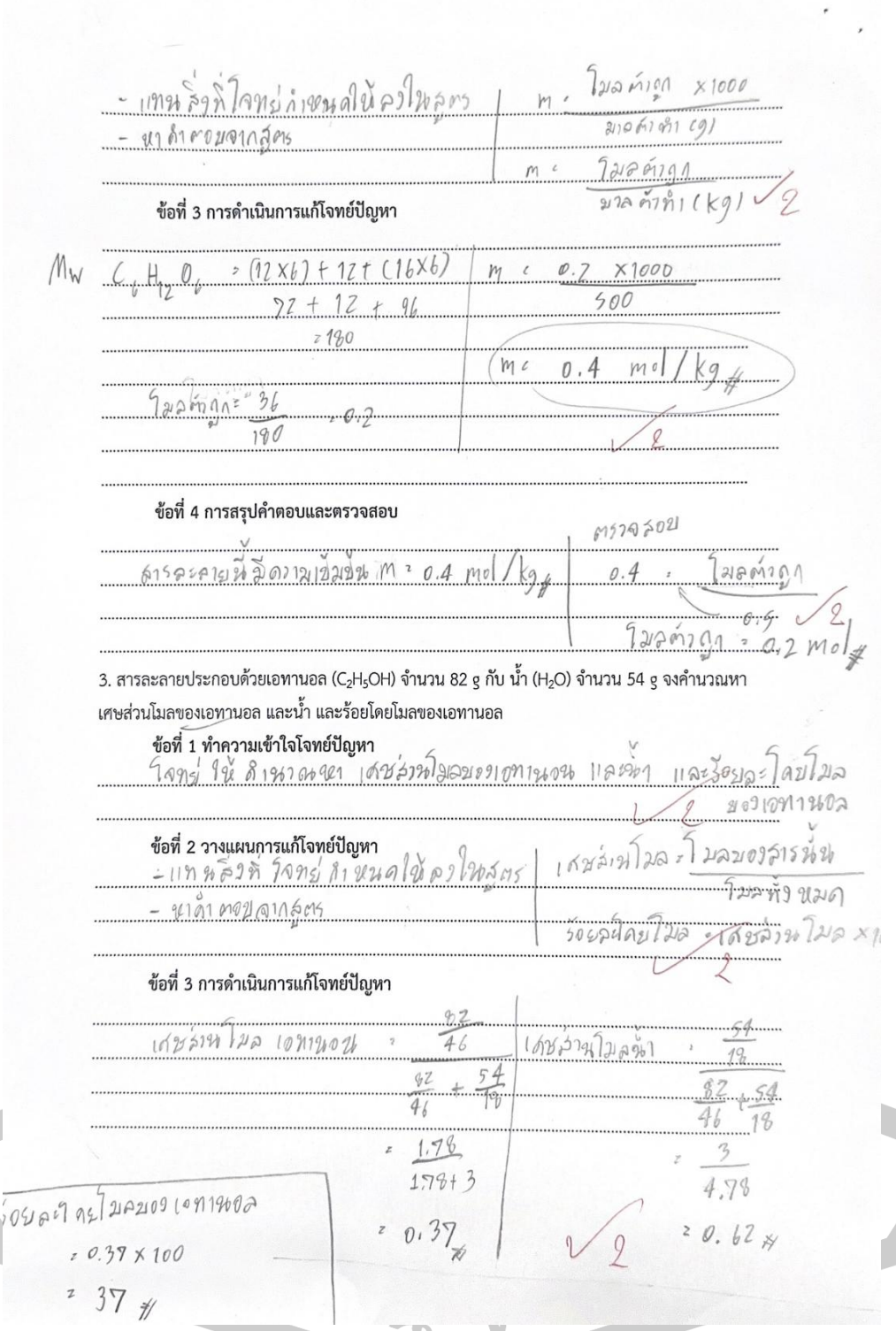
2. สารละลายกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 36 g ในน้ำ <u>500</u> g จงหาว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมแลล (C=12 , H=1 O=16)

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

โจทย์ให้หา โมแลล (m) 2

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

ปณ ปณ ทิโต



3. สารละลายประกอบด้วยเอทานอล (C_2H_5OH) จำนวน 82 g กับ น้ำ (H_2O) จำนวน 54 g จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของเอทานอล และน้ำ และร้อยโดยโมลของเอทานอล

ข้อที่ 4 การสรุปคำตอบและตรวจสอบ

ได้คำตอบดังนี้

เศษส่วนโมล C_2H_5OH = 0.37

เศษส่วนโมล H_2O = 0.62

ร้อยละโดยโมล C_2H_5OH = 37

ตรวจสอบ

C_2H_5OH

$$0.37 = \frac{\text{โมล } C_2H_5OH}{4.78}$$

โมล C_2H_5OH = 1.78 //

H_2O

$$0.62 = \frac{\text{โมล } H_2O}{4.78}$$

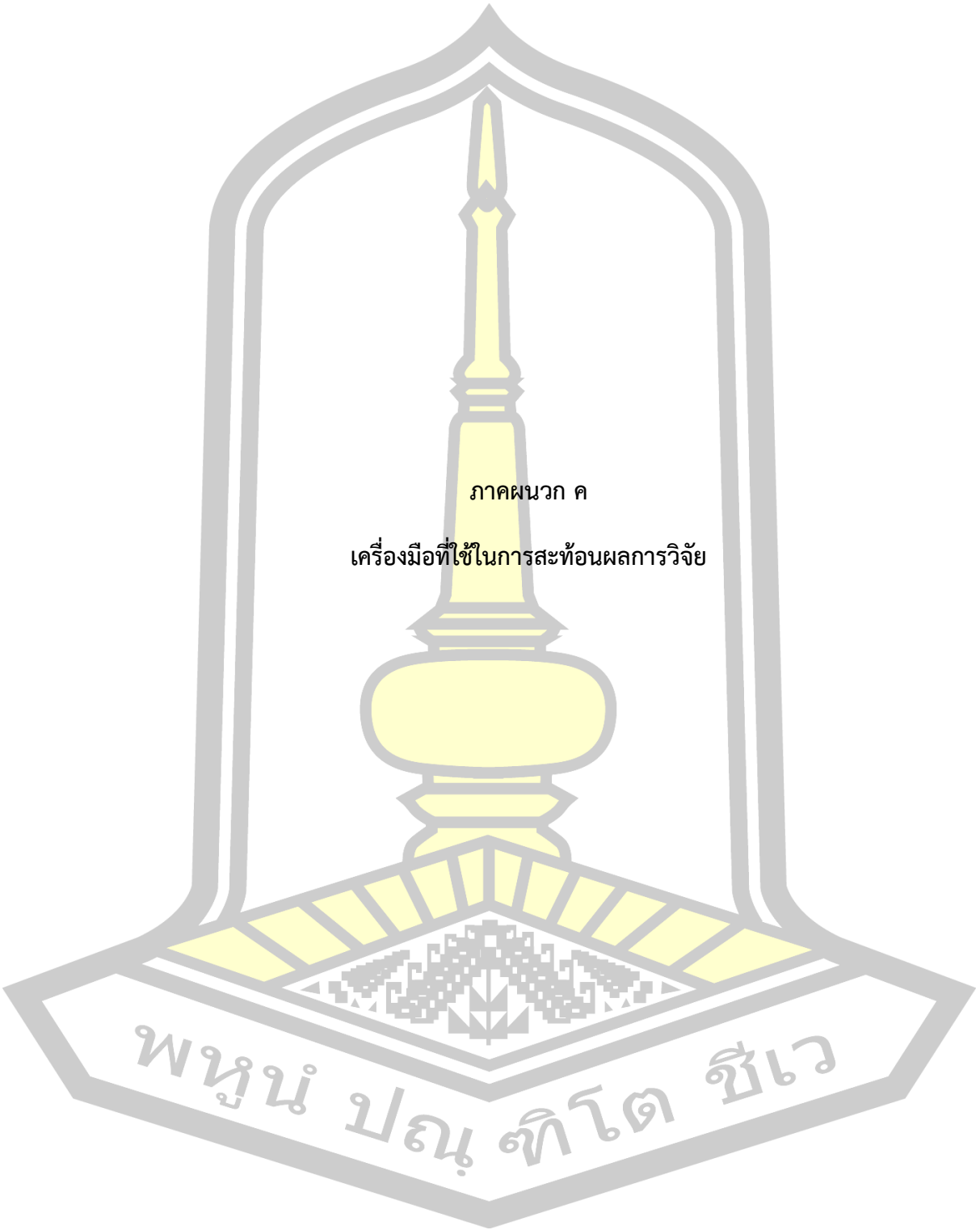
โมล H_2O = 3 //

ร้อยละโดยมวล C_2H_5OH

37 = เศษส่วนโมล $C_2H_5OH \times 100$

เศษส่วนโมล C_2H_5OH = 0.37 //

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย

แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

ชื่อ – สกุล..... ชั้น ..... เลขที่ .....

<u>คำชี้แจง</u> แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

1. โซเดียมคลอไรด์ NaCl 50 กรัม ในน้ำ 200 กรัม โดยกำหนดความหนาแน่นของ NaCl = 1.5 g/cm^3 หากนักเรียนต้องการทราบร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

2. จากการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างจากแม่น้ำแห่งหนึ่งพบว่ามีออกซิเจน 4 ppm โดยมวลต่อปริมาตร จงคำนวณหามวลของออกซิเจนในน้ำตัวอย่าง 200 mL ว่ามีกี่กรัม

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

3. ในสารละลายเลด (II) ไนเตรต ($Pb(NO_3)_2$) มีสารละลายเลด (II) ไนเตรต อยู่ 2.5 g และน้ำ 200 g สารละลายมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

พุทธ ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 2

ชื่อ – สกุล..... ชั้น ..... เลขที่ .....

<u>คำชี้แจง</u> แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

1. นำเกลือแกง (NaCl) 58.5 g มาละลายน้ำได้สารละลายมีปริมาตร 500 cm^3 จงหาว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่ mol/l

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

2. สารละลายกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 36 g ในน้ำ 500 g จงหาว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมแลล (C=12 , H=1 O=16)

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

3. สารละลายประกอบด้วยเอทานอล (C_2H_5OH) จำนวน 82 g กับ น้ำ (H_2O) จำนวน 54 g จง คำนวณหาเศษส่วนโมลของเอทานอล และน้ำ และร้อยโดยโมลของเอทานอล

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

แบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 3

สกุล..... ชั้น ..... เลขที่ .....

<u>คำชี้แจง</u> แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

1. ถ้าเตรียมสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) เข้มข้น 0.10 โมลต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จะต้องใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรตกี่กรัม

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

2. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/l จำนวน 150 cm^3 เมื่อนำมาเติมน้ำกลั่นจะมีปริมาตร 350 cm^3 สารละลายใหม่มีความเข้มข้นเท่าไร

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

3. เมื่อละลายน้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$) จำนวน 25 g ในน้ำ 500 g สารละลายที่ได้มีจุดเยือกแข็งเท่าใด (น้ำมี K_f = 1.86 °C/m, และมวลอะตอมของ C=12 , H=1 , O=16)

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

.....

.....

ข้อที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

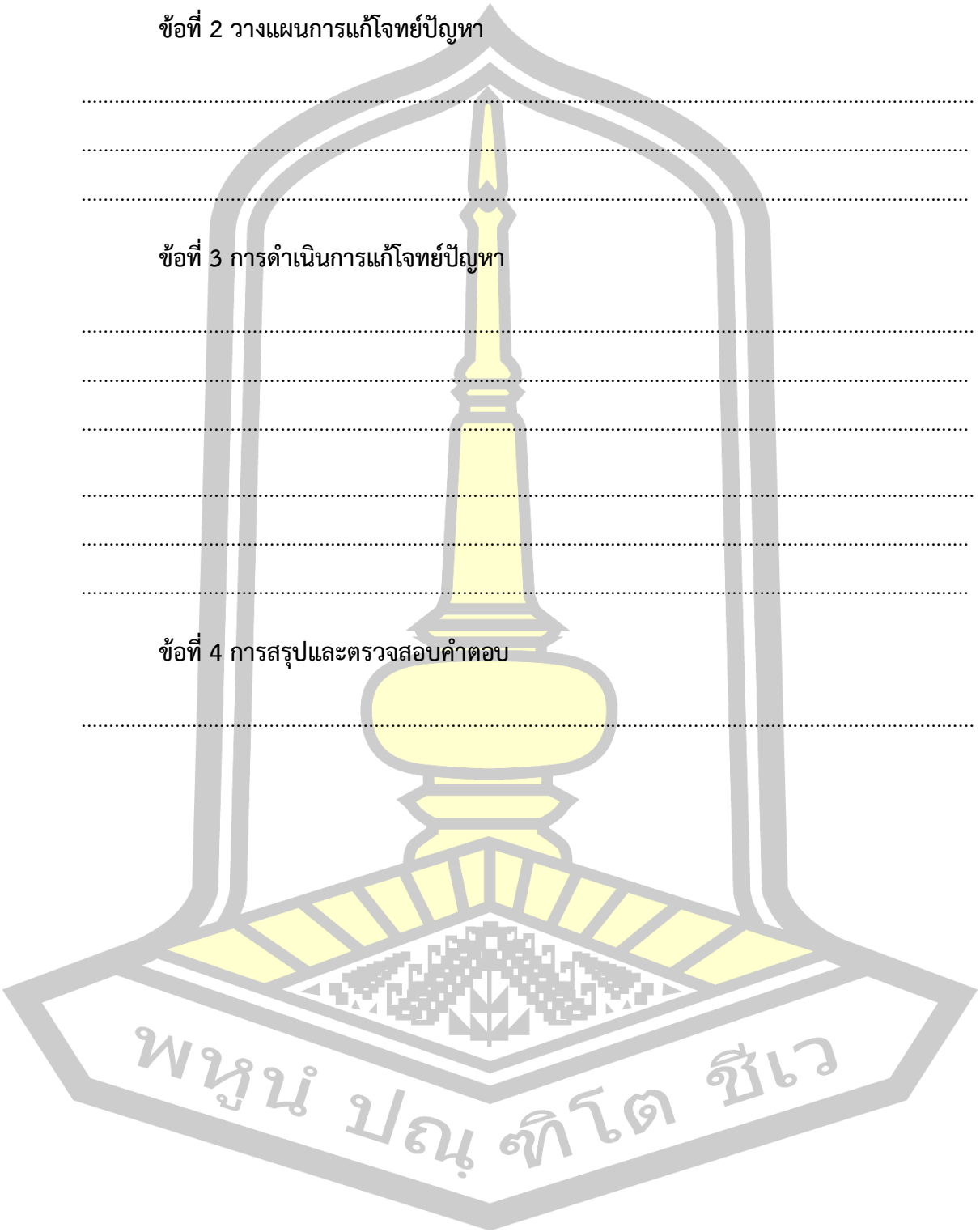
.....

.....

.....

ข้อที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

.....



แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างโจทย์ปัญหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 50 กรัม ในน้ำ 200 กรัม โดยกำหนดความหนาแน่นของ NaCl = 1.5 g/cm^3 หากนักเรียนต้องการทราบร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร			
นักเรียนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายส่วนในล้านส่วนได้	จากการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างจากแม่น้ำแห่งหนึ่งพบว่ามีออกซิเจน 4 ppm โดยมวลต่อปริมาตร จงคำนวณหามวลของออกซิเจนในน้ำตัวอย่าง 200 mL ว่ามีกี่กรัม			
นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายส่วนในพันล้านส่วนได้	ในสารละลายเลด (II) ไนเตรต ($Pb(NO_3)_2$) มีสารละลายเลด (II) ไนเตรต อยู่ 2.5 g และน้ำ 200 g สารละลายมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน			
นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีได้	นำเกลือแกง (NaCl) 58.5 g มาละลายน้ำได้สารละลายมีปริมาตร 500 cm^3 จงหาว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่ mol/l			
นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นในหน่อยโมแลริตีได้	สารละลายกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 36 g ในน้ำ 500 g จงหาว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมแลล (C=12 , H=1 O=16)			
นักเรียนสามารถคำนวณหาเศษส่วนโมลของสารละลายได้	สารละลายประกอบด้วยเอทานอล (C_2H_5OH) จำนวน 82 g กับ น้ำ (H_2O) จำนวน 54 g จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของเอทานอล น้ำ และร้อยโดยโมลของเอทานอล			
นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมารสาร	ถ้าเตรียมสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) เข้มข้น 0.10 โมลต่อลิตร ปริมาตร			

จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
บริสุทธิ์เพื่อใช้ในการเตรียมสารละลายได้	100 มิลลิลิตร จะต้องใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรตกี่กรัม			
นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรที่ต้องเจือจางของสารละลายเข้มข้นได้	สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/l จำนวน 150 cm^3 เมื่อนำมาเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 350 cm^3 สารละลายใหม่มีความเข้มข้นเท่าไร			
นักเรียนสามารถคำนวณหาจุดเดือดและจุดเยือกแข็งได้	เมื่อละลายน้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$) จำนวน 25 g ในน้ำ 500 g สารละลายที่ได้มีจุดเยือกแข็งเท่าใด (น้ำมี K_f = 1.86 $^{o}C/m$, และมวลอะตอมของ C=12 , H=1 , O=16)			

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อย โดยนำรูปแบบของ Polya (1957) และ สิริกานต์ ลำพาย (2562) ปรับและประยุกต์ใช้ในการให้คะแนนแบบทดสอบการวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพยาซึ่งมีรายละเอียด ดังตาราง

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
1. การทำความเข้าใจปัญหา	2	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องหรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนตอบ
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	1	วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	1	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาด เล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ
	0	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา
4. การสรุปและตรวจสอบคำตอบ	2	เขียนสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบถูกต้องครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนคำตอบ

แบบประเมินเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics)

วิชา เคมี 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2/2566

คำชี้แจง แบบประเมินเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) นี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมตามนิยายศัพท์เฉพาะ

ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี หมายถึง ความสามารถที่นำความรู้มาวิเคราะห์และสาเหตุของโจทย์ปัญหา จากนั้นวางแผนหาวิธีในทั้งการแก้โจทย์ปัญหาและการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้โจทย์ปัญหารวมทั้งมีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหานั้น โดยจะเน้นการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของ Polya (1957) ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนเพื่อที่จะแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางแผนการแก้ปัญหาไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ ที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุผลของคำตอบและวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบ	ข้อเสนอแนะ
1. การทำความเข้าใจปัญหา	
ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง	
ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง	

องค์ประกอบ	ข้อเสนอแนะ
หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน	
ไม่มีการเขียนตอบ	
2. การวางแผนแก้ปัญหา	
ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง	
วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน	
ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและวางแผนการ แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบเลย	
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	
แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน	
แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการคำนวณผิดพลาด เล็กน้อย หรือแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่แสดงไม่สิ้นสุดจนได้คำตอบ	
แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา	
4. การสรุปและตรวจสอบคำตอบ	
เขียนสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	
มีร่องรอยการสรุปคำตอบและมีการแสดงวิธีการตรวจสอบได้ถูกต้องบางส่วน	
ไม่มีการเขียนคำตอบ	

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน

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

วงจรปฏิบัติการที่ ..... เรื่อง ..... วัน ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนการสอนครั้งต่อไป

คำถามด้านกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีคืออะไร และมีแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา

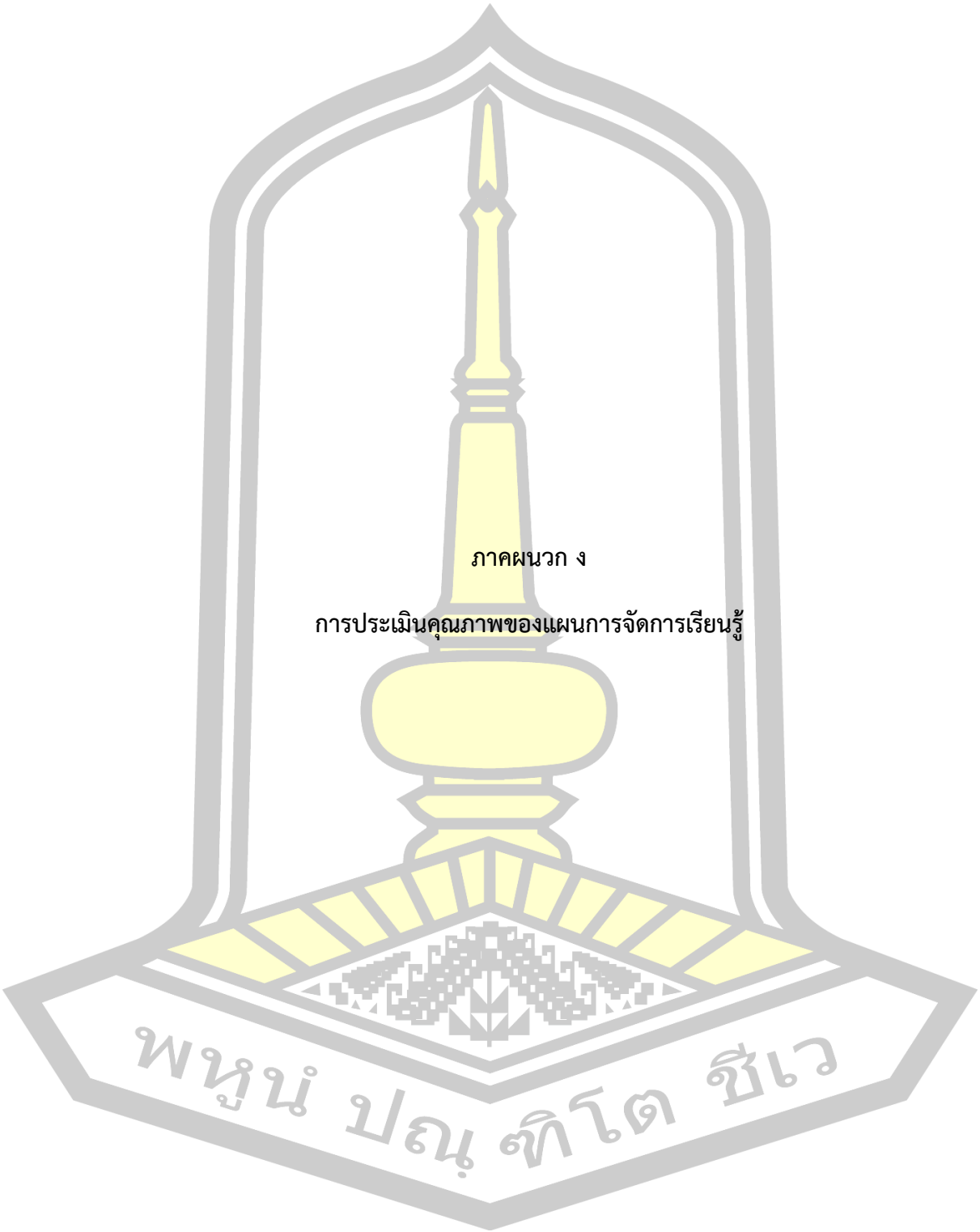
คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียนและเติมคะแนน

เลขที่	พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา				รวม (8คะแนน)
	ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา (2คะแนน)	ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (2คะแนน)	ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา (2คะแนน)	ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ (2คะแนน)	

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา	นักเรียนบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง บอกได้โจทย์ต้องการทราบอะไร และบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง/บอกได้โจทย์ต้องการทราบอะไร/บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	นักเรียนไม่สามารถบอกปัญหาจากโจทย์ปัญหาได้
2. ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	นักเรียนระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและออกแบบการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหา/ออกแบบการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	นักเรียนไม่สามารถเขียนวิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้
3. ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา	นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนถูกต้องครบถ้วนและคำตอบถูก	นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนถูกต้องแต่คำตอบผิด/แสดงคำตอบการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาได้
4. ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ	นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบอย่างสมเหตุผลและตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบอย่างสมเหตุผล/ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	นักเรียนไม่สามารถเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบได้



ภาคผนวก ง

การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 30 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

รายการประเมิน	ค่า เฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชายที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. สาระสำคัญ										
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.6	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4.6	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	มากที่สุด
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	4.6	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมวัยของผู้เรียน	4.8	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้										
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาได้	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้										
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.4	4.4	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	4.6	4.2	4.2	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	4.6	4.2	4.4	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
4. การวัดและการประเมินผล										
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.4	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด

รายการประเมิน	ค่า เฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชายที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้									ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้										มากที่สุด
5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4.4	4.4	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.4	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	4.2	4.2	4.4	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์	3.8	4.2	4.4	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4.0	4.2	4.4	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนการสอน										
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4.4	4.6	4.4	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.6	4.6	4.4	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 31 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	0	4	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 32 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 33 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมี วงรอบปฏิบัติการที่ 3

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 34 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4	4	5	5	4	22	4.4	มาก
2	4	5	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3	4	4	5	5	4	22	4.4	มาก

ตารางที่ 35 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา

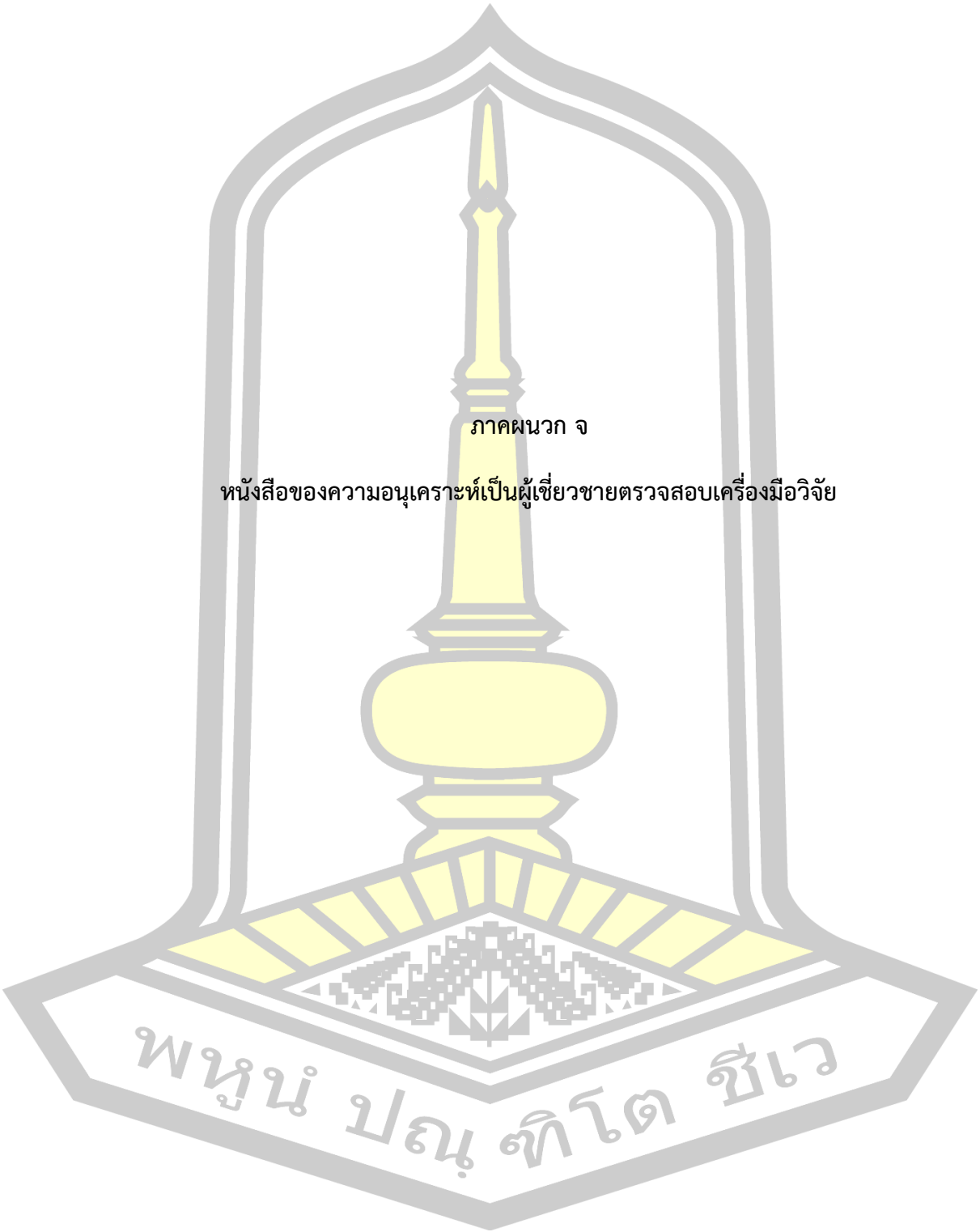
รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5		
1. ด้านการกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา							
นักเรียนบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง บอกได้โจทย์ต้องการทราบอะไร และบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
นักเรียนบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง/บอกได้โจทย์ต้องการทราบอะไร/บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
นักเรียนไม่สามารถบอกปัญหาจากโจทย์ปัญหาได้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
2. ด้านการใช้วิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหา							
นักเรียนระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและออกแบบการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
นักเรียนระบุวางแผนวิธีการแก้โจทย์ปัญหา/ออกแบบการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
นักเรียนไม่สามารถเขียนวิธีวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
3. ด้านการเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหา							
นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนถูกต้องครบถ้วนและคำตอบถูก	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนถูกต้องแต่คำตอบผิด/แสดงคำตอบการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วน	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5		
นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำการแก้โจทย์ปัญหาได้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
4. ด้านการสรุปและตรวจสอบคำตอบ							
นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบอย่างสมเหตุผลและตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบอย่างสมเหตุผล/ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
นักเรียนไม่สามารถเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบได้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 36 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของข้อคำถามที่สัมภาษณ์ผู้เรียน

รายการประเมิน	คะแนน ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5		
นักเรียนคิดว่าปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีคืออะไร และมีแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างไร	4	5	5	4	4	4.4	มาก
หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
นักเรียนมีวิธีการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร	4	5	5	4	4	4.4	มาก

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก จ

หนังสือของความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชายตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน	ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล	ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรจบ วันโน	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
5. อาจารย์อภิญญา ภัทราธรรมรักษ์	อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว5588 วันที่ 19 ธันวาคม 2566
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาวหฤทัย ดวงโสภา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว5588 วันที่ 19 ธันวาคม 2566
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน

ด้วย นางสาวหฤทัย ดวงโสภา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว5588 วันที่ 19 ธันวาคม 2566
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล

ด้วย นางสาวหฤทัย ดวงโสภา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว5588 วันที่ 19 ธันวาคม 2566
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรจบ วันโน

ด้วย นางสาวหฤทัย ดวงโสภา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว5588 วันที่ 19 ธันวาคม 2566
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

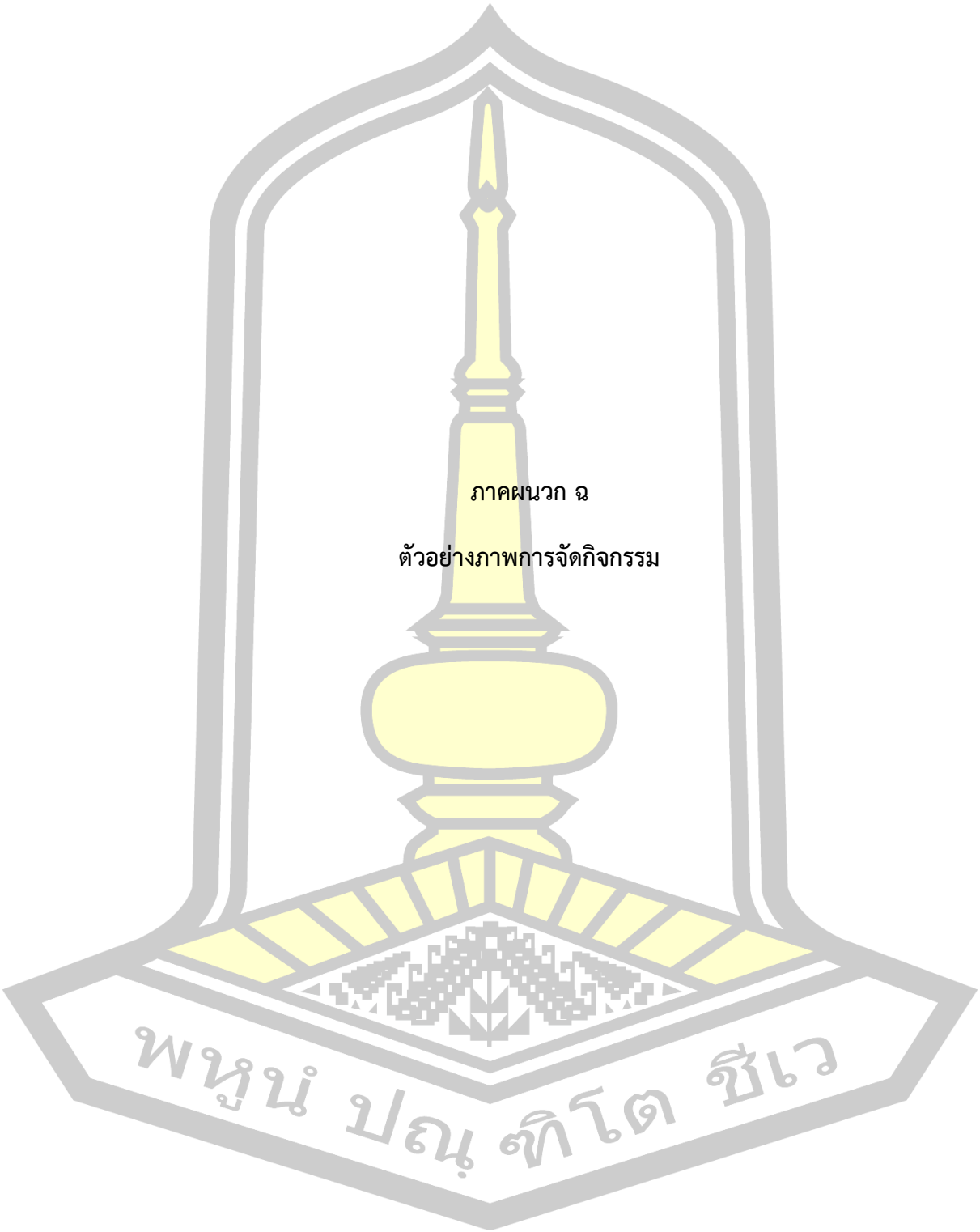
เรียน อาจารย์อภิญญา ภัทราธรรมรักษ์

ด้วย นางสาวหฤทัย ดวงโสภา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

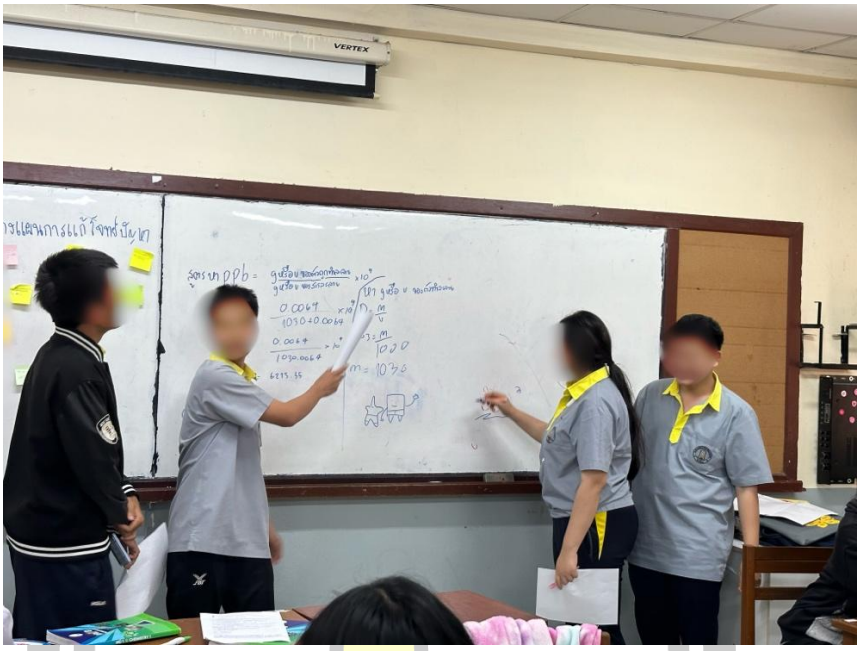
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



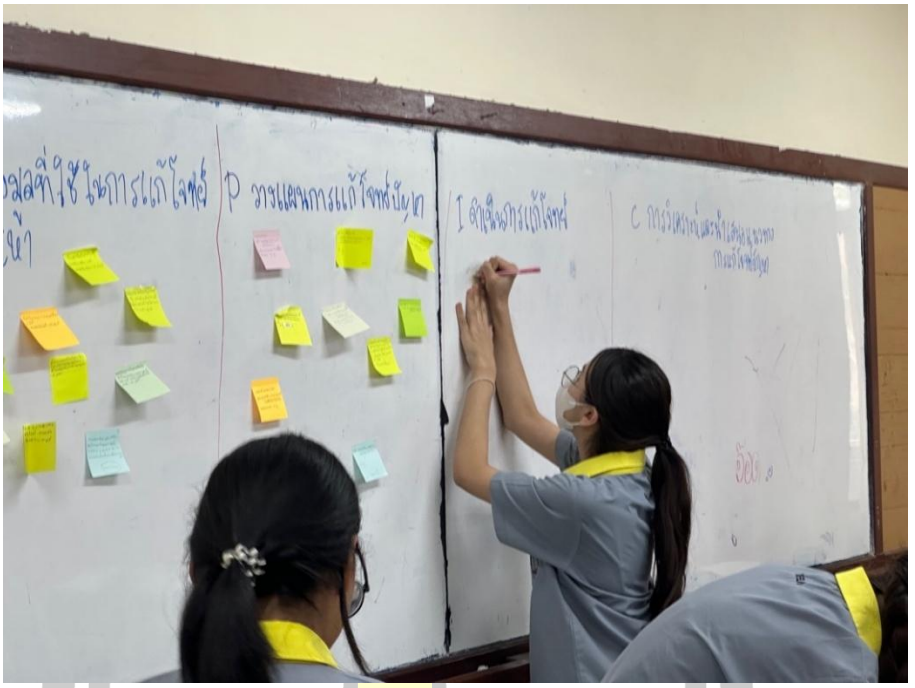
ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม



ตัวอย่างภาพของนักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละกลุ่ม

ตัวอย่างนักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม รวมทั้งแสดงความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่มของตนเอง



ตัวอย่างภาพที่นักเรียนออกมาเสนอการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นตอนโดยนำกระดาษมาติดไว้ที่กระดาษหน้าชั้นเรียน

ตัวอย่างภาพที่ครูผู้สอนสรุปกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

ตัวอย่างภาพนักเรียนกำลังทำแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการ

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวหฤทัย ดวงโสภา
วันเกิด	17 สิงหาคม 2542
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	50 ม.1 ต.ปลาค้าว อ.เมือง จ.อำนาจเจริญ 37000
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ.2556-2561 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ ปี พ.ศ. 2565 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2567 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว