การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์

ของ

จุฑาทิพย์ นาดี

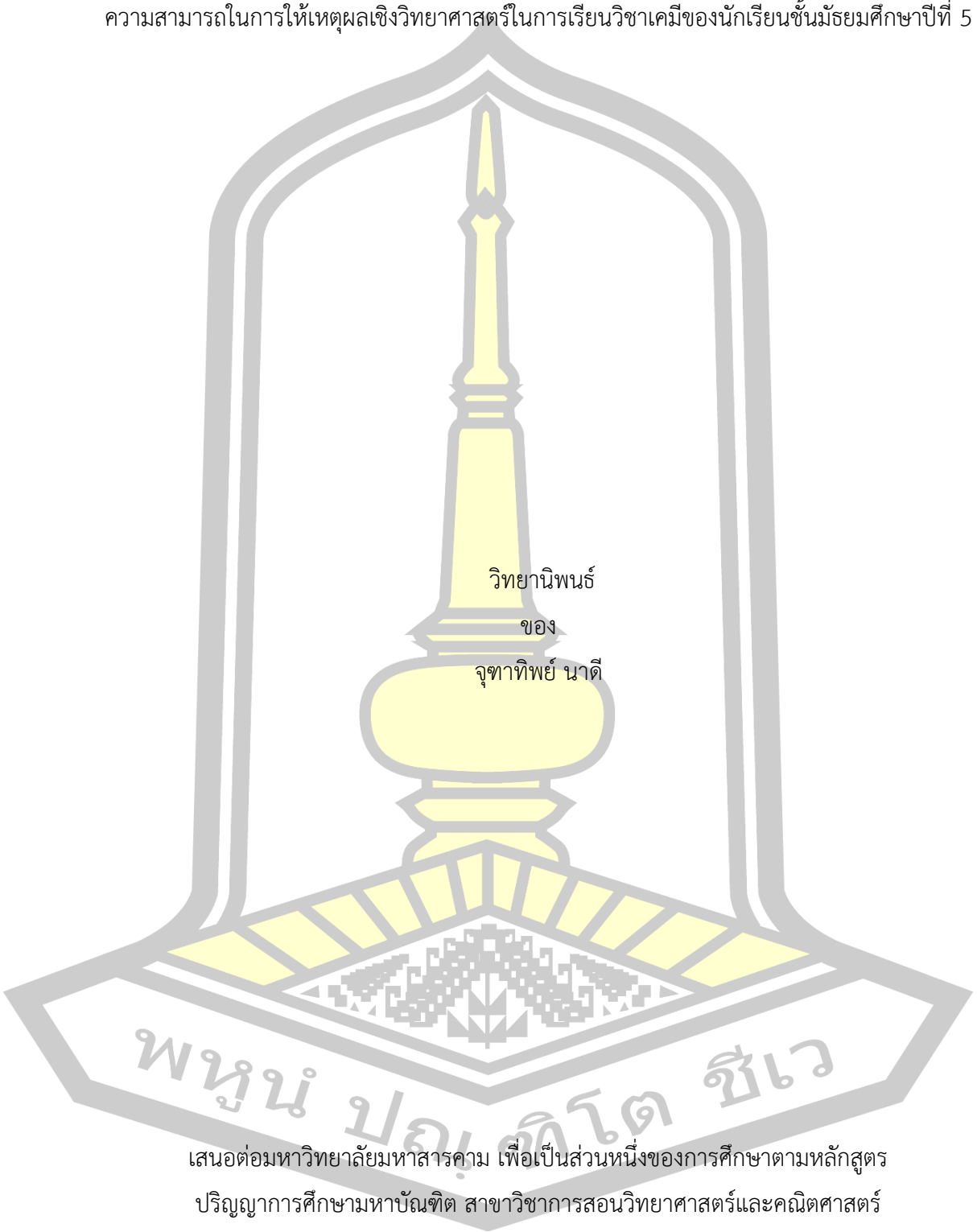
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มีนาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์

ของ

จุฑาทิพย์ นาดี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มีนาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) for Promoting Scientific Reasoning Ability in chemistry of grade 11 student

Juthathip Nadee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

March 2025

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวจุฑาทิพย์ นาดี แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

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

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

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

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

.....
(ศ.ดร. อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง)
ผู้รักษาการคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย จุฑาทิพย์ นาดี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จ.ร้อยเอ็ด จำนวน 35 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t (t-test dependent)

ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 77.92/71.31

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.34 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 6.23 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH), ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

TITLE Problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) for Promoting Scientific Reasoning Ability in chemistry of grade 11 student

AUTHOR Juthathip Nadee

ADVISORS Assistant Professor Kanyarat Sonsupap , Ph.D.

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

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2025

ABSTRACT

The purpose of this research were: 1) To develop learning activities based on problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) in chemistry with a required efficiency of 70/70, 2) To compare the scientific reasoning ability of Mathayomsuksa 5 students learning activities based on problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) on rate of chemical reaction between pre-learning and post-learning and 3) To compare learning achievement of Mathayomsuksa 5 students learning activities based on problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) on rate of chemical reaction with the criteria of 70 percent. The sample used in this study was 35 students of Mathayomsuksa 5 students in the 1st semester of 2024 academic year at Selaphumpittayakhom School, Roi-Et Province. Selected by cluster random sampling technique. The research tools used include: 1) A lesson plan utilizing based on problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) on rate of chemical reaction, consisting of 6 plans, for a total of 12 hours. 2) The scientific reasoning ability test on rate of chemical reaction 3) The achievement test. Statistics values used in this study consist of means, percentage, standard deviation and t-test dependent.

The results were as follows:

1. The learning activities based on problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) had efficiency (E1/E2) of 77.92/71.31

2. The scientific reasoning ability of Students who learn with problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) was post-learning mean score was 24.34, which was significantly higher than the pre-learning mean score of 6.23 at the .05 level.

3. The learning achievement of Students who learn with problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) was 15.00 out of a total of 20 points. which higher than 70 percent of criterion with a statistically significant of .05 level.

Keyword : Problem-based learning, Science Writing Heuristic (SWH), Scientific reasoning ability, Learning achievement in chemistry

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ กรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมทรง สิทธิ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาแก้ไขให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งทำให้ผู้วิจัย ได้รับประสบการณ์ในการทำงาน และรู้ถึงคุณค่าของงานที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ใน อนาคตต่อไป ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดช่วงเวลาในการศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม คณะครูโรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อน ๆ ทุกคนของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่คอยอบรมสั่งสอน ชี้นำให้เกิดการเรียนรู้ตลอดจนมีคุณธรรมจริยธรรม เพื่อนำทางชีวิตให้ไปสู่ความสำเร็จในอนาคต

จุฑาทิพย์ นาดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1. ภูมิหลัง 1

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย 5

3. สมมติฐานของการวิจัย 5

4. ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

5. ขอบเขตงานวิจัย 6

6. นิยามศัพท์เฉพาะ 7

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) 12

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL) 19

3. เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic : SWH) 34

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) 38

5. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 48

6. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 51
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 68
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 76
8. กรอบแนวคิดในการวิจัย 82
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 83
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 83
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 83
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ 84
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล 104
5. การวิเคราะห์ข้อมูล 105
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 106
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 113
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 113
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 114
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 114
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 122
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย 122
2. สรุปผล 122
3. อภิปรายผล 123
4. ข้อเสนอแนะ 129
บรรณานุกรม 130
ภาคผนวก 141
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือ 142

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) 144
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 180
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 182
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย 184
ภาคผนวก ฉ ผลการตรวจคะแนน 207
ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้า/วิทยานิพนธ์ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 223
ประวัติผู้เขียน 231

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 27

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) 42

ตารางที่ 3 เกณฑ์การวัดและประเมินระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009) 60

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วิศรุฒน์ เอมสมบูรณ์ (2564) 63

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จูนจุฬา ทิพย์พิมาน (2565) 66

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หนึ่งฤทัย เฮ้าประมงค์ (2566) 67

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 68

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์ และเวลา 85

ตารางที่ 9 แสดงการกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 91

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 96

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 99

ตารางที่ 12 รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง 104

ตารางที่ 13 คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 115

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 120

ตารางที่ 15 คะแนนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 121

ตารางที่ 16 ผลประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนที่ 1 - แผนที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 187

ตารางที่ 17 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน 196

ตารางที่ 18 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ... 197

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 200

ตารางที่ 20 ผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 202

ตารางที่ 21 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 203

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 205

ตารางที่ 23 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 6 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 127

ตารางที่ 24 คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี... 214

ตารางที่ 25 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 221

ตารางที่ 26 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 221

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แบบจำลองให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดัดแปลงจาก Mayer (2007) 56

ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย 82

ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมการตอบคำถามของนักเรีย 172

ภาพที่ 4 ใบงาน การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 179

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1. ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดมีวิจารณญาณ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุมีผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช, 2551)

การสอนวิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ได้เปิดกว้างทางความคิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ พัฒนาชีวิตด้วยทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เรียนรู้ สิ่งต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากกว่าแค่การซึมซับความรู้ภายในห้องเรียน บุคคลที่มีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาความรู้ใหม่อธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานวิทยาศาสตร์ หรือกล่าวได้ว่าสามารถอธิบายและลงข้อสรุปที่ได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้อง ความรู้ และการเปิดกว้างรับความคิดเห็นหรืออภิปรายข้อสงสัย โดยใช้ข้อถกเถียงที่มีตรรกะสมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) จึงกล่าวได้ว่า การพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพอาศัยการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง มีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning)

การให้เหตุผลเป็นหนึ่งในความสามารถที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนก้าวไปสู่ความสำเร็จได้ เพราะการให้เหตุผลเปรียบเสมือนความสามารถในการเดินจากจุดที่เป็นปัญหาไปยังจุดที่เป็นทางออกของปัญหาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง (วิชัย เสวกงาม, 2557) เช่นเดียวกันกับ

ในทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องอาศัยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) มาอธิบายคำตอบของปัญหา นอกจากนั้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของบุคคลได้ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่ใช้ในการบรรยาย อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Beyer and Davis, 2008) และในการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้และการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเราไม่สามารถดำเนินการทางวิทยาศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล และในกระบวนการให้เหตุผลนั้นจำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดในระดับสูง ทั้งการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง รวมถึงการที่นักเรียนได้อธิบายเหตุผลจะทำให้นักเรียนได้ทบทวนความคิดของตนเอง ตลอดจนได้ข้อสรุปและสามารถใช้เป็นเครื่องมือเพื่อประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ (Fanetti, 2011) การพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจ ทางวิทยาศาสตร์และการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Zeinedin and Abd-El-Khalick, 2010) เนื่องจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดเป็นเหตุเป็นผลและการสร้างการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยที่เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Davis, 2009) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือ (Mercier and Sperber, 2011) อีกทั้งยังสนับสนุนการตัดสินใจและการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ (Zeinedin and Abd-El-Khalick, 2010)

จากการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติหรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดและประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี เพื่อสำรวจความสามารถและศักยภาพเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะการให้เหตุผล และการให้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยในปี ค.ศ. 2022 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์เท่ากับ 409 คะแนน ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าประเทศไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD ที่ได้กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2565) โดยคะแนนลดลงจากปีที่ผ่านมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยไม่สามารถระบุ อธิบาย และประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ อีกทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายและการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ความคิดและการเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูงได้ แสดงให้เห็นถึงระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในระดับที่ควรได้รับการ

พัฒนาเป็นอย่างยิ่ง จึงสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีทักษะการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงด้อยกว่านักเรียนนานาชาติ อีกทั้งนักเรียนไทยไม่คุ้นเคยกับข้อสอบคิดวิเคราะห์ที่มีการใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ นักเรียนไทยจึงยังด้อยด้านการคิด การให้เหตุผลที่จำเป็นสำหรับการมีส่วนร่วมในสังคมอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นที่รวบรวมในงานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่พบว่า นักเรียนมักมีปัญหาเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้ 1) นักเรียนมีอคติในการให้เหตุและผล 2) นักเรียนส่วนมากไม่สามารถเสนอข้อกล่าวอ้างของตนเองได้ 3) นักเรียนมักไม่พิจารณาสมมติฐานหรือคำอธิบายอื่น ๆ และ 4) นักเรียนมักจะถือว่าความเชื่อของตนเองเป็นจริงมากกว่าการทดสอบสมมติฐาน รวมถึงข้อมูลจากการศึกษาชั้นเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยสังเกตจากการตอบคำถามที่ครูได้ถามในห้องเรียนและทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายคำตอบได้ และไม่สามารถนำเอาความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ (ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559) รวมถึงข้อมูลจากการสังเกตชั้นเรียนก่อนทำการวิจัยและสอบถามจากคุณครูผู้สอนในรายวิชา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามจากการที่ผู้สอนถามได้ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลว่าทำไมถึงตอบเช่นนั้น และเมื่อทำการเรียนการสอนเสร็จ มีการทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนไม่สามารถอธิบายคำตอบได้ ไม่มีการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ตอบคำถามสั้น ๆ อีกทั้งจากรายงานการประเมินการอ่านการคิดวิเคราะห์ให้เหตุผล และการเขียนของโรงเรียนเสลภูมิพิทยาคมในปีการศึกษา 2566 มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 121 คน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ให้เหตุผล และการเขียนที่สูงขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะพื้นฐานที่จะศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นหรือการทำงานในอนาคตสืบต่อไป (โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม, 2566)

การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning Context) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกันด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก ถ้ามองในแง่ของยุทธศาสตร์การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2559) การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งความรู้ใหม่ได้มาจากการเชื่อมโยง ความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะใน

การคิดขั้นสูงต่อไป โดยผู้เรียนต้องใช้กระบวนการทำงานแบบกลุ่มเพื่อระดมความคิดและแก้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจโดยการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีลักษณะสำคัญนั้นคือยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่ม ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำมีการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น โดยปัญหาที่ได้มาต้องมีลักษณะคลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธีโดยที่ผู้เรียนค้นคว้าจากสื่อภายนอกและหาคำตอบด้วยตนเอง (มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545) นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา แต่การที่นักเรียนจะมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์นั้น นักเรียนต้องมีความสามารถในการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการให้เหตุผลได้เหมาะสมตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ จะเห็นได้ว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญของการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ด้วยเหตุนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรที่จะเน้นให้นักเรียนได้มีการพัฒนาการให้เหตุผล ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่ส่งเสริมในการให้เหตุผล คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2555) รวมไปถึงเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic: SWH) เป็นเทคนิคที่ให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ข้อมูลและความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (เตชทัต เรืองธรรม, 2559) เป็นการเขียนเพื่อเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือบางกิจกรรมที่ผู้เรียนไม่ได้เป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง แต่ครูผู้สอนเป็นผู้สาธิตการทดลองและผู้เรียนเป็นผู้สังเกต และใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยก่อนการลงข้อสรุปผู้เรียนจะต้องมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่เข้าความรู้ใหม่ที่ได้รับ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเป็นรูปแบบของการใช้ภาษาเพื่อการเรียนรู้ ที่นักเรียนเรียนรู้การใช้ภาษาในระหว่างกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การฝึกการปฏิบัติการใช้ภาษาจะถูกบูรณาการเข้าไปอยู่ในกิจกรรมของบทเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นกลไกช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะประสบผลสำเร็จได้นั้น นักเรียนจะต้องได้เรียนรู้รูปแบบของการใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะเริ่มการดำเนินกิจกรรมปฏิบัติในแบบของนักวิทยาศาสตร์ (สกนธ์ชัย ชะนูนันท์, 2557) นอกจากนี้ การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลักและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ รวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ว่าความรู้เดิมที่มีนั้นมีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทาง

วิทยาศาสตร์ (เตชทัต เรื่องธรรม, 2559) แม้ในบางกิจกรรมที่ผู้เรียนไม่ได้เป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง แต่ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองและผู้เรียนเป็นเพียงผู้สังเกตก็สามารถได้ข้อมูลการทดลอง ก็จะสามารถใช้เทคนิคนี้ได้เช่นกัน (เตชทัต เรื่องธรรม, 2559)

จากความสำคัญและสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สนใจวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สูงขึ้น ผู้วิจัยคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะช่วยจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาความรู้ทางด้านเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคม มีการร่วมกันคิดและลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และยังช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

4. ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

4.1 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) นำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5. ขอบเขตงานวิจัย

5.1 ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จ.ร้อยเอ็ด จำนวน 11 ห้องเรียน (คละความสามารถ) รวม 435 คน

5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จ.ร้อยเอ็ด จำนวน 35 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้เนื้อหาวิชาเคมี ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติมเล่ม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 6 แผนการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง

5.5 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL) หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมที่เน้นการสร้างองค์ความรู้โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน โดยผู้สอนอาจใช้สถานการณ์ปัญหาจริงที่พบในชีวิตประจำวัน ข่าวเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงหรือจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนใช้รูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียน อยากรู้ จนทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นและกำหนดปัญหาที่ผู้เรียนสนใจจะค้นคว้าหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ อธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีที่หลากหลาย โดยผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและจัดหาแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียนบางส่วน

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ทำการศึกษาค้นคว้ามาอภิปราย สรุปผล และสังเคราะห์ความรู้เป็นของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมเพียงใด แต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมอีกครั้งโดยผู้สอนตรวจสอบการสร้างความรู้ใหม่จากที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้และให้คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนยังเข้าใจได้ไม่ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นผู้เรียนเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงานและประเมินผลงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบต่างๆ จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนให้ผู้เรียนตอบคำถามจากเรื่องที่เรียน

6.2 การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic : SWH) หมายถึง การเขียนเพื่อเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือบางกิจกรรมที่ผู้เรียนไม่ได้เป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง แต่ครูผู้สอนเป็นผู้สาธิตการทดลองและผู้เรียนเป็นผู้สังเกต และใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยก่อนการลงข้อสรุปผู้เรียนจะต้องมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่เข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้รับ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีดังนี้

1) การกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน

2) การทดสอบ (Tests) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง โดยครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง

3) การสังเกต (Observation) ผู้สอนให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสังเกต หรือทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองในบางครั้งครูเป็นผู้สาธิต นักเรียนเพียงเป็นผู้สังเกต

4) ข้อสรุป (Claim) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและอภิปรายร่วมกันสร้างข้อสรุปเพื่อตอบปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า สังเกตหรือการบันทึกผลการทดลอง

5) ประจักษ์พยาน (Evidence) ให้ผู้เรียนระบุหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

6) การอ่าน (Reading) ผู้เรียนแต่ละคนอ่าน ศึกษาข้อสรุปของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

7) การสะท้อนความคิด (Reflection) เป็นการพิจารณาแนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่เมื่อได้อภิปรายร่วมกับเพื่อนร่วมห้อง

8) การเขียน (Writing) ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน

6.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมที่เน้นการสร้างองค์ความรู้โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จาก

การทดลอง และใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความใหม่ที่ได้รับเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนกำหนดปัญหาที่อยากเรียนรู้ จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) เพื่อจะค้นคว้าหาคำตอบ จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ อธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดสอบ (Tests) ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง จากสิ่งที่ครูกำหนดให้ จากนั้นครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง พร้อมตรวจสอบวิธีการทดลองและตารางผลการทดลองที่ผู้เรียนร่วมกันออกแบบ จากนั้นผู้เรียนร่วมกันสังเกต (Observation) ทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ทำการศึกษาค้นคว้ามาอภิปราย สรุปผล และเขียน (Writing) สังเคราะห์ความรู้ใหม่เป็นของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายสร้างข้อสรุป (Claim) เพื่อตอบปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า สังเกตจากผลการทดลองและมีการแสดงหลักฐาน (Evidence) ยืนยันข้อสรุป เมื่อสรุปได้องค์ความรู้ ผู้สอนตรวจสอบการสร้างความรู้จากที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้และให้คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนยังเข้าใจได้ไม่ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นผู้เรียนเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงานและประเมินผลงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น งานนำเสนอ แผนภาพหรือแผนผัง ระหว่างนำเสนอผู้เรียนแต่ละคนอ่าน (Reading) ศึกษาข้อสรุปของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อประเมินตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และสะท้อนความคิด (Reflection) ว่าความคิดเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เพราะเหตุใด เมื่อได้ศึกษาข้อสรุปของผู้อื่น จากนั้นเขียน (Writing) อธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ สรุปองค์รวมความรู้ทั้งหมด โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน จากนั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน

6.4 ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้จากคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนจากการประเมินด้านทักษะกระบวนการกับด้านจิตพิสัยและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดอัตราส่วน 60:40 ตามลำดับ ได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70 ขึ้นไป

70 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นคำที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถส่งผลให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดอัตราส่วน 50:50 ตามลำดับ ได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70 ขึ้นไป

6.5 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการลงข้อสรุปที่ถูกต้องในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล หาสาเหตุจากเรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้จากการศึกษาค้นคว้า สำรวจ ตรวจสอบหรือทำการทดลองอย่างมีเหตุผล ที่จะนำมาเป็นเหตุผลอ้างอิงประกอบและหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล จนนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล 3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป

1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เป็นการตีความ แปลความหลักฐาน การระบุประเด็นในการสำรวจตรวจสอบ

2. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล การให้เหตุผล สนับสนุนหรือคัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่งๆ ความสามารถนี้รวมถึงการบรรยายและการตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุคำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร

3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป ระบุหลักฐาน แนวคิด ทฤษฎีที่สนับสนุนข้อสรุป โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบแบบอัตนัย กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (rubrics scoring) เป็น 3 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมีค่าคะแนนน 0-2 คะแนน

6.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน เป็นการวัดความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ทั้งด้านเนื้อหาและการปฏิบัติภายหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอน โดยเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้านตามแนวคิดของ Bloom คือด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์และด้านการประเมินค่า โดยดูจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม ซึ่งแบบวัดเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทาง ดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL)
3. เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic : SWH)
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)
5. ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยนอกจากนี้ ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้

พัฒนาความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจในการใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1.2 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก โดยยึดมั่นระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข และมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานที่ว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาชั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดให้นั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับข่าวสาร มีวัฒนะธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเอและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์การคิดอย่างสร้างสรรค์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการติดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบเกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาตนเองอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียงข
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

1.5 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.5.1 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

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

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.5.2 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

1.5.3 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.5.4 สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและอย่างเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

1.6 จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพ ในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหาการใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการ ปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิต สาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.7 คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้วิชาเคมี 3

คำอธิบายรายวิชาเคมี 3

ศึกษา ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์ -ลูสแซก พร้อมทั้งคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สจากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดรและกฎแก๊สอุดมคติ คำนวณความดันย่อย หรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสมโดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน การแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊สโดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำเสนอตัวอย่างและอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติ และกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาใน

ชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม กราฟการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยาพร้อมทั้งคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา ทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรมและทดสอบและความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุลและอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุลคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาคำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุลคำนวณค่าคงที่สมดุล หรือความเข้มข้น ของปฏิกิริยาหลายขั้นตอนระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบรวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของ กระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการสืบค้น ข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ใน ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน สามารถบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาเคมี 3

1. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

2. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส

3. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ

4. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัล

5. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

6. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

7. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา

8. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา

9. เขียนแผนภาพและอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

10. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

11. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา

12. ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

13. ทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล

14. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล

15. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา

16. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล

17. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน

18. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้ง คาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ

19. ยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL)

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL)

Barrows and Tamblyn (1981) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหาตัวปัญหา จะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา

White (1996) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนที่นำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับโลกแห่งความเป็นจริงที่มีความซับซ้อนก่อนซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ทำความเข้าใจปัญหา ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาเพิ่มเติม และลงมือแก้ปัญหานั้น ๆ โดยใช้กระบวนการทงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกประจำกลุ่ม

Torp and sage (1998) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้มาจากการสำรวจ ค้นคว้าและแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กันเกี่ยวกับชีวิตประจำวันของนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นยุทธวิธีการเรียนการสอนและแนวทางในการจัดการหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดึงดูดให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหานั้นครูจะคอยเป็นผู้ให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจหลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์จริง ที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่างๆที่เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ขณะที่ผู้เรียนจะถูกให้ทำเป็นนักแก้ปัญหามีหน้าที่สร้างความสนใจสร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

wood (2004) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งอยู่บนพื้นฐานความต้องการของผู้เรียนที่ต้องการจะเรียนรู้

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2545) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรและการปรับปรุงการจัดการเรียนการ สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักการที่สำคัญคือ ผู้สอนจะใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางแก้ไขปัญหา โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเอง (Self-directed Leaming) ซึ่งต่างจากวิธีสอนแบบบรรยายที่ใช้กันทุกวันนี้คือวิธีสอนแบบบรรยายนั้น

ผู้สอนจะนำเสนอเนื้อหาก่อนแล้วจึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยอาจให้กรณีปัญหาหรือให้ตอบคำถามท้ายบท ส่วนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานผู้สอนจะต้องนำปัญหามาให้ ผู้เรียนได้ศึกษาก่อนแล้วจึงมอบหมายผู้เรียนให้ไปค้นคว้าความรู้เพื่อหาทางแก้ไขปัญหาในขณะที่ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาผู้เรียนก็จะได้ความรู้ไปด้วย การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นยุทธศาสตร์การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีระบบ ทำให้ผู้เรียนได้ความรู้ที่เกิดจากการลง มือปฏิบัติจริง (Active Learning)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสำคัญต่อผู้เรียน ปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจ กลไกของปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหาการเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้ ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหา อย่างมีความหมายต่อผู้เรียน

ประสาท เนืองเฉลิม (2554) กล่าวว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจในสภาพปัญหาที่แท้จริง เรียนรู้จากการเรียนและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหา มุ่งพัฒนาทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ได้มาโดยที่ ผู้สอนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือผู้เรียนเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหา เพื่อนำไปสู่การวางแผนร่วมกัน และลงมือทำเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม การเรียนการสอนแบบนี้ตอบสนองต่อธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในฐานะที่เป็นการเรียนรู้ตามสภาพจริงนั่นหมายความว่า ผู้เรียนเป็นผู้คิดและลงมือทำมากกว่าผู้เรียนรู้แค่ซึมซับจัดห้องเรียน ต้องทำความเข้าใจปัญหา ค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหา พัฒนานวัตกรรมกับเพื่อนร่วมงาน การปรับตัวเพื่อทำงานร่วมกับกลุ่มและนำเสนอความรู้จากสิ่งที่ค้นพบด้วยตนเองบนพื้นฐานของพัฒนาการและความสนใจ

ทิศนา แขมมณี (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือ ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูอาจนำนักเรียนไปเผชิญ สถานการณ์ปัญหาจริง หรือครูอาจจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหาหรือ ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งจะช่วยให้นักเรียน เกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลาย ในการ

แก้ปัญหารวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์สมมติ เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยกระบวนการกลุ่ม แล้วนำเอาความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามาร่วมกันอภิปราย ทำให้สามารถเกิดการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการคิด การแก้ปัญหา สร้างองค์ความรู้ โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Schmidt (1983) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีหลักการ ดังนี้

1) ความรู้เดิม (Prior Knowledge) การเรียนสิ่งใหม่เป็นผลมาจากเรียนที่ผ่านมา ความรู้เดิมของผู้เรียนจึงมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจและสร้างความรู้ใหม่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียน

2) การเสริมความรู้ใหม่ (Encoding Specificity) ประสบการณ์ที่จัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความรู้ใหม่มากขึ้น ถ้ายิ่งมีความคล้ายคลึงกันระหว่างสิ่งที่เรียนมาและสิ่งที่จะนาไปประยุกต์ใช้มากเท่าไรก็จะยิ่งเรียนรู้ได้ดีมากขึ้นเท่านั้น

3) การต่อเติมความเข้าใจให้สมบูรณ์ (Elaboration of Knowledge) ความเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ จะสมบูรณ์ได้ถ้าหากมีการต่อเติมความเข้าใจด้วยการตอบคาถาม การอภิปรายกับผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย

Dolmans and Schmidt (1996) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดให้ผู้เรียนพบกับปัญหาในกลุ่มย่อย ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอนประจากลุ่ม ปัญหาส่วนมากเป็นการบรรยายปรากฏกรณ์หรือเหตุกรณ์ที่สามารถรับรู้ในสภาพที่เป็นจริง ปรากฏการณ์อธิบายโดยกลุ่มย่อยบนพื้นฐานของหลักการ กลไกการทำงานหรือกระบวนการ

Evensen, et al. (2000) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจท์และไวก็อทสกีที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็น กระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิด จากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับ โครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นอกจากนั้นยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา

เป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญหา และผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้และนำความรู้ใหม่มา เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ (2543) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะเฉพาะที่ใช้ตัวปัญหาเป็นสาระหลักให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะการ แก้ปัญหาและสร้างเสริมความรู้ในศาสตร์ทางคลินิกการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนั้น จะเริ่มต้นโดยนำตัวปัญหาเข้ามาจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ การเกิดคำถามที่ยังไม่มีคำตอบ ซึ่งจะชักนำให้ผู้เรียนไปสืบค้นต่อไป

บุญนำ อินทนนท์ (2551) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้ใหม่โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเองจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง จนการค้นพบความรู้หรือข้อมูลใหม่และสามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างองค์ความรู้โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเกิดการซึมซับประสบการณ์ ลงมือทำด้วยตนเองจนเกิดการค้นพบความรู้หรือข้อมูลใหม่และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Dolmans and Schmidt (1996) ได้กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดให้ผู้เรียนพบกับปัญหาในกลุ่มย่อย ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอนประจำกลุ่ม ปัญหาส่วนมากเป็นการบรรยายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่สามารถรับรู้ในสภาพที่เป็นจริงปรากฏการณ์จะถูกอธิบายโดยกลุ่มย่อยบนพื้นฐานของหลักการ กลไกการทางานหรือกระบวนการลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) เป็นการเรียนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ภายใต้การแนะแนวทางของผู้สอนประจำกลุ่ม ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบการเรียนของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการจะรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้นโดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสาร คณาจารย์หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2) การเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยความหลากหลายของบุคคลต่าง ๆ

3) มีผู้สอนประจำกลุ่มเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือแนะแนวทาง ไม่บอกข้อมูลและไม่สอนแบบบรรยาย ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือผิด และสิ่งใดที่ผู้เรียนต้องศึกษาหรืออ่านแต่มีบทบาทในการตั้งคำถามให้ผู้เรียนถามตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4) รูปแบบของปัญหามุ่งให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ปัญหาที่นำเสนอ เป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียนที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และรวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่าง ๆ

5) ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก

6) ความรู้ใหม่ได้มาโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น อภิปราย เปรียบเทียบทบทวน และโต้แย้งสิ่งที่เรียน

7) ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน ปัญหา 1 ปัญหาอาจมีคำตอบได้หลายคาตอบหรือมีทางแก้ไขปัญหาได้หลายทาง (ill - structured problem)

8) ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (self-directed learning)

9) ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (authentic assessment)

10) ผู้เรียนมีโอกาสขยายและต่อเติมความรู้ความเข้าใจให้สมบูรณ์และเป็น

11) เป็นการเรียนที่เริ่มต้นด้วยปัญหา ซึ่งรูปแบบของการเรียนจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา

12) ครูเป็นผู้ฝึกสอนทางความคิด แทนการเป็นผู้เชี่ยวชาญหรือผู้สั่งสอนมีบทบาทที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคำถาม ระหว่างการระบุปัญหา การจำกัดข้อมูล การวิเคราะห์ สังเคราะห์โดยผ่านการตีความที่มีศักยภาพและการแก้ปัญหาระบบ

Barrows and Tamblyn (1980) ได้สรุปลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1) ปัญหาจะถูกเสนอให้นักเรียนเป็นอันดับแรกในขั้นของการเรียนรู้

2) ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่เหมือนกับปัญหาที่นักเรียนสามารถพบในชีวิตจริง

3) นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มในการแก้ปัญหา โดยมีอิสระในการแสดงความสามารถในการให้เหตุผล การประยุกต์ใช้ความรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เหมาะสมกับขั้นตอนของการเรียนรู้ในแต่ละขั้น

4) เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นแนวทางในการกำหนดกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

5) ความรู้และทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับจะเกิดหลังการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้น

6) การเรียนรู้จะประกอบด้วยการทำงานในการแก้ปัญหาและการศึกษาด้วยตนเองโดยมีลักษณะที่บูรณาการทั้งความรู้ที่นักเรียนมีและทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 7 ลักษณะ ดังนี้

1) ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ในชีวิตจริงช่องผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง

2) ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้น พบเห็นได้

3) ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self - Directed Learning) ค้นหา และแสวงหาความรู้คำตอบตัวยตนเอง ตังนั้นผู้เรียนจึงต้องวงแผ่นการเรียนด้วยตนเองบริหารเวลาเองคัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการ เรียนรู้ตัวยตนเอง

4) ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ข้อมูลร่วมกันเป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผลฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและฝึกการจัตระบบตนเองเพื่อ พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลาย องค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียนมีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกันการจัด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้นอกจากจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

5) การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะ กระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด

6) ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

7) การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริงโดยพิจารณาจาก กาปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน

ทิศนา แขมมณี (2557) ได้กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน

2) ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาอย่างแท้จริง หรือผู้สอนมีการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา

3) ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา

4) ผู้เรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน

5) ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

6) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และมีการพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม

7) ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

8) ผู้เรียนลงมือแก้ปัญหารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และประเมินผล

9) ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา

10) ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ

ไพศาล สุวรรณน้อย (2559) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 7 ลักษณะ ดังนี้

1) ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (student centered Learning)

2) จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ ให้มีจำนวนกลุ่มละประมาณ 5-8 คน

3) ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ

4) ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น (สิ่งเร้า) ให้เกิดการเรียนรู้

5) ลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ ต้องมีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจนมีวิธี แก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ

6) ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ๆ ด้วยตนเอง (self-Directed Learning)

7) การประเมินผล ใช้การประเมินผลจากสถานการณ์จริง (Authentic Assessment) ดูจากความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning process) และพิจารณาจากผลงานที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ (Learning product)

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และใช้ปัญหาเป็นเป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนมีความอยากรู้ โดยที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ภายใต้กระบวนการกลุ่ม มีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกันและผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง จนเกิดการเรียนรู้

2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Good (1973) ได้กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์ ข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้ พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่ม หรือการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตาราหรือสื่ออื่น ๆ

ขั้นที่ 2 กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหาเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใดที่กล่าวถึงในปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 กลุ่มผู้เรียนระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ อธิบายความเชื่อมโยงต่าง ๆ ของข้อมูลหรือปัญหา

ขั้นที่ 4 กลุ่มผู้เรียนกำหนดและจัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน พยายามหาเหตุผลที่จะอธิบายปัญหาหรือข้อมูลที่พบ โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน การแสดงความคิดอย่างมีเหตุผลตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผลสำหรับปัญหานั้น

ขั้นที่ 5 กลุ่มผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อมูลหรือความรู้ที่จะอธิบายหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวนส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม

ขั้นที่ 6 ผู้เรียนค้นคว้ารวบรวมสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 7 จากรายงานข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้มา กลุ่มผู้เรียนนำมาอภิปรายวิเคราะห์สังเคราะห์ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการและประเมินผลการเรียนรู้

Delisle (1997) ได้กำหนดขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องมีความรู้สึกว่าปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตนเองก่อน ครูควรเลือกหรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับผู้เรียน ดังนั้นในขั้นนี้ครูจะสำรวจประสบการณ์ความสนใจของผู้เรียนแต่ละบุคคลก่อนเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหรือออกแบบปัญหา โดยครูอาจยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขึ้นมาร่วมกันอภิปรายก่อน แล้วครูและนักเรียนช่วยกันสร้างปัญหาที่ผู้เรียนสนใจขึ้นมาเพื่อเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประเด็นที่ครูยกมานั้นจะต้องเป็นประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับด้วย

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดโครงสร้าง (Setting up Structure) ประกอบด้วย แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas) ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts) สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues) และแผนการเรียนรู้ (Action Pan) โดยเสนอเป็นรูปตารางเพื่อจะได้เห็นความสัมพันธ์กันแต่ละหัวข้อ ดังนี้

ตารางที่ 1 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas)	ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts)	สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues)	แผนการเรียนรู้ (Action Plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นเข้าพบปัญหา (Visiting the Problem) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือนักเรียนในกลุ่มจะรวมกันเสนอแนวคิดต่อปัญหาว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ความรู้อะไรที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายถึงข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วกำหนดสิ่งที่ต้องกำหนดเพิ่มเติม เพื่อจะได้นำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดวิธีการหาความรู้และแหล่งทรัพยากรครูของความรู้นั้นด้วย ในแต่ละหัวข้อจะเขียนลงในตารางโดยเขียนเรียงเป็นข้อ ในข้อหนึ่ง ๆ จะเขียนให้สัมพันธ์กัน เมื่อกลุ่มกำหนดทุกหัวข้อเสร็จแล้วกลุ่มจะมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้วนำความรู้ที่ไปศึกษามารายงานต่อกลุ่ม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนได้ความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนมีอิสระกำหนดในแต่ละหัวข้อ ครูเพียงแต่สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าขั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งว่าข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่น่าสนใจมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรจะตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดการตัดสินใจ รวมทั้งผู้เรียนจะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นสร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a Product or Performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้วแต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุด ผู้เรียนประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเองของกลุ่มและคุณภาพของปัญหา และผู้สอนประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) กล่าวถึงขั้นตอนในการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับปัญหานั้นได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องการค้นคว้าด้วยตนเองและด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน แล้วอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่าเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงานและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

วรรณละออ ตังสุข และคณะ (2565) กล่าวว่า ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้น โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม เป็นขั้นที่นักเรียนแบ่งกลุ่มและกำหนดบทบาทของสมาชิกภายในกลุ่มโดยครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจร่วมกันภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่สมาชิกในกลุ่มใช้ความรู้และประสบการณ์พูดคุยโต้แย้งร่วมกันว่าอะไรคือสิ่งที่รู้ อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ จากสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันระดมความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านทบทวนสถานการณ์อีกครั้ง และร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปประเด็นปัญหาให้ชัดเจนและตรงกับความเข้าใจของกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มรวบรวมความรู้ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และมานำข้อมูลที่รวบรวมมารายงานพร้อมกับร่วมกันสรุปประเด็นสำคัญและบันทึกรายละเอียดลงในใบกิจกรรม และนำมาสร้างแผนภาพรวมของปัญหาทั้งหมด

ขั้นที่ 5 รายงานผล เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน โดยครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา รวมถึงนักเรียนสามารถกำหนดคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาได้

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบขั้นตอนของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) โดยมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียน อยากรู้ จนทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นและกำหนดปัญหาที่ผู้เรียนสนใจจะค้นคว้าหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ วิเคราะห์ปัญหาว่าอะไรเป็นสิ่งที่ต้องหาเกี่ยวข้องกับปัญหาว่าข้อเท็จจริงของปัญหาคืออะไร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีที่หลากหลาย โดยผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและจัดหาแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียนบางส่วน

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่ม จากนั้นอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่าสามารถตอบในสิ่งที่อยากรู้หรือไม่ ถ้าไม่ผู้เรียนจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อได้คำตอบของปัญหาที่อยากรู้ จากนั้นสังเคราะห์เป็นความรู้ของกลุ่ม

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมเพียงใด แต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมอีกครั้งโดยผู้สอนตรวจสอบการสร้างความรู้ใหม่จากที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้และให้คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนยังเข้าใจได้ไม่ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นผู้เรียนเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงานและประเมินผลงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น งานนำเสนอ การสาธิต แผนภาพหรือแผนผัง จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนให้ผู้เรียนตอบคำถามจากเรื่องที่เรียน

2.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

วัลลี สัตยาศัย (2547) ได้กล่าวถึง บทบาทของผู้สอนและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

บทบาทของครู

1) ครูต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด ดังนี้

1.1 การคิดใคร่ครวญและไตร่ตรองในการแก้ปัญหา

1.2 ความสามารถในการทบทวนความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

1.3 ความสามารถในการสร้างสมมุติฐานและตัดสินใจว่าควรสังเกต ไต่ถามค้นคว้าเพิ่มเติมในสิ่งใด

1.4 เมื่อได้ข้อมูลใหม่ ๆ มาแล้ว ต้องรู้จักพิจารณาว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องหรือไม่ รวมถึงคิดถึงแหล่งข้อมูลอื่นที่อาจมีประโยชน์ ตลอดจนสามารถทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้มาและเรียนรู้ได้ว่าควรทำอะไรต่อไป คือต้องไม่ให้ข้อมูลหรือถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรง แต่ต้องใช้คาถามที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดและตรึกตรอง

2) ครูต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง โดยให้ผู้เรียนผ่านขั้นตอนของการเรียนรู้ในแต่ละชั้นโดยที่ต้องดำเนินไปตามลำดับที่ถูกต้อง

3) ครูต้องช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้งพยายามดึงความรู้หรือความคิดที่ฝังอยู่ข้างในออกมาให้ได้ ผู้สอนต้องพยายามให้ผู้เรียนอธิบายถึงเหตุผลที่อยู่เบื้องหลัง

การอภิปราย นอกจากนี้การใช้คำศัพท์บางคำ ต้องให้ผู้เรียนนิยามคำศัพท์นั้น ๆ เพื่อที่จะ ให้แน่ใจว่ารู้และเข้าใจคำต่าง ๆ อย่างถูกต้อง เพื่อให้มีการเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้ง

4) ครูต้องช่วยให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการกลุ่ม โดยส่งเสริมให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันโดยที่ครูผู้สอนไม่ทำตัวเป็นศูนย์กลางการอภิปราย

5) ครูต้องดูแลความก้าวหน้าการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกคนในกลุ่มโดยให้คิดและรู้จักตนเองว่ากำลังเรียนอยู่ในระดับใด ยอมรับจุดอ่อนของตนเองเพื่อแก้ไขในการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ผู้สอนจะสังเกตผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนได้ง่ายและรวดเร็ว เช่น ไม่สามารถใช้เหตุผลมาอธิบายให้เพื่อนเข้าใจได้ หรือไม่สามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้สอนต้องพยายามแก้ไขโดยพยายามดึงให้เพื่อนช่วยกันเองเป็นส่วนใหญ่

6) ครูต้องปรับเปลี่ยนสภาพของปัญหาให้มีความเหมาะสมที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข ซึ่งสภาพของปัญหานั้นจะต้องไม่ง่ายกินไป อาจทำให้เกิดการเบื่อหน่ายไม่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน และไม่ยากเกินไปอาจทำให้หมดกำลังใจที่จะแก้ปัญหาได้

7) ครูต้องรู้จักกลุ่มผู้เรียนเป็นอย่างดี และคอยชี้แนะให้สมาชิกในกลุ่มจัดการกับปัญหาได้ด้วยความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่มเอง

บทบาทนักเรียน

1) เป็นผู้ริเริ่มหรือนำการอภิปราย

2) กระตุ้นให้สมาชิกภายในกลุ่มทุกคนได้อภิปรายร่วมกัน

3) ควบคุมดูแลให้กระบวนการให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้วางไว้

4) คอยจับประเด็นที่สมาชิกกลุ่มอภิปราย

5) ควบคุมและรักษาเวลาให้เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้

6) ดูแลให้ผลของกระบวนการกลุ่มเป็นไปตามวัตถุประสงค์

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) กล่าวว่า ครูมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ดังนั้น ลักษณะของครูที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รวมถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

บทบาทของครู

1) ครูต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูงรู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

2) ครูต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจศักยภาพของนักเรียน เพื่อสามารถให้คำแนะนำและคอยช่วยเหลือนักเรียนได้ทุกเวลา

3) ครูต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำและให้คำปรึกษาแก่นักเรียนได้ถูกต้อง

4) ครูต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และติดตามประเมินผลการพัฒนาของนักเรียน

5) ครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

6) ครูต้องมีจิตวิทยาในการสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

7) ครูสอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของนักเรียนให้เข้าใจ และเห็นถึงคุณค่าของการเรียนรู้

8) ครูต้องมีความรู้ ความสามารถด้านการวัด และประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริงให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

บทบาทของนักเรียน

1) นักเรียนต้องปรับทัศนคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง

2) นักเรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่ เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างมีระบบ

3) นักเรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

4) นักเรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

ประสาท เนืองเฉลิม (2566) กล่าวว่า บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

บทบาทของครู

ครู คือ ผู้ที่มีบทบาทสำคัญโดยตรงต่อการออกแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวมไปถึงการประเมินผลการเรียนรู้ที่นำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาการศึกษา ดังนั้น ครูจึงควรมีลักษณะดังนี้

1) มุ่งมั่นและรู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

2) รู้จักนักเรียนและเข้าใจศักยภาพของนักเรียนเป็นรายบุคคล

3) เข้าใจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างถ่องแท้

4) มีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และติดตามประเมินผลการพัฒนาของนักเรียน

5) อำนวยความสะดวกในการจัดหาและสนับสนุนสื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้ให้เหมาะสมและเพียงพอ

6) มีจิตใจสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดการตื่นตัวที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา

7) ปรับทัศคติของนักเรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

8) มีความรู้ ความสามารถด้านการวัดประเมินผลตามสภาพจริง

บทบาทของนักเรียน

นักเรียนต้องเป็นผู้รู้จักการเรียนรู้นำตนเองและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านปัญหาที่เป็นตัวกระตุ้นสำคัญให้เกิดความงอกงามทางปัญญา ดังนั้นนักเรียนควรมีลักษณะดังนี้

1) ปรับทัศนคติต่อบทบาทและหน้าที่ในการเรียนรู้ของตนเอง

2) ต้องพัฒนาพื้นฐานและทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้

3) มีความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน และรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

4) พัฒนาทักษะการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงาน กลุ่มเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อผู้เรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบสอบหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยใช้การชี้นำตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน

ประพนธ์ สุดตา (2561) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ช่วยส่งเสริมให้เกิดการตัดสินใจแบบองค์รวม พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การติดต่อสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่น การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง แต่

ข้อจำกัดคือเป็นวิธีการสอนที่ใช้เวลานาน และครูต้องมีความชำนาญในการสอนแบบนี้ อีกทั้งต้องลดบาบาทของตนเองในชั้นเรียนลง และต้องมีการจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้หรือสื่อต่างๆ ที่หลากหลาย

กาญจนา กั้วสิทธิ์ และธเนศ พงศธีรัตน์ (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีทักษะในการตั้งสมมติฐานและการให้เหตุผลดีขึ้น สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานเป็นกลุ่มและสื่อสารกับผู้อื่นได้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพ ความคงอยู่ของความรู้นานกว่าการเรียนแบบบรรยาย และยังสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้นักเรียนอยากเรียนรู้มากขึ้น

ภรภัทร พลาทิพย์ และวาสนา กีรติจำเริญ (2563) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนได้สืบค้นข้อมูลความรู้เพื่อตอบคำถามหรืออธิบายปัญหานั้น ๆ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาได้โดยตรง ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ ทักษะกระบวนการคิด และความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม แต่การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ยังเป็นประเด็นที่ถกเถียงกันเกี่ยวกับความกังวลว่านักเรียนจะมีความรู้น้อยลง ความรู้ที่ได้รับจะไม่เป็นระบบความถูกต้องของเนื้อหาหรือข้อมูลที่นักเรียนไปค้นคว้าศึกษามาจะไม่ถูกต้อง ตลอดจนครูต้องมีทักษะที่หลากหลายมากกว่าการสอนแบบบรรยาย ในส่วนของนักเรียนยังมีความกังวลเกี่ยวกับความถูกต้องของเนื้อหา โดยไม่มั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองไปเรียนรู้มาถูกต้องหรือไม่ และขอบเขตของการเรียนรู้ต้องเรียนรู้มากน้อยเพียงใด นอกจากนี้อาจยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับงบประมาณหรือสิ่งสนับสนุนที่ใช้

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงสามารถสรุปได้ว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการตัดสินใจแบบองค์รวม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ ทักษะกระบวนการคิด และความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการสอนที่ใช้เวลานาน และใช้งบประมาณในการจัดการเรียนการสอนที่ค่อนข้างสูง และหากครูไม่มีความชำนาญในการสอนแบบนี้อาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนลดลง

3. เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic : SWH)

3.1 ความหมายของเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์

Keys, Hand, Prain and Collins (1999) กล่าวว่า เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science writing heuristic: SWH) เป็นรูปแบบการเขียนเพื่อการเรียนรู้ (Writing-to-Learn) จากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และนำมาใช้เป็นแนวคิดใน

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์นี้ยังเป็นเครื่องมือที่จะทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนได้ทำกิจกรรมและเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันผ่านกิจกรรมการทดลองในการสืบเสาะหาความรู้ ช่วยส่งเสริมการคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีเหตุผล

Burke, Greenbowe, Hand (2006) กล่าวว่า การใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลองทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างผลการทดลองกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

Greenbowe, Poock, Burke, and Hand (2007) กล่าวว่า เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ต้องให้โอกาสผู้เรียนเป็นผู้กำหนดคำถามเริ่มต้น พร้อมทั้งมีห้องปฏิบัติการที่เอื้อต่อการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ผู้เรียนสืบเสาะค้นคว้าด้วยตนเองและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้

Hand (2008) กล่าวว่า เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กล่าวว่า เทนิคการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลยุทธ์การเขียนร่วมกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการกลุ่มควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมการทดลอง เป็นการบูรณาการระหว่างการเขียนกับการอ่านในระหว่างการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง ซึ่งมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมแทนที่การสอนแบบดั้งเดิม

เตชทัต เรืองธรรม (2559) กล่าวว่า การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) คือ เทคนิคหนึ่งที่สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การเขียนร่วมกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และกระบวนการกลุ่มควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมการทดลอง ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ใช้ข้อมูลและความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้ อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลักและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่รวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ว่าความรู้เดิมที่มีนั้นมีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ แม้ในบางกิจกรรมที่ผู้เรียนไม่ได้เป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง แต่ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองและผู้เรียนเป็นเพียงผู้สังเกตก็สามารถได้ข้อมูลการทดลองก็สามารถใช้เทคนิคนี้ได้เช่นกัน

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับความหมายของเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ จึงสามารถสรุปได้ว่า การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic : SWH) คือ การเขียนเพื่อเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือบางกิจกรรมที่ผู้เรียนไม่ได้เป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง แต่

ครูผู้สอนเป็นผู้สาธิตการทดลองและผู้เรียนเป็นผู้สังเกต และใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยก่อนการลงข้อสรุปผู้เรียนจะต้องมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่เข้าความรู้ใหม่ที่ได้รับ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

3.2 หลักและวิธีการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์

Burke, Greenbowe, Hand (2006) ได้กล่าวถึงหลักและวิธีการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1) อภิปรายก่อนการปฏิบัติการ เป็นการทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยและเทคนิคในห้องปฏิบัติการที่นักเรียนควรรู้

2) คำถามเริ่มต้น เป็นการให้นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาเพื่อปฏิบัติการการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหาดังกล่าว

3) การทดสอบและการสังเกต เป็นการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน และเก็บข้อมูลการทดลอง โดยข้อมูลที่นักเรียนบันทึกไว้จะใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

4) ข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน เป็นการถกเถียงและแสดงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบและสังเกต

5) การสะท้อน เป็นการแลกเปลี่ยนคำตอบของนักเรียนกับกลุ่มอื่น ๆ เพื่อตรวจสอบแนวคิดของตนเอง

Greenbowe, Poock, Burke, and Hand (2007) ได้กล่าวถึงหลักและวิธีการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1) การกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) ลักษณะกิจกรรม ผู้เรียนในชั้นเรียนมีการอภิปราย เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน ก่อนลมือทำการทดลอง

2) การทดสอบ (Tests) ลักษณะกิจกรรม ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่างและผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง และตารางบันทึกผลการทดลอง

3) การสังเกต (Observation) ลักษณะกิจกรรม ครูให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษารวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

4) ข้อสรุป (Claim) ลักษณะกิจกรรม ผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อน ๆ ก่อนสรุป เพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งระบุประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง

5) ประจักษ์พยาน (Evidence) ลักษณะกิจกรรม เน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง เพื่อสนับสนุนข้อสรุป

6) การอ่าน (Reading) ลักษณะกิจกรรม ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยเปรียบเทียบข้อมูลกับเพื่อนร่วมห้องหรือทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอก แล้วนำมาอธิบายเชื่อมโยงกับผลการทดลองที่เกิดขึ้น

7) การสะท้อนความคิด (Reflection) ลักษณะกิจกรรม ให้ผู้เรียนตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร หลังจากอภิปรายร่วมกัน รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก

8) การเขียน (Writing) ลักษณะกิจกรรม ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจแสดงแนวคิดของตนบนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยานและข้อสรุปที่มีอยู่กับเนื้อหาที่เรียน

เตชทัต เรืองธรรม (2559) ได้กล่าวถึงหลักและวิธีการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1) การกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) ผู้เรียนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน

2) การทดสอบ (Tests) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง โดยครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง

3) การสังเกต (Observation) ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง จากนั้นให้ผู้เรียนสังเกต หรือทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งรวบรวมผลการทดลอง

4) ข้อสรุป (Claim) ผู้เรียนร่วมกันสร้างข้อสรุปเพื่อตอบปัญหา/คำถามที่กำหนดไว้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า สังเกตหรือการบันทึกผลการทดลอง

5) ประจักษ์พยาน (Evidence) ให้ผู้เรียนระบุหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

6) การอ่าน (Reading) ผู้เรียนอ่านข้อสรุปของเพื่อนร่วมห้อง ศึกษาจากเอกสารตำราเรียนอื่น ๆ หรือค้นคว้าจากแหล่งอ้างอิงภายนอก เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

7) การสะท้อนความคิด (Reflection) เป็นการพิจารณาแนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่เมื่อได้อภิปรายร่วมกับเพื่อนร่วมห้อง รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากเอกสารตำราเรียนหรือแหล่งอ้างอิงภายนอก

8) การเขียน (Writing) ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจบนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ค้นคว้า โดยใช้ข้อมูลสร้างข้อสรุปและมีหลักฐานยืนยันข้อสรุป พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับหลักและวิธีการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยนำแนวคิดของ (เตชทัต เรืองธรรม, 2559) จึงสามารถสรุปได้เป็นดังนี้

1) การกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน

2) การทดสอบ (Tests) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง โดยครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง

3) การสังเกต (Observation) ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสังเกต หรือทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองในบางครั้งครูเป็นผู้สาธิต นักเรียนเพียงเป็นผู้สังเกต

4) ข้อสรุป (Claim) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและอภิปรายร่วมกันสร้างข้อสรุปเพื่อตอบปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า สังเกตหรือการบันทึกผลการทดลอง

5) ประจักษ์พยาน (Evidence) ให้ผู้เรียนระบุหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

6) การอ่าน (Reading) ผู้เรียนแต่ละคนอ่าน ศึกษาข้อสรุปของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

7) การสะท้อนความคิด (Reflection) เป็นการพิจารณาแนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่เมื่อได้อภิปรายร่วมกับเพื่อนร่วมห้อง

8) การเขียน (Writing) ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ผู้วิจัยได้สรุปการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ดังนี้

4.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL) หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมที่เน้นการสร้างองค์ความรู้โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน โดยผู้สอนอาจใช้สถานการณ์ปัญหาจริงที่พบใน

ชีวิตประจำวัน ข่าวเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงหรือจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนใช้รูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียน อยากรู้ จนทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นและกำหนดปัญหาที่ผู้เรียนสนใจจะค้นคว้าหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ อธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาคันคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีที่หลากหลาย โดยผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและจัดหาแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียนบางส่วน

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ทำการศึกษาค้นคว้ามาอภิปราย สรุปผล และสังเคราะห์ความรู้เป็นของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมเพียงใด แต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมอีกครั้งโดยผู้สอนตรวจสอบการสร้างความรู้ใหม่จากที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้และให้คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนยังเข้าใจได้ไม่ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นผู้เรียนเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงานและประเมินผลงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบต่างๆ จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนให้ผู้เรียนตอบคำถามจากเรื่องที่เรียน

4.2 การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic : SWH) หมายถึง การเขียนเพื่อเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือบางกิจกรรมที่ผู้เรียนไม่ได้เป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง แต่ครูผู้สอนเป็นผู้สาธิตการทดลองและผู้เรียนเป็นผู้สังเกต และใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยก่อนการลงข้อสรุปผู้เรียนจะต้องมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่เข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้รับ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีดังนี้

1) การกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน

2) การทดสอบ (Tests) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง โดยครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง

3) การสังเกต (Observation) ผู้สอนให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสังเกต หรือทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองในบางครั้งครูเป็นผู้สาธิต นักเรียนเพียงเป็นผู้สังเกต

4) ข้อสรุป (Claim) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและอภิปรายร่วมกันสร้างข้อสรุปเพื่อตอบปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า สังเกตหรือการบันทึกผลการทดลอง

5) ประจักษ์พยาน (Evidence) ให้ผู้เรียนระบุหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

6) การอ่าน (Reading) ผู้เรียนแต่ละคนอ่าน ศึกษาข้อสรุปของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

7) การสะท้อนความคิด (Reflection) เป็นการพิจารณาแนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่เมื่อได้อภิปรายร่วมกับเพื่อนร่วมห้อง

8) การเขียน (Writing) ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน

4.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมที่เน้นการสร้างองค์ความรู้โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลองและใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความใหม่ที่ได้รับเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนกำหนดปัญหาที่อยากเรียนรู้ จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) เพื่อจะค้นคว้าหาคำตอบ จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดสอบ (Tests) ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง จากสิ่งที่ครู

กำหนดให้ จากนั้นครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง พร้อมตรวจสอบวิธีการทดลองและตารางผลการทดลองที่ผู้เรียนร่วมกันออกแบบ จากนั้นผู้เรียนร่วมกันสังเกต (Observation) ทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ทำการศึกษาค้นคว้ามาอภิปราย สรุปผล และเขียน (Writing) สังเคราะห์ความรู้ใหม่เป็นของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายสร้างข้อสรุป (Claim) เพื่อตอบปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า สังเกตจากผลการทดลอง และมีการแสดงหลักฐาน (Evidence) ยืนยันข้อสรุป เมื่อสรุปได้องค์ความรู้ ผู้สอนตรวจสอบการสร้างความรู้จากที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้และให้คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนยังเข้าใจได้ไม่ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นผู้เรียนเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงานและประเมินผลงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น งานนำเสนอ แผนภาพหรือแผนผัง ระหว่างนำเสนอผู้เรียนแต่ละคนอ่าน (Reading) ศึกษาข้อสรุปของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อประเมินตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และสะท้อนความคิด (Reflection) ว่าความคิดเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เพราะเหตุใด เมื่อได้ศึกษาข้อสรุปของผู้อื่น จากนั้นเขียน (Writing) อธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ สรุปองค์รวมความรู้ทั้งหมด โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน จากนั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน ดังตาราง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	**การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน**	**เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)**	**ลักษณะการจัดกิจกรรม**	**บทบาทของผู้สอน**	**บทบาทของผู้เรียน**
ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา	- การกำหนดปัญหา	- การกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea)	ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาในการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนกำหนดปัญหาที่อยากเรียนรู้ จากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) เพื่อจะค้นคว้าหาคำตอบ จากนั้นผู้สอนและ	- ผู้สอนกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาในการเรียนรู้ต่าง ๆ - ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้ในสถานการณ์นั้น - ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน	- ผู้เรียนแต่ละคนกำหนดปัญหาที่อยากเรียนรู้ - ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อกำหนดปัญหาหรือคำถาม ในการค้นคว้าหาคำตอบ - ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	ลักษณะการจัดกิจกรรม	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
			ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน		
ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา	- การทำความเข้าใจปัญหา	-	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ อธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสาเหตุของปัญหา	- ผู้สอนคอยช่วยเหลือแนะนำ ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการหาข้อมูลเพิ่มเติม	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ อธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสาเหตุของปัญหา
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- การดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- การทดสอบ (Tests) - การสังเกต (Observation)	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดสอบ (Tests) ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง จากสิ่งที่ครู	- ผู้สอนให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง พร้อมตรวจสอบวิธีการทดลองและตารางผล	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง จากสิ่งที่ครูกำหนดให้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	ลักษณะการจัดกิจกรรม	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
			กำหนดให้ จากนั้นครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง พร้อมตรวจสอบวิธีการทดลองและตารางผลการทดลองที่ผู้เรียนร่วมกันออกแบบ จากนั้นผู้เรียนร่วมกันสังเกต (Observation) ทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง	การทดลองที่ผู้เรียนร่วมกันออกแบบ	- ผู้เรียนร่วมกัน ทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง
ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้	- การสังเคราะห์ความรู้	- การเขียน (Writing)	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ทำการศึกษาค้นคว้ามาอภิปราย สรุปผล และเขียน (Writing)	- ผู้สอนคอยให้คำแนะนำและคำปรึกษา	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ทำการศึกษาค้นคว้ามาอภิปราย สรุปผล และเขียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	ลักษณะการจัดกิจกรรม	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
			สังเคราะห์ความรู้ใหม่เป็นของกลุ่มตนเอง		สังเคราะห์ความรู้ใหม่เป็นของกลุ่มตนเอง
ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ	- การสรุปและประเมินค่าคำตอบ	- ข้อสรุป (Claim) - การแสดงหลักฐานประจักษ์พยาน (Evidence)	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายสร้างข้อสรุป (Claim) เพื่อตอบปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า สังเกตจากผลการทดลองและมีการแสดงหลักฐาน (Evidence) ยืนยันข้อสรุป เมื่อสรุปได้องค์ความรู้ ผู้สอนตรวจสอบการสร้างความรู้จากที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้และให้	- ผู้สอนตรวจสอบการสร้างความรู้จากที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้และให้คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนยังเข้าใจได้ไม่ถูกต้องและครบถ้วน - ผู้สอนจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเสนอ	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายสร้างข้อสรุป พร้อมให้เหตุผลประกอบและมีการแสดงหลักฐาน ยืนยันข้อสรุป - ผู้เรียนเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	ลักษณะการจัดกิจกรรม	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
			คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนยังเข้าใจได้ไม่ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นผู้เรียนเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ		
ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงานและประเมินผลงาน	- การนำเสนอผลงานและประเมินผลงาน	- การอ่าน (Reading) - การสะท้อนความคิด (Reflection)	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น งานนำเสนอ แผนภาพหรือแผนผัง ระหว่างนำเสนอผู้เรียนแต่ละคนอ่าน (Reading) ศึกษาข้อสรุปของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อประเมินตรวจสอบ	- ผู้สอนคอยให้คำแนะนำในการนำเสนอ - ประเมินผลการดำเนินงานของ นักเรียนตามเกณฑ์ที่ผู้สอนได้ กำหนดไว้	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบต่าง ๆ - ผู้เรียนแต่ละคนอ่าน ศึกษาข้อสรุปของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อประเมินตรวจสอบความเข้าใจ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	ลักษณะการจัดกิจกรรม	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
			ความเข้าใจของตนเอง และสะท้อนความคิด (Reflection) ว่าความคิดเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เพราะเหตุใด เมื่อได้ศึกษาข้อสรุปของผู้อื่น จากนั้นเขียน (Writing) อธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ สรุปองค์รวมความรู้ทั้งหมด โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน จากนั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน		ของตนเอง และสะท้อนความคิดว่าความคิดเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ - ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ สรุปองค์รวมความรู้ทั้งหมด โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน - ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

5. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

5.1 ความหมายของประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2544) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่าหากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดการณ์ว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งกำหนดให้เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด

เผชิญ กิจระการ (2544) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ผลรวมของการหาคุณภาพ (Quality) ทั้งเชิงปริมาณที่แสดงเป็นตัวเลข (Quantitative) และเชิงคุณภาพ (Qualitative) ที่แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจได้เป็นผลที่แสดงถึงผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง

เอกภพ เพื่องสำรวจ (2562) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นระดับประสิทธิภาพที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่พึงพอใจ หากมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับความหมายของประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จึงสามารถสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของแผนการสอนในการช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์ทางการเรียน วัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนสอบ หรือพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป

5.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ดังนี้

1) การกำหนดถ้าต้องการประสิทธิภาพกำหนดค่าไว้สูง เช่น 90/90 แต่การกำหนดเกณฑ์ไว้สูงอาจพบปัญหาว่าไม่สามารถบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ การที่จะทำให้ผู้เรียนส่วนมากทำคะแนนได้เฉลี่ยเกือบเต็มคือร้อยละ 90 ขึ้นไปไม่ใช่เรื่องง่าย ดังนั้นจึงไม่ค่อยพบว่ามีการตั้งเกณฑ์ 90/90 อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเกินไป เช่น ต่ำกว่า 70/70 ทั้งนี้เพราะถ้าสิ่งที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพจริงแล้วต้องสามารถพัฒนาผู้เรียนได้โดยเฉลี่ยครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มหรือมากกว่าครึ่งหนึ่งเล็กน้อย (60%) ซึ่งไม่เพียงพอควรพัฒนาได้มากกว่านั้น

2) การเขียนเกณฑ์ 80/80 ไม่ได้หมายถึงอัตราส่วน หรือสัดส่วนระหว่าง 2 ส่วนนี้ โดยทั่วไปไม่ได้แปลความหมายโดยนำมาเปรียบเทียบกัน ดังนั้นผู้วิจัยอาจไม่เขียนในรูป 80/80 แต่เขียนในรูปอื่น เช่น 80.80 หรือแม้กระทั่งเขียนว่าใช้เกณฑ์ 80% ทั้งกระบวนการและผลโดยรวมก็ได้ การเขียน 80/80 เป็นเพียงการแยกส่วนของประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งเป็นตัวเลข 80 ตัวหน้า กับประสิทธิภาพของผลโดยรวม ซึ่งเป็นตัวเลข 80 ตัวหลัง

3) ผู้วิจัยอาจตั้งเกณฑ์ 2 ส่วนไม่เท่ากันได้ เช่น ตั้งเกณฑ์เป็น 70/80 ซึ่งหมายถึงว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ 70% ส่วนประสิทธิภาพของผลโดยรวมใช้ 80% ซึ่งไม่นิยมกำหนดในลักษณะดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นที่จะทำอะไรให้สอดคล้องกับความนิยม ข้อสำคัญ คือ เหตุผลเบื้องหลังของการตั้งเกณฑ์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการตั้งเกณฑ์แบบนั้นมีความเหมาะสม และมีเหตุผลที่ดีกว่า

เกริก ท่วมกลาง (2555) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E1/E2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ โดยยกตัวอย่าง E1/E2 = 80/80 ดังนี้

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาค่าเฉลี่ย E1 และ E2

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัว หลัง (E2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E1) คือ จำนวนนักเรียน ทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดย เทียบจากคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

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

2) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

เอกภพ เฟื่องสำรวจ (2562) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ พฤติกรรมย่อย ๆ พฤติกรรมอเรียกว่า กระบวน (Progress) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และรายงานของผู้เรียนรายบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ การประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการเรียนการสอบหลังเรียน

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ จึงสามารถสรุปได้ว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละจากการประเมินกิจกรรมการเรียน มีเกณฑ์ประสิทธิภาพเป็น E1/E2 ซึ่ง E1 คือค่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้จากคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินด้านทักษะกระบวนการกับด้านจิตพิสัยและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ และ E2 คือ ค่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทุก แผนการจัดการเรียนรู้

5.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) กล่าวว่า วิธีคำนวณหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

1) การหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) มีดังนี้

$$E1 = \frac{\Sigma(\frac{X}{A})}{\mathrm{N}} \mathrm{x}\ 100$$

เมื่อ $E1$ แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนทุกส่วนที่ผู้เรียนทำได้

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มทั้งหมด

2) การหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2) มีดังนี้

$$E2 = \frac{\sum(\frac{Y}{B})}{\mathrm{N}} \text{ x } 100$$

เมื่อ $E2$ แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากแบบวัดผลและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มทั้งหมด

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ E1/E2 โดยวิธีการหา ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรและวิธีคำนวณตามตัวอย่างดังกล่าว จึงกำหนด (E1/E2) ไว้ที่เกณฑ์ 70/70

6. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Mayer (2003) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ทดสอบสมมติฐานโดยใช้กระบวนการที่มีความเป็นระบบ ด้วยการคิดและอธิบายถึงเหตุผลให้เป็นที่ยอมรับ หรือกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนที่มุ่งเน้นการสร้างสมมติฐานเพื่อทดสอบปรากฏการณ์ เมื่อพบว่าสมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดสอบแล้วถูกปฏิเสธ จะก่อให้เกิดการสร้างสมมติฐานใหม่และทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการใหม่

Howson and Urbach (2006) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบนการสำรวจตรวจสอบทฤษฎีหรือสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อเท็จจริงที่มีเหตุมีผลและมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มายืนยันความเป็นไปได้ของทฤษฎีหรือสมมติฐานนั้น

Zeineddin and Abd-EL-Khalick (2009) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่ศึกษาเกี่ยวกับการค้นคว้าสาเหตุ โดยใช้กระบวนการให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์ จะนำมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทฤษฎีเพื่ออนุมานไปสู่ข้อสรุป เป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ในทฤษฎีหรือเกี่ยวข้องกับทฤษฎี

Lawson (2009) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดของมนุษย์ที่ใช้ในการแสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการสำรวจปรากฏการณ์ที่พบในธรรมชาติ พยากรณ์สิ่งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น และรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ จนสามารถลงข้อสรุปในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้

Moshman (2011) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล อันนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการอนุมาน การทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์ การสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผล และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ จนนำไปสู่ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์

จันทร์เพ็ญ เชื้อพาณิช (2542) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลอง ซึ่งการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดของบุคคล โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าสำรวจ ตรวจสอบหรือทำการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้

ฐิติพร กายแก้ว (2560) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการประมวลความสัมพันธ์ของหลักการกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมโดยใช้วิธีการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือหลักฐานที่สามารถนำมาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทำนายผลสถานการณ์อื่นได้อย่างมีเหตุผล

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงสามารถสรุปได้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่สำคัญในการสร้าง

ข้อสรุป แนวคิด หรือมโนทัศน์ในรูปแบบขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งอาจเกิดจากการทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ และการสรุปเป็นข้อความที่มีเหตุผลและอ้างอิงทางวิทยาศาสตร์ได้

6.2 ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Rips and Varzi (2008) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือ วิธีคิดให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานหรือข้อสันนิษฐาน ซึ่งเป็นข้อเสนอที่นำมาใช้ชั่วคราวเพื่อติดตามผลพิสูจน์จนกระทั่งได้ข้อสรุปและให้ความรู้สึกที่ว่า การอ้างเหตุผลที่ถ้าข้ออ้างจริงเป็นไปไม่ได้ที่ข้อสรุปจะเป็นเท็จ

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ วิธีการคิดให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่ได้รับการยอมรับจากหลักฐาน หรือประโยคอ้าง ถ้าการอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างเป็นจริง มีความน่าจะเป็นสูงที่ข้อสรุปจะเป็นจริง

Lawson (2009) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการสร้างสมมติฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสังเกตพบปัญหา หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ยังไม่เข้าใจ เพื่อพยายามหาคำอธิบาย หรือคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น

2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ เพื่อให้สามารถอธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น

3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้น โดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปมาใช้อ้างอิงไปยังสมมติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น

4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้างข้อสรุป หรือลงข้อสรุป

Hausman, Kahane and Tidman (2010) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ 2 ประเภทดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงเพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่าถ้าข้ออ้างของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้วข้อสรุปต้องเป็นจริงด้วยหรือกล่าวได้ว่าเป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือการอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างเป็นจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วนกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริงข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงสูง

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ 2 ประเภทดังนี้

1) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงความรู้ทั่วไปไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง หรือความรู้เฉพาะหน่วย นั่นก็คือการใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วย คำอธิบาย หรือข้อสรุปที่ได้รับคือความรู้ใหม่

2) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นคือสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3) การให้เหตุผลโดยวิธีอุปนัย-นิรนัย (inductive-deductive method) หรือแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Approach) หรือการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เป็นวิธีคิดที่ใช้ทั้งวิธีคิดเชิงนิรนัยและอุปนัยรวมกัน หรือกระบวนการหาความรู้ที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นก็คือการคิดหรือการให้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ศึกษาได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไร เป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปสู่เรื่องเฉพาะตัวสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อมูลที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐาน คือข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นก็คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

สมภาร พรมทา (2551) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นฐานความคิดของวิชาวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลอง ซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วสรุป

2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการใช้ความคิดโดยไม่พิจารณาข้อเท็จจริง เป็นการค่อยๆคิดขยายออกไปทีละน้อย จึงเหมาะกับการวินิจฉัยบางสถานการณ์

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2553) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปอยู่ภายใต้ขอบเขตของข้ออ้างเช่นทุก ๆ วันที่ฝนตกวันนั้นไม่ต้องรดน้ำต้นไม้เนื่องจากฝนตกจึงไม่ต้องรดน้ำตันไม้ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้เห็นได้ชัดว่าการอ้างเหตุผลแบบนิรนัยสามารถทำให้เชื่อมั่นได้เต็มที่ว่าข้อสรุปจะเป็นจริง

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นข้อสรุปที่เกินเลยข้อกล่าวอ้างเช่นวันใดที่ฝนตกน้ำในคลองจะล้นตลิ่งขึ้นมาทุกครั้งหากวันนี้ฝนตกน้ำต้องลันตลิ่งแน่นอนซึ่งข้อสรุปนี้อาจจะไม่เป็นเป็นจริงในวันนี้ก็ได้

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีนักวิชาการและนักการศึกษาส่วนใหญ่ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็น 2 ประเภท คือ 1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย ที่เป็นการให้เหตุผลโดยอ้างอิงจากความรู้เดิมที่ตนเองมี หรืออ้างอิงจากกฎ และทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับและยึดถือว่าเป็นจริงอยู่ก่อนแล้ว เพื่อนำมาใช้ทำนายหรือคาดการณ์ต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น และ 2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย ที่เป็นการให้เหตุผลโดยอ้างอิงจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้รวบรวมมา เพื่อนำมาใช้สนับสนุนหรือยืนยันสมมติฐานหรือข้อสรุปที่มีอยู่

6.3 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

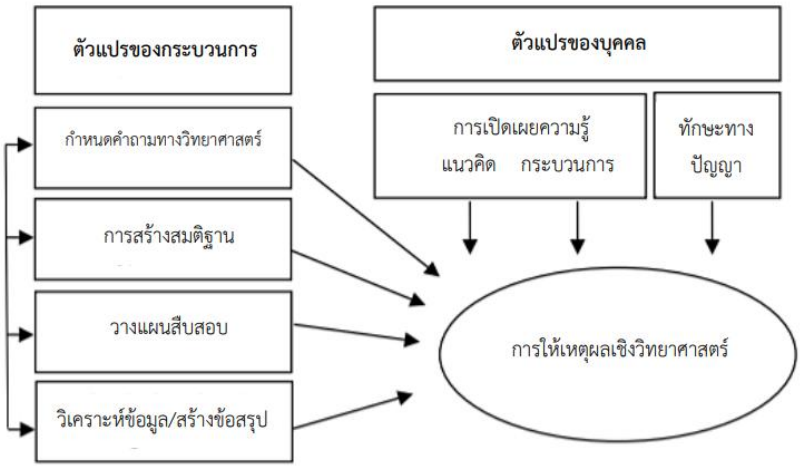
McNeill et al (2006) ได้อธิบายองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ประการ ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของการศึกษาปรากฏการณ์

2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้ออ้างมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ

3) การให้เหตุผล (Reasoning คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อม โยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

Mayer (2007) เสนอกรอบแนวคิดในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่เกิดขึ้นจาก 2 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรของกระบวนการและตัวแปรบุคคล ซึ่งส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และกล่าวว่าการสืบสอบเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่ครอบคลุม 3 ทักษะ คือ ทักษะการปฏิบัติ (practical skills), การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific reasoning) และความเชื่อทางญาณวิทยา (epistemological beliefs) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบจำลองให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดัดแปลงจาก Mayer (2007)

Lawson (2009) ได้อธิบายองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ประการ ดังนี้

1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน เป็นการรวบรวมและระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่สำคัญเพื่อใช้ในกระบวนการให้เหตุผล ข้อมูลที่รวบรวมมาจะต้องเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้และมีความสัมพันธ์กับเรื่องที่ต้องการวิเคราะห์

2) การคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น สามารถใช้ข้อสรุป ที่ได้จากข้อมูลหลักฐานและประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุปข้อมูลหรือหลักฐานได้

3) การสร้างข้อสรุป สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลหรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ ใช้ข้อมูล

หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

Songer and Gotwals (2012) ได้อธิบายองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ประการ ดังนี้

1) ข้อสรุป (Claim) ซึ่งเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างขึ้นเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ใด

2) หลักฐาน (Evidence) ซึ่งเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์หยิบยกขึ้นมาเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

3) คำชี้แจง (Justification) ซึ่งเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ชี้แจงว่า ข้อสรุปและหลักฐานสัมพันธ์กันอย่างไร

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ได้อธิบายองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ประการ ดังนี้

1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เป็นการตีความ แปลความหลักฐาน การระบุประเด็นในการสำรวจตรวจสอบ หรือทดสอบสมมติฐาน และนำไปตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถระบุหลักฐานเชิงประจักษ์และข้อมูลเพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบ รวมถึงรู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2) การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) การให้เหตุผล สนับสนุนหรือคัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่งๆ ความสามารถนี้รวมถึงการบรรยายและการตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุคำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับหลักฐาน

2.2 บรรยายหรือแปลความปรากฏการณ์ การพยากรณ์ และการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ระบุคำบอกเล่า คำอธิบาย และคำพยากรณ์ที่สมเหตุสมผล

3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) สื่อสารข้อสรุปและบอกหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป ความสามารถนี้ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร ซึ่งต้องใช้ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

3.1 รู้ว่าจะต้องใช้หลักฐานใด แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานใดจากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลมารองรับ หรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป การสร้างข้อโต้แย้ง การพยากรณ์ หรือการคาดการณ์ล่วงหน้า

3.2 สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของหลักฐานข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับหลักฐานที่มีหรือไม่ คำถามประเภทนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุปที่ยกมาให้ โดยให้วิเคราะห์ว่าการสรุปนั้นได้สรุปออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ หรือหลักฐานที่มี หรืออาจจะให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุปทั้งในทางที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

3.3 สื่อสารข้อสรุปได้อย่างมีคุณภาพ การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปจากหลักฐาน ข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

3.4 แสดงออกว่าเป็นผู้มีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำแนวคิดนั้นๆไปใช้ในสถานการณ์ที่กำหนดได้หรือไม่ มีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหรืออาจจะให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่าง หรือให้ขึ้บอกว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ โดยนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ที่ไม่ได้กำหนดให้) มาใช้ในการบอกนั้น ๆ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนำแนวคิดของโครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ซึ่งมีองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ 3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป เนื่องจากเนื้อหารายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา เป็นเนื้อหาที่มีความเชื่อมโยงกับ

ชีวิตประจำวันที่จะสามารถวิเคราะห์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสามารถอธิบายให้เหตุผลเชื่อมโยงสร้างองค์ความรู้ได้

6.4 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Lawson (1995) ที่มีการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawsons Test of Scientific Reasoning (LTR) เพื่อประเมินมิติย่อยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1) การอนุรักษ์มวลและปริมาตร (Conservation of Massand Volume) 2) การคิดอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional Thinking) 3) การติดตามหลักความน่าจะเป็น (Probabilistic Thinking) 4) การคิดเชิงความสัมพันธ์ (Correlational Thinking) 5) การควบคุมตัวแปร (Control of Variables) และ 6) การให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน(Hypothetical-deductive Reasoning ลักษณะเด่นของแบบวัดนี้จะเป็นข้อสอบเลือกตอบแบบTwo-tier หรือ ข้อสอบเลือกตอบแบบสองทาง ที่ต้องเลือกคำตอบของคำถามในส่วนแรกก่อน และเลือกตัวเลือกที่เป็นเหตุผลของคำตอบในส่วนที่ 2 ต่อกัน จำนวนทั้งสิ้น 24 ข้อ แบบวัดนี้จึงถือเป็นต้นแบบสำคัญในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยอื่นๆสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) โดยแบบวัดนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ต่างๆ พร้อมกับข้อมูล และรูปภาพประกอบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมถึงการวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสอบในส่วนนี้สามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ 1) ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือก ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือกตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก หรือ 2) ข้อสอบประเภทเขียนตอบที่ให้นักเรียนเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้นๆ

ตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามจะมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบ ซึ่งจะได้คะแนนเต็มเมื่อตอบถูกทุกคำตอบ และอาจได้คะแนนบางส่วนหากตอบถูกไม่ครบทั้งหมด ดังนั้นนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยที่คำอธิบายอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากที่นักเรียนระบุครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและอาจให้คะแนนความถูกต้องได้บางส่วน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้

1) ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking)

2) ได้คะแนน 6-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแผนเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking) และแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical

Lawson (2009) ได้ใช้แนวทางในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดนี้ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ อาจมีรูปภาพประกอบ เพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์สถานการณ์สร้างคำพยากรณ์จากปัญหาที่กำหนดให้จากสถานการณ์ โดยข้อสอบสามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ

1) ข้อสอบประเภทที่เป็นแบบเลือกตอบ ที่มีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก

2) ข้อสอบประเภท เขียนตอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่ให้เลือกตอบเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนที่ 2

โดยระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลางและต่ำ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3 เกณฑ์การวัดและประเมินระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009)

ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
สูง	- ระบุและให้เหตุผลวิธี การสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้อง และครบถ้วนอย่างน้อย 2 วิธี - ระบุการคาดคะเนคำตอบ และให้เหตุผลที่ถูกต้อง และครบถ้วนอย่างน้อย 2 เหตุผล - ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วนอย่างน้อย 2 หลักฐาน - ลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
ปานกลาง	- ระบุและให้เหตุผลวิธี การสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน เพียง 1 วิธี - ระบุการคาดคะเนคำตอบ และให้เหตุผลที่ถูกต้อง และครบถ้วนอย่างน้อย 1 เหตุผล

ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
	- ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน เพียง 1 หลักฐาน - ลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
ต่ำ	- ระบุและให้เหตุผลวิธีการสำรวจตรวจสอบไม่ถูกต้อง - ระบุการคาดคะเนคำตอบ แต่ให้เหตุผลไม่ถูกต้อง - ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานไม่ถูกต้อง - ลงข้อสรุปโดยไม่อ้างถึงหลักฐานที่ถูกต้อง

Bao (2009) ได้ใช้แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของ Lawson (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) ซึ่งแบบวัดนี้แบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ พร้อมกับมีข้อมูลรูปภาพประกอบเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยข้อสอบสามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ 1) ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือก ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ จะมีตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก และ 2) ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบในแต่ละข้อ ซึ่งควรจะได้คะแนนทั้งคำตอบที่ถูกต้องหรือคำตอบที่ไม่ถูกต้องทั้งหมดก็ตาม เมื่อครูพิจารณาถึงคำตอบที่ถูกต้องนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยที่คำอธิบายอื่น ๆ

อารยา ปาละโชติ (2551) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบโดยจะใช้เลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดมาให้แล้วเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ได้กล่าวถึง โครงการศึกษาผลแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2550 (Trends in International Mathematics and Science Study 2007; TIMSS, 2007) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่ง TIMSS ได้กำหนดขอบเขตการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อันประกอบไปด้วย 2 ด้าน ดังต่อไปนี้ 1) ด้านเนื้อหา ได้แก่ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และ 2) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ การใช้เหตุผล เป็นต้น โดยที่จุดประสงค์หนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การเตรียมนักเรียนให้มีความมีเหตุมีผลในการแก้ปัญหา การสร้างคำอธิบาย และการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ รวมถึงนักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ อีกทั้ง TIMSS ยังระบุนิยามของการใช้เหตุผลว่านักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ดังนี้ 1) การวิเคราะห์การแก้ปัญหา 2) การบูรณาการ/การสังเคราะห์ 3) การตั้งสมมติฐาน/การทำนาย 4) การออกแบบ/วางแผน 5) สรุป 6) สร้างข้อสรุปทั่วไป 7) ประเมิน 8) ตรวจสอบ ทั้งนี้ TIMSS ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผล โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1) ข้อสอบประเภทเขียนตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยมีลักษณะของข้อคำถามให้เขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2) ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยมี 4 ตัวเลือก

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555) ได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแบบวัดมีทั้งแบบเลือกตอบแบบเขียนตอบและเขียนอธิบายตอบซึ่งในแต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล (2556) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคลโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นคำถามจำนวน 4 ข้อซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ Science : Thinking with Evidence ของ New Zealand Council for Educational Research โดยวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือ ข้อสรุป หลักฐานและการขี้แจง

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA เป็นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยกรอบการประเมินได้มีการวัดและประเมินการใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกับการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ตีความ แปลความหลักฐาน

2) ให้เหตุผล สนับสนุนหรือคัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป

3) สื่อสารข้อสรุปและบอกหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป

ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมินโดยข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เป็นข้อความหรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพหรือกราฟประกอบและในแต่ละสถานการณ์อาจมีคำถามมากกว่า 1 ข้อลักษณะข้อสอบนั้นมี 4 ชนิด คือ

1) แบบเลือกตอบ (Multiple choice) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกคำตอบที่ถูกที่สุด 1 คำตอบ

2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex Multiple Choices) เป็นลักษณะข้อสอบที่มีประเด็นคำถามรวมอยู่และมีข้อคำถามย่อย ๆ ในข้อเดียวกัน ซึ่งถามในประเด็นของข้อคำถามรวม โดยข้อคำถามแต่ละข้อจะถามให้พิจารณาหรือประเมินว่าเป็นข้อคิดเห็นหรือข้อเท็จจริงจากเรื่องที่อ่าน

3) แบบสร้างคำตอบแบบปิด/สร้างคำตอบสั้น ๆ (Closed construct/Short answer) เป็นข้อสอบที่ถามที่ให้คิดหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยมีคำตอบที่ชัดเจน หรือให้เขียนอธิบาย ภายใต้ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด และมีขอบข่ายของคำตอบที่ชัดเจน

4) แบบขยายคำตอบ/ไม่จำกัดคำตอบ/สร้างคำตอบอิสระ (extended- response question)เป็นข้อสอบที่ถามให้แสดงความคิด ความเห็นที่สอดคล้อง หรือโต้แย้ง หรืออภิปรายข้อมูล/สถานการณ์ที่กำหนดโดยให้อิสระในการคิดหรือเปิดโอกาสให้คิดภายใต้หลักวิชาที่สมเหตุสมผล ซึ่งข้อสอบรูปแบบนี้ต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและมีแนวคำตอบเพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน

วิศรุฒน์ เอมสมบูรณ์ (2564) มีเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็น 2 ส่วน ซึ่งปรับเกณฑ์จาก Lawson (2009) ในแต่ละข้อ คือ ส่วนที่ 1 ข้อสอบปรนัยหลายตัวเลือก เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องจะได้คะแนน 1 คะแนน ส่วนที่ 2 การอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบตัวเลือกนั้น ซึ่งจะให้น้ำหนักคะแนนมากกว่า คือ 2 คะแนน ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (rubrics scoring) เป็น 4 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมีค่าคะแนน 0-2 คะแนน ดังนี้

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วิศรุฒน์ เอมสมบูรณ์ (2564)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
1. การพิจารณาและใช้หลักฐาน	รวบรวมข้อมูล พิจารณาวิเคราะห์และประเมินหลักฐานโดยใช้หลักการทฤษฎี กฎ ทาง	รวบรวมข้อมูล พิจารณาวิเคราะห์และประเมินหลักฐานโดยใช้หลักการทฤษฎี กฎ ทาง วิทยาศาสตร์ และใช้	รวบรวมข้อมูล พิจารณาวิเคราะห์และประเมินหลักฐานโดยใช้หลักการทฤษฎี กฎ ทางวิทยาศาสตร์ แต่

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
	วิทยาศาสตร์ และใช้หลักฐานในการอ้างอิงสู่ข้อสรุปได้ถูกต้องสมบูรณ์	หลักฐานในการอ้างอิงสู่ข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วน	ระบุหลักฐานที่ไม่สอดคล้องกับข้อสรุป หรือ ไม่ระบุหลักฐานที่ใช้ในการอ้างอิงข้อสรุป
2. การพยากรณ์	ระบุการคาดคะเนการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลจากสถานการณ์โดยใช้หลักฐานในการคิดถูกต้องสมบูรณ์	ระบุการคาดคะเนการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลจากสถานการณ์โดยใช้หลักฐานในการคิดถูกต้องบางส่วน	ระบุการคาดคะเนการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลจากสถานการณ์โดยไม่ใช้หลักฐานในการคิด หรือไม่ระบุระบุการคาดคะเนการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เป็นไปได้จากสถานการณ์
3. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป	อธิบายและระบุความสัมพันธ์ระหว่าง 1. หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ 2. แนวคิดหลักการ กฎ และทฤษฎีทาง	อธิบายและระบุความสัมพันธ์ระหว่าง 1. หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ 2. แนวคิดหลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 3. การ	ไม่ระบุความสัมพันธ์ระหว่าง 1. หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ 2. แนวคิดหลักการ กฎ และทฤษฎีทาง

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
	วิทยาศาสตร์ 3. การลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องสมบูรณ์	ลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ไม่ครบถ้วน โดยขาดตั้งแต่ 1 องค์ประกอบขึ้นไป	วิทยาศาสตร์ 3. การลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ หรือ ระบุองค์ประกอบไม่ครบถ้วนโดยขาดตั้งแต่ 2 องค์ประกอบขึ้นไป
4. การลงข้อสรุป	ระบุข้อสรุปที่เที่ยงตรงจากการพิจารณาหลักฐานอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้หลักการ ทฤษฎี กฎทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องสมบูรณ์	ระบุข้อสรุปที่เที่ยงตรงจากการพิจารณาหลักฐานอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้หลักการ ทฤษฎี กฎทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน	ระบุข้อสรุปไม่ถูกต้องหรือไม่สรุปข้อมูลในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จูนจุฬา ทิพย์พิมานพร (2565) มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการตอบสถานการณ์อย่างสั้น และส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายให้เหตุผล ตามกรอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ มีทั้งหมด 6 ข้อ เกณฑ์การประเมินตามระดับองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน 2) ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป ซึ่งใช้เกณฑ์จาก Lawson (2009) ดังนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จูนจุฬา ทิพย์พิมาน (2565)

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน		
	ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	ด้านการสร้างข้อสรุป
2	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน อย่างน้อย 2 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ และครบถ้วน อย่างน้อย 2 เหตุผล	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
1	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน เพียง 1 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ แต่ไม่ครบถ้วน เพียง 1 เหตุผล	ลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
0	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ หรือไม่ตอบ	ลงข้อสรุปโดยไม่อ้างอิงหลักฐานที่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

หนึ่งฤทัย เฮ้าประมงค์ (2566) มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย มีข้อคำถาม 2 ข้อ โดยข้อคำถามแบ่งตามประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Hausman (Hausman et al, 2021) ดังต่อไปนี้ 1)การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย และ 2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยโดยมีเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์ระดับคุณภาพ (Rubrics) ผู้วิจัยได้ดัดแปลงจากงานวิจัยของธนพร คลังพหล (2562) ดังนี้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หนึ่งฤทัย เฮ้าประมงค์ (2566)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	องค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน		
		2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
การให้เหตุผลแบบนิรนัย	การให้เหตุผลตรงตามหลักการ	นักเรียนให้เหตุผลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม
การให้เหตุผลแบบอุปนัย	การลงข้อสรุปจากการสืบค้นหา	นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนลงข้อสรุปได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนลงข้อสรุปไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

สรุปได้ว่า แนวทางในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบโดยอาจเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือกมาให้หรือเป็นแบบเขียนตอบโดยการเติมคำตอบสั้น ๆหรือเขียนเป็นคำอธิบายแต่ส่วนใหญ่การประเมินระดับนานาชาติในปัจจุบันจะมุ่งเน้นเป็นแบบทดสอบในลักษณะที่เป็นข้อเขียน โดยมีการกำหนดประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์มาให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ และเขียนอธิบายคำตอบโดยการใช้เหตุผลต่าง ๆ มาสนับสนุนแนวคิดของตนเองในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งก็อาจมีข้อสอบแบบปรนัยให้นักเรียนเลือกตอบหรือเติมคำตอบสั้น ๆ มาประกอบด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบแบบอัตนัย กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (rubrics scoring) เป็น 3

องค์ประกอบตามองค์ประกอบ ตามแนวคิดของโครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีค่าคะแนนน 0-2 คะแนน ดังนี้

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	**ระดับคะแนน**		
	2	**1**	**0**
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ตีความหมายได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ตีความหมายได้เพียงบางส่วนหรือผิดบางส่วน	ไม่สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เกี่ยวข้อง
การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์	สามารถอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ โดยระบุเหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน	สามารถอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ โดยระบุเหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบได้เพียงบางส่วนหรือผิดบางส่วน	ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์และระบุเหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบไม่ถูกต้อง
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สื่อสารข้อสรุป	สามารถระบุประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์หลักฐาน แนวคิด ทฤษฎี กฎ ถูกต้องและครบถ้วน หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันประกอบได้	สามารถระบุประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์หลักฐาน แนวคิด ทฤษฎี กฎ เพียงบางส่วนหรือผิดบางส่วน	ไม่สามารถระบุประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์หลักฐาน แนวคิด ทฤษฎี กฎได้

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้จากการทดสอบของครูผู้สอนหรือผู้รับผิดชอบในการสอนหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน

ไพศาล หวังพานิช (2526) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือ ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา หมายถึง คุณลักษณะ ความสามารถของบุคคล การเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์ การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งเป็นการตรวจสอบระดับ ความสามารถของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้ความสามารถเท่าใด

ภพ เลาห์ไพบูลย์ (2552) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมแสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อย ก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวว่า ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้การศึกษา ค้นคว้าอบรมการสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้าน และแหล่งอื่น ๆ

ชวลิต ชูกำแพง (2551) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ ในการเรียนรู้โดยพิจารณาจากคะแนนผลการเรียนรู้ที่วัดโดยใช้แบบทดสอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนสอนของครู บ่งชี้ว่าผู้เรียนมีความสามารถหรือสัมฤทธิ์ผลในแต่ละรายวิชามากน้อยเพียงใด ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้หรือมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาการสอนของครูให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การที่จะทำให้ได้ผลการทดสอบมีความถูกต้อง เที่ยงตรงเชื่อถือได้นั้นจะต้องใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพซึ่งผ่านการสร้างอย่างถูกต้องตามหลักวิชา

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน เป็นการวัดความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ทั้งด้านเนื้อหาและการปฏิบัติภายหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอน

7.2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bloom (1956) กล่าวว่า พฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด พิจารณาจาก 6 ด้าน ดังนี้

1) ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการจดจำแนกประสบการณ์ต่าง ๆ และระลึกเรื่องราวนั้น ๆ ออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ

2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถบ่งบอกใจความสำคัญของเรื่องราวโดยการแปลความหลัก ตีความได้ สรุปใจความสำคัญได้

3) การนำความรู้ไปประยุกต์ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักการกฎเกณฑ์และวิธีดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องที่ได้รู้มานำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้อย่างชัดเจน

5) การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน โดยปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้น

6) การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไปการประเมินเกี่ยวข้องกับการใช้เกณฑ์ คือ มาตรฐานในการวัดที่กำหนดไว้ในการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้นั้น

จำนง พลายแย้มแข (2539) กล่าวว่า ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งจะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ และแบบวัดทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้สัดส่วนเท่ากัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ใช้ 4 ด้าน ได้แก่

1) ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยได้เรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนมติ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2) ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏในรูปใหม่ และความสามารถในการนำความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง

3) ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน

4) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวว่า ใช้วิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้หลักของ Klopfer โดยดูจากพฤติกรรมทั้ง 4 ด้านของตัวนักเรียน คือ

1) ด้านความรู้ จะเป็นด้านที่สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากสิ่งที่เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการค้นหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์นักเรียนสามารถที่จะจดจำเนื้อหาที่เรียนไปได้ โดยสิ่งที่ต้องการวัดจะมี 9 กลุ่มคือ

1.1 ความรู้ด้านความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ สามารถตรวจสอบและเห็นผลที่เกิดขึ้นได้ผลเหมือนเดิมตามหลักการและเหตุผล

1.2 ความรู้ด้านมโนทัศน์ จะนำความรู้ที่สามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจริงหลาย ๆ อย่างมาผสมผสาน บูรณาการเพื่อให้เกิดเป็นความรู้ใหม่เกิดขึ้น

1.3 ความรู้ด้านหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ ความรู้ที่ได้สามารถอ้างอิงนำความรู้หลาย ๆ อย่างมาผสมผสานกันเกิดเป็นความรู้ใหม่ได้

1.4 ความรู้ด้านข้อตกลง จะเป็นการยอมรับมติร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ที่จะใช้สัญลักษณ์เครื่องหมาย ตัวย่อ หรืออักษรต่าง ๆ ที่จะมาใช้แทนความหมายหรือคำพูดทางด้านวิทยาศาสตร์

1.5 ความรู้ด้านขั้นตอนของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ การเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ สามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาอธิบายได้เป็นขั้นเป็นตอนตามทฤษฎี

1.6 ความรู้ด้านการแบ่งเป็นเภท นักวิทยาศาสตร์สามารถสร้างมาตรฐานด้วยการสร้างเกณฑ์ในการแบ่งประเภทต่าง ๆ ของสิ่งของ

1.7 ความรู้ด้านกลวิธีทางวิทยาศาสตร์ด้านความสามารถที่จะสื่อให้นักเรียนรู้ ความรู้ที่ได้มาจากการอ่านหนังสือหรือแม้แต่การบอกเล่าของครู

1.8 ความรู้ด้านคำศัพท์ด้านวิทยาศาสตร์ คำศัพท์จะนิยามถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในธรรมชาติโดยนักวิทยาศาสตร์เป็นคนกำหนดขึ้น

1.9 ความรู้ด้านทฤษฎี ที่เกิดจากการที่นักวิทยาศาสตร์สามารถนำทฤษฎีมาทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

2) ด้านความเข้าใจ คือ การที่นักเรียนแสดงออกทางพฤติกรรมของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ว่าสามารถนำความรู้ไปใช้ได้หรือไม่ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

2.1 กลุ่มที่เข้าใจถึงความจริง กฎ ทฤษฎีต่าง ๆ โดยผู้เรียนสามารถแสดงออกมาทางพฤติกรรม สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ตามความเป็นจริงที่เป็นสถานการณ์ใหม่แต่ใช้ความรู้จากสถานการณ์เดิม

2.2 กลุ่มที่เข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริงสามารถแปลความหมายให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ตัวอักษรและสามรถแปลความหมายของสัญลักษณ์ ตัวอักษรได้

3) ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะเกิดจากพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ขั้นตอนหรือกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการแสวงหาความรู้ใหม่

4) ด้านการนำความรู้และขั้นตอนหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ จะเป็นด้านที่นักเรียนต้องนำความรู้ที่ได้มาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาด้วยทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงสามารถสรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้านตามแนวคิดของ Bloom คือด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์และด้านการประเมินค่า

7.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2550) กล่าวว่า ข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์นั้นอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ข้อสอบแบบอัตนัย เป็นข้อสอบที่ผู้เรียนต้องเตรียมตัว จดจำข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการตอบคำถาม การให้คะแนนนั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์ของผู้ตรวจ

2) ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อสอบที่มีคำตอบไว้ให้ผู้เรียนต้องคิด ต้องจำได้ระลึกได้เข้าใจ มองเห็นความสัมพันธ์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกคำตอบที่ถูกต้องได้ข้อสอบปรนัยมีความเป็นปรนัยสูง

ราตรี นันทสุคนธ์ (2555) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งหวังสมรรถภาพด้านสมองแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-made test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ผู้สอนมีใช้กันทั่วไปในโรงเรียนซึ่งทำให้ครูสามารถวัดได้ตรงจุดมุ่งหมายครอบครูผู้สอนเป็นผู้ออกข้อสอบเอง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เข้าสอบ เลือกคำตอบจากสิ่งที่ข้อสอบกำหนดให้มา ไม่สามารถแสดงความรู้สึกนึกคิดได้

1.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) จะเป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้สอบสามารถ เขียนแสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้อย่างเต็มที่

2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ที่ได้มีการหาคุณภาพมีมาตรฐานในการดำเนินการต่อและมาตรฐานในการแปลจึงมีข้อดีคือคุณภาพของแบบทดสอบที่เชื่อถือได้พร้อมให้สามารถนำผลไปเปรียบเทียบได้กว้างขวางกว่า

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

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

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

โชติกา ภาษีผล (2558) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีเพื่อตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีความรู้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ วิธีการวัดผลและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายชนิด ดังนี้การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกตามลักษณะการการตอบได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) แบบอัตนัย (subjective lest) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถาม และให้ผู้ตอบแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตามที่โจทย์กำหนดภายในเวลาที่กำหนด

2) แบบปรนัย (objective test) คือ แบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้วโดยให้ผู้ตอบเลือกข้อที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้ว่าถูกหรือผิด ได้แก่ แบบจับคู่ แบบถูกผิด แบบเติมคำหรือตอบสั้น แบบจัดลำดับ และแบบเลือกตอบแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเขียนตอบแบ่งเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการสร้าง คือ

2.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะคราวเพื่อใช้ทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถของนักเรียน มีใช้กันทั่วไปในโรงเรียน แบบทดสอบประเภทนี้สอบเสร็จแล้วทิ้ง เมื่อสอบใหม่ก็จัดทำขึ้นมาใหม่หรือนำของเก่ามาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ

2.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน เมื่อสร้างเสร็จมีการนำไปทดสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้งเพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดี มีความเป็นมาตรฐาน

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงสามารถสรุปได้ว่า ถ้าจำแนกจากวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. แบบวัดที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อวัดผลในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน 2. แบบวัดมาตรฐานเพื่อวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในกลุ่มเรียนที่แตกต่างกัน ถ้าจำแนกตามตามการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ใช้วัด จะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ มีเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่และแบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ที่จำแนกผู้สอบตามความอ่อนเก่งเมื่อเทียบกับคนอื่นที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

7.4 การสร้างแบบวัดทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบโดยมการวิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์เนื้อหาและวิเคราะห์กิจกรรมของการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวในการสอนและการสอบ

2) ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ ครูต้องวางแผนการทดสอบ กำหนดรูปแบบของการทดสอบ ชนิดของแบบทดสอบ สร้างแผนผงการทดสอบและสร้างผังข้อสอบเพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้จุดหมายของหลักสูตร

3) เขียนข้อสอบ ต้องกำหนดแบบแผนข้อสอบเพื่อใช้สร้างข้อสอบ ร่างข้อสอบตามแบบแผนข้อสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบร่างข้อสอบ จากนั้นปรับปรุงขอสอบตามผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ

4) ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ นำแบบทดสอบไปทดลองสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ คัดเลือกข้อสอบเพื่อรวมเป็นแบบสอบ

5) นำแบบทดสอบไปใช้โดยมีคำสั่ง ระยะเวลาในการสอบ เงื่อนไขการสอบและการให้คะแนน

6) วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบ

7) ปรับปรุงแบบสอบ ข้อสอบใดไม่มีคุณภาพหรือคุณภาพไม่ดีพอ อาจต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดีขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มอื่นแล้วนำไปวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้ง จึงนำไปเก็บในคลังข้อสอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) วิเคราะห์วัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชา เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา ว่าเนื้อหาส่วนใดที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเนื้อหาส่วนใดที่ต้องการจะวัด พร้อมระบุพฤติกรรมหรือสมรรถภาพใดบ้างในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

2) กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ เป็นขั้นตอนการพิจารณาพฤติกรรมย่อยหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการพร้อมพิจารณาจำนวนข้อสอบที่ต้องออกเกินไว้ในแต่ละหัวข้อ (ควรออกเกินไม่ต่ำกว่า 25%) เนื่องจากหลังจากการนำแบบวัดไปทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้วจะต้องตัดข้อสอบที่ไม่มีคุณภาพตามเกณฑ์ออก

3) กำหนดรูปแบบของข้อสอบและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เป็นขั้นตอนการศึกษาหลักการ วิธีการเขียนข้อสอบ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบ และพิจารณาตัดสินใจเลือกรูปแบบการใช้คำถามของแบบวัด

4) เขียนข้อสอบ เป็นขั้นตอนการเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและจำนวนข้อสอบที่กำหนดไว้ โดยใช้รูปแบบการเขียนข้อสอบตามที่ได้ศึกษา

5) ตรวจทานข้อสอบ เป็นขั้นตอนการพิจารณาทบทวนข้อสอบอีกครั้ง โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา ความสามารถในการวัดจุดป ระสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย ตัวถูกตัวลวงมีความเหมาะสมแล้วทำการปรับปรุง

6) พิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นขั้นตอนที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและเนื้อหาวิชาจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาถึงความสอดคล้องของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบแต่ละข้อ หากมีข้อที่ไม่เข้าเกณฑ์ควรพิจารณาปรับปรุง

7) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เป็นขั้นตอนการพิมพ์แบบวัดที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ ซึ่งประกอบด้วยคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบวัด วิธีตอบ และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

8) ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

9) พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง เป็นขั้นตอนการพิมพ์แบบวัดที่มีค่าอำนาจ จำแนกเข้าเกณฑ์ โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะสร้างตามลำดับขั้นตอน เริ่มจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชา วิเคราะห์และศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ตรวจทานข้อสอบ พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำไปทดลองใช้แล้ววิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแล้วพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

พจมาพร คะเลรัมย์ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง

ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสะแกพิทยาคม อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30223 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 25 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีจับสลากโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1 ชุดกิจกรรม จำนวน 5 ชุด 2) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง 0.53 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.29 - 0.57 โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน E1/E2 ดัชนีประสิทธิผล และการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติการหาค่า t แบบ Dependent Samples t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.46/81.07 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเดมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ มีค่าเท่ากับ 0.6773 แสดงว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.6773 หรือคิดเป็นร้อยละ 67.73 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ศุภรดา บุญจุฑาสิริกุล (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่มีต่อการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนอุบลรัตน์พิทยาคม จำนวน 36 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทาง

วิทยาศาสตร์ (SWH) ตามแนวทาง ของ Poock et al. (2007) และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียน มีระดับคะแนนการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < 0.05$) และพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนน แต่ละองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ทั้งสามองค์ประกอบ และเมื่อพิจารณาจากปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า คะแนนการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ในทุกปัจจัย แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สามารถส่งเสริมการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียน

ศศิกานต์ นิ่มดำ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสหวิทยาเขตชุมพร 2 จังหวัดชุมพร การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าวระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) ศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนพะโต๊ะวิทยา จังหวัดชุมพร จำนวน 31 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำกรวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเยี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) นักเรียนดังกล่าวที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี

กมลชนก จันทร (2564) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 1.36 (ระดับสูง) 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีสมรรถะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 1.36 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หนึ่งฤทัย เฮ้าประมงค์ (2566) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2565 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1)แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ เรื่อง กรด-เบส จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test (One sample t-test) ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 73.26/71.31 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย 27.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ย 15.47 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Abubakar and Arshad (2015) ได้ศึกษาการเรียนรู้ร่วมกันและการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานของนักเรียนในรายวิชาเคมี วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนโดยใช้การเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี 15 คน นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และทักษะการคิดขั้นสูง สูงขึ้น เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาฐานเป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาผ่านการเรียนรู้ร่วมกันได้

Denae Numberg (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ในระดับขั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการทดลอง 16 สัปดาห์ โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานการทดลองแบบเดิม จำนวน 67 คน กลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานการทดลองโดยใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์จำนวน 63 คน ผลการวิจัยพบว่า การเขียนผลการทดลองโดยใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานการทดลองแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

Fatma Yaman (2018) ได้ศึกษาผลของการใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ต่อการเขียนโต้แย้งของครูวิทยาศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ในแนวทางการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ของตนเอง มีการจัดกิจกรรมแนวทางการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ 10 กิจกรรม ในช่วงระหว่างภาคการศึกษา การศึกษานี้ดำเนินการวิจัยกับครูวิทยาศาสตร์ 31 คน โดยใช้การออกแบบกรณีศึกษาข้อมูลรวมถึงเกณฑ์การให้คะแนนของแนวทางการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ในขณะที่ใช้การทดสอบ ANOVA และ Bonferroni เพื่อวิเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ จะใช้การวิเคราะห์

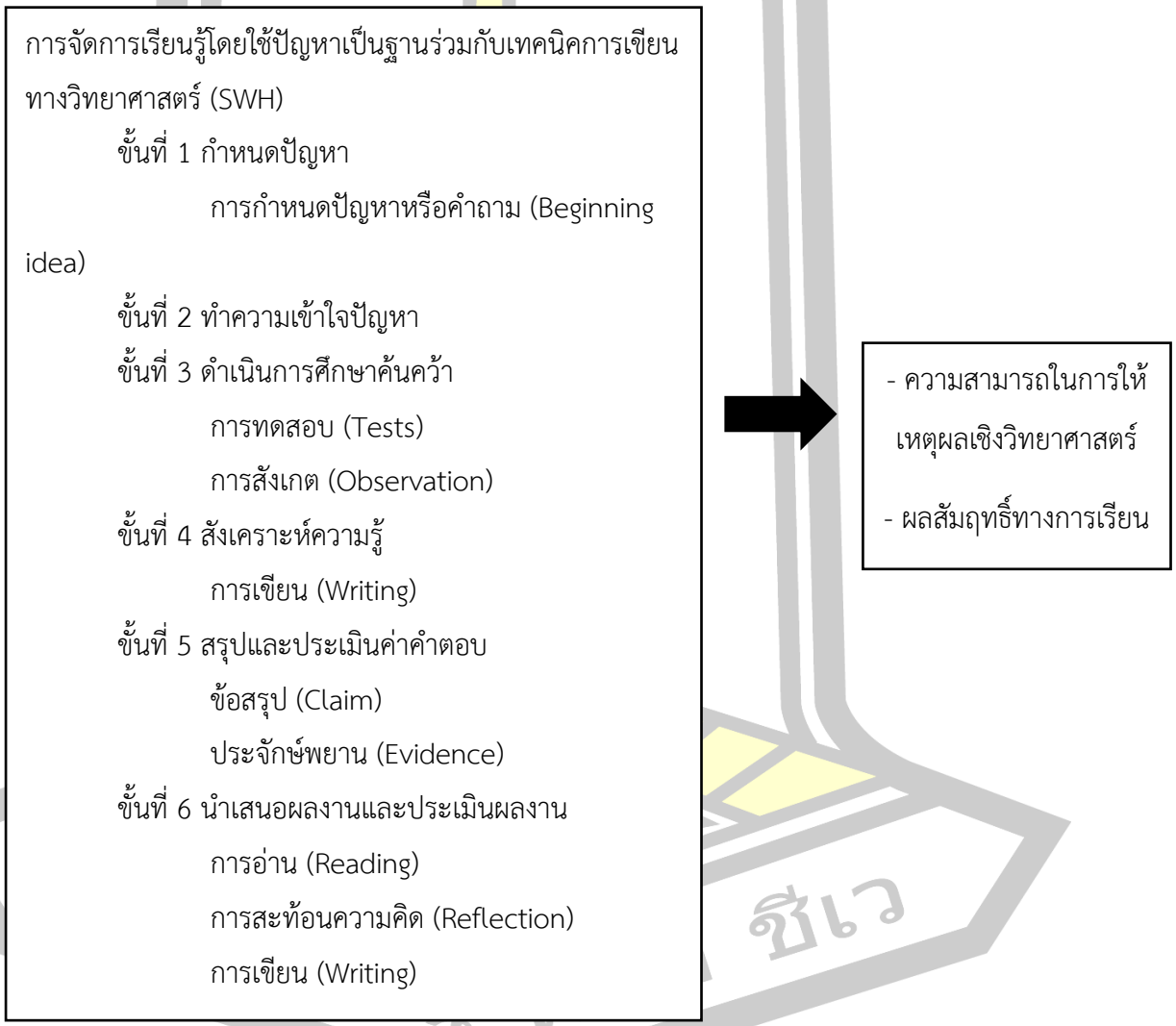
เนื้อหาเพื่อวิเคราะห์การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่ดำเนินการกับครูวิทยาศาสตร์ 12 คน และผล ANOVA แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างทางสถิติระหว่างประสิทธิภาพการเขียนของครูวิทยาศาสตร์ ($F = 14.493$, $p < 0.01$) ผลที่ได้จากการสัมภาษณ์บ่งบอกว่าคุณภาพของการเขียนเชิงโต้แย้งและทักษะการวิจัยของครูวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป นักวิจัย PST สร้างความเชื่อมโยงอย่างชัดเจนระหว่างคำถามเริ่มต้น ข้อมูลและการสังเกต ตลอดจนข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน และพวกเขาได้แยกความแตกต่างระหว่างข้อมูล การสังเกต และหลักฐาน ซึ่งการนำเสนอที่หลายรูปแบบมีความสำคัญในการให้หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้อง นอกจากนี้ กระบวนการเจรจายังช่วยให้นักวิจัย PST เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเชื่อว่าห้องปฏิบัติการ การถามเชิงโต้แย้งมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ที่มากขึ้น

N Fadilla, L Nurlaela, T Rijanto, S R Ariyanto, L Rahmah and S Huda (2021) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบปัญหาต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจะไม่สามารถพัฒนาได้อย่างเหมาะสมหากครูไม่ได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นเพื่อปรับปรุงทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ครูควรเลือกใช้กลยุทธ์ แนวทาง และเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ทั้งในด้านจิตใจ ร่างกาย และสังคม การเรียนรู้ทางเลือกหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาคือการเรียนรู้ตามปัญหา การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการใช้การเรียนรู้ตามปัญหาเพื่อปรับปรุงทักษะการคิดวิเคราะห์ ผลการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ 1) การนำ PBL มาใช้ในการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีศักยภาพและเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ และ 2) การนำ PBL มาใช้มีประโยชน์อย่างมากในการปรับปรุงทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน โดยต้องให้ครูและนักเรียนสามารถนำแต่ละขั้นตอนของ PBL มาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้

จากการทบทวนงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องมีนักวิจัยทางการศึกษาหลายท่านใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และการเขียนทางวิทยาศาสตร์สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ช่วยส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงเหตุและผล ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ตามแนวคิดของเตชทัต เรืองธรรม (2559) จึงสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพ ดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการวิจัย One Group Pretest – Posttest Design โดยมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังรายละเอียดในหัวข้อดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. รูปแบบของการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จ.ร้อยเอ็ด จำนวน 11 ห้องเรียน (คละความสามารถ) รวม 435 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จ.ร้อยเอ็ด จำนวน 35 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 2 ชั่วโมง ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อสถานการณ์ (18 ข้อย่อย) โดยใน 1 ข้อสถานการณ์จะมี 3 ข้อย่อยตามองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ 1.การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ 3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป

2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผนการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา เคมี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 3 และคู่มือครู

2) ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) และศึกษาเอกสาร หนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามรูปแบบของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ของเตชทัต เรืองธรรม (2559) ผลการเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 ชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์ และเวลา

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียน)	เวลา (ชม.)
1. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา และคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา	ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาใน 1 หน่วยเวลา ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมีเพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์	1. สามารถบอกความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีได้ 2. สามารถคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 3. สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง 4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	2
2. เขียนแผนภาพและอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชนและพลังงานที่เกิดจากการชน	1. สามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ทฤษฎีจลน์การชนกันของอนุภาคและการเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ได้ 2. สามารถอธิบายพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีได้	2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียน)	เวลา (ชม.)
		ปฏิกิริยาดูดพลังงาน (Endothermic reaction) หมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายเทพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ ดังนั้นในปฏิกิริยาดูดความร้อน สารผลิตภัณฑ์จะมีพลังงานสูงกว่าสารตั้งต้น ปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic reaction) หมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายเทพลังงานจากระบบไปสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นในปฏิกิริยาคายความร้อนสารตั้งต้น จะมีพลังงานสูงกว่าสารผลิตภัณฑ์	3. สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง 4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	
3. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี และเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการ	อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วง ปฏิกิริยานอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย โดยการเกิดปฏิกิริยาก็เร็วขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่สูง จะทำให้อะตอมหรือโมเลกุลของสารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น	1. สามารถอธิบายและเปรียบเทียบผลของ อุณหภูมิที่มีต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2. สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง 3. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียน)	เวลา (ชม.)
เปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา	ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วง ปฏิกิริยานอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย โดยเมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนอนุภาคเพิ่มขึ้นโอกาสที่อนุภาคของสารตั้งต้นชนกันก็มีมากขึ้น	1. สามารถอธิบายและเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2. สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง 3. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	2
	พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วง ปฏิกิริยานอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย โดยพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นจะมีผลต่อปฏิกิริยาเคมี ในลักษณะที่สารตั้งต้นชนิดหนึ่งมีสถานะเป็นของแข็ง กับสารอีกชนิดหนึ่งมีสถานะเป็นของเหลว เนื่องจากพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ของแข็งมีพื้นที่สัมผัสกับของเหลวมากขึ้น	1. สามารถอธิบายและเปรียบเทียบผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2. สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง 3. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้ (นักเรียน)	เวลา (ชม.)
	ตัวเร่งปฏิกิริยากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยานอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย โดยที่ตัวเร่งปฏิกิริยาอาจจะมีหรือไม่มีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยา แต่เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้ว ตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้ยังคงมีปริมาณเท่าเดิม และมีสมบัติเหมือนเดิม	1. สามารถอธิบายและเปรียบเทียบผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2. สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง 3. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	2
รวม				12

5) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้กิจกรรม การเรียนรู้สื่อและแหล่งการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล ที่ผู้วิจัยออกแบบไว้

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดกาเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

7) ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษามีประเด็นแก้ไข ดังนี้ ปรับตัวอย่างสถานการณ์ให้เนื้อหาของบทความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน ปรับขั้นตอนกิจกรรมให้ชัดเจนและตรงตามนิยามศัพท์

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้สื่อและแหล่งการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

8.1 รศ.ดร. ประสาท เนืองเฉลิม กศ.ด. (วิทยาศาสตรการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

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

8.3 นายธีรดนย์ โพธิคำ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

8.4 นายปฏิวัติ ไชยมาตร วท.ม. (เคมีสำหรับครู) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

8.5 นางสาวพิไลวรรณ พรรณขาม กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

โดยผู้เชี่ยวชาญทำการลงความเห็นด้วยเกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยแบ่งระดับการประเมินได้ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

9) นำผลการตรวจประเมินความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย และทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายในการประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยจะนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51 – 5.00 จัดเป็นแผนการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ได้ ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในช่วง 4.60 - 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.05 ซึ่งหมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมามีความเหมาะสมมากที่สุด

10) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว ทำการแก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำของคณะผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นในการปรับปรุง

แก้ไข ดังนี้ ปรับตัวอย่างสถานการณ์ให้กระชับ อ่านเข้าใจง่าย ตรงกับเนื้อหาที่ใช้สอนมากขึ้นและปรับกิจกรรมให้เข้ากับเวลา แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และใช้ในการวิจัย

11) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีข้อแก้ไข คือ เวลาที่นักเรียนลงมือทำกิจกรรมจริงมากเกินไป สถานการณ์บางข้อยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเชื่อมโยงไปยังปัญหาที่แท้จริงของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนได้

12) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7

3.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

3) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบและกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังนี้

ตารางที่ 9 แสดงการกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เนื้อหา	**องค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์**	**จำนวนข้อสอบ (ข้อ)**	
		สร้าง	**ใช้จริง**
1. ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	2	1
	การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	2	1

เนื้อหา	องค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป	2	1
2. แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	2	1
	การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	2	1
	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป	2	1
3. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (อุณหภูมิของสาร)	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	2	1
	การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	2	1
	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป	2	1
4. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ความเข้มข้นของสาร)	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	2	1
	การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	2	1
	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป	2	1
	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	2	1

เนื้อหา	องค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
5. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (พื้นที่ผิวของสาร)	การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	2	1
	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป	2	1
6. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี)	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	2	1
	การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	2	1
	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป	2	1
รวม		36	18

4) สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยเขียนตอบ โดยมีทั้งหมด 6 เนื้อหา ซึ่งในแต่ละเนื้อหาจะมีสถานการณ์ 1 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์มีข้อคำถามย่อย 3 ข้อตามกรอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ สร้างทั้ง 12 สถานการณ์ คำถามย่อยตามองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 36 ข้อ และใช้จริง 6 ข้อสถานการณ์ คำถามย่อยตามองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 18 ข้อ โดยข้อคำถามแบ่งตามองค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ดังต่อไปนี้ 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล 3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป

5) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

6) นำแบบวัดมาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษามีประเด็นแก้ไข ดังนี้ ปรับตัวอย่างสถานการณ์ให้บทความกระชับเข้าใจง่าย ตรวจสอบความถูกต้องของคำถามและระบุองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ตรงข้อคำถามแต่ละข้อ

7) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละข้อสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบวัดนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

8) นำผลการประเมินความความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ผลปรากฏว่า แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีดัชนีความสอดคล้อง ระหว่าง 0.80-1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

9) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ มีประเด็นในการแก้ไข ดังนี้ เพิ่มข้อมูลรายละเอียดที่เจาะจงในสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอ่านแล้วเข้าใจได้มากขึ้น และบางสถานการณ์ต้องใส่รูปภาพประกอบคำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจมากขึ้น

10) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาและจำนวนข้อสอบ

11) นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นรายข้อโดยใช้วิธีการคำนวณของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers) (ไพศาล วรคำ, 2562) แล้วคัดเลือกแบบวัดที่มีเกณฑ์ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 –

0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.20 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า 12 สถานกรณ์ แบบวัดจำนวน 36 ข้อ ที่คัดเลือกมา 6 สถานการณ์ จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.51 – 0.65 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.30 – 0.53

12) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เลือกแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน, 2561) ผลประกฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.83

13) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการแก้ไขมาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7

3.3 เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) สร้างเกณฑ์ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (rubrics scoring) แต่ละองค์ประกอบมีค่าคะแนนน 0-2 คะแนน เพื่อให้เหมาะสมตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนจะให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการเขียน ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มาจากความคิดและถ่ายทอดออกมาเป็นข้อความของนักเรียนแต่ละคน ดังนี้

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	**ระดับคะแนน**		
	2	**1**	**0**
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ตีความหมายได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ตีความหมายได้เพียงบางส่วนหรือผิดบางส่วน	ไม่สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เกี่ยวข้อง
การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์	สามารถอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ โดยระบุเหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน	สามารถอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ โดยระบุเหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบได้เพียงบางส่วนหรือผิดบางส่วน	ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์และระบุเหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบไม่ถูกต้อง
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สื่อสารข้อสรุป	สามารถระบุประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ หลักฐาน แนวคิด ทฤษฎี กฎ ถูกต้องและครบถ้วน หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันประกอบได้	สามารถระบุประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ หลักฐาน แนวคิด ทฤษฎี กฎ เพียงบางส่วนหรือผิดบางส่วน	ไม่สามารถระบุประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ หลักฐาน แนวคิด ทฤษฎี กฎได้

3) นำเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

4) ปรับปรุงและแก้ไขเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษามีประเด็นแก้ไข ดังนี้ ปรับเกณฑ์การประเมินให้ข้อความไม่ซ้ำซ้อนความหมายและครอบคลุมการให้คะแนนของแต่ละองค์ประกอบ

5) นำเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

โดยมีการประเมินเกณฑ์แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยแบ่งระดับการประเมินได้ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

6) นำผลการตรวจประเมินความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย และทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายในการประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยจะนำเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51 – 3.50 จัดเป็นเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสม ผลการประเมินเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง 4.00 - 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 ซึ่งหมายถึง เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาอยู่ในระดับเหมาะสมมาก-เหมาะสมมากที่สุด

6) นำเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว ทำการแก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำของคณะผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นในการปรับปรุงแก้ไข ดังนี้ เขียนอธิบายการให้คะแนนให้ชัดเจนตรงประเด็น เพิ่มเฉลยเพิ่มเติมเป็นตัวอย่างในการให้คะแนน

7) นำเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try Out) ในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม เพื่อดูความเหมาะสม

8) นำเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการให้คะแนนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7

3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ศึกษา หลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อตามระดับพฤติกรรม (ข้อ)												รวม	
		ความรู้		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีได้	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2
	2. นักเรียนสามารถคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อตามระดับพฤติกรรม (ข้อ)												รวม	
		ความรู้		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ทฤษฎีจลน์การชนกันของอนุภาคและการเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ได้	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	5	3
	2. นักเรียนสามารถอธิบายพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีได้	-	-	2	1	2	1	-	-	2	1	-	-	6	3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อตามระดับพฤติกรรม (ข้อ)												รวม	
		ความรู้		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	นักเรียนสามารถอธิบายและเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	3	2
ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	นักเรียนสามารถอธิบายและเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-	4	3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อตามระดับพฤติกรรม (ข้อ)												รวม	
		ความรู้		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
พื้นที่ผิวของสารและความดันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	นักเรียนสามารถอธิบายและเปรียบเทียบผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-	-	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	5	3
ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี	นักเรียนสามารถอธิบายและเปรียบเทียบผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1	4	2
รวม		5	3	8	1	4	2	12	8	2	1	4	2	35	20

3) สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ

4) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีประเด็นที่แก้ไข ดังนี้ ปรับคำถามที่เป็นการคำนวณให้ตัวเลขสามารถคำนวณได้ง่าย ปรับคำถามและตัวเลือกให้ถูกต้องและชัดเจน

5) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยประเมินแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

6) นำผลการประเมินความความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ผลปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เท่ากับ ระหว่าง 0.60-1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้

7) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นแก้ไข ดังนี้ เพิ่มข้อมูลลงในคำถามให้มากขึ้น เพื่อให้ผู้ทำแบบทดสอบสามารถเข้าใจในคำถาม คำถามที่เป็นความรู้-ความจำปรับตัวเลือกใหม่ แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และใช้ในการวิจัย

8) จัดพิมพ์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม เพื่อดูความเหมาะสม ความยากง่ายของแบบทดสอบ

9) นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B)

เป็นรายข้อโดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan's Index: B-Index) (ไพศาล วรคำ, 2562) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีเกณฑ์ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ระหว่าง 0.20 – 1.00 ไว้ใช้จริง ผลปรากฏว่า เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.50 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.21 – 0.58

10) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เลือกมา 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการของโลเวทท์ (Lovett) (ไพศาล วรคำ, 2552) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.75

11) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการแก้ไขมาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental research) โดยดำเนินการวิจัยตามแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design

ตารางที่ 12 รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง

กลุ่ม	ทดสอบก่อนจัดเรียนรู้	ทดลอง	ทดสอบหลังจัดการเรียนรู้
G	T_1	X	T_2

จากตารางตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย อธิบายได้ดังนี้

G หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง

T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยการนำเครื่องมือวิจัยที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 35 คน โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง โดยแนะนำวิธีการศึกษา พร้อมแจ้งจุดประสงค์ และเงื่อนไขในการศึกษาให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

2) ขั้นก่อนสอน ดำเนินการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7

3) ขั้นดำเนินการสอน ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง

4) ขั้นหลังสอน เมื่อดำเนินการสอนครบตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

5) นำคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ E1/E2 ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้จากคะแนนเฉลี่ยจากใบงานกลุ่มและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดอัตราส่วน 60:40 ตามลำดับ ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดอัตราส่วน 50:50 ตามลำดับ

5.2 วิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้สถิติ t (t-test dependent)

5.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

6.1.1 ค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนนักเรียนทั้งหมด

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.1.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1) หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบวัดโดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers) (ไพศาล วรคำ, 2562)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

3) การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers) (ไพศาล วรคำ, 2562)

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

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

4) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้วิธีของครอบบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบในแบบวัด

6.1.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบวัดโดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการของโลเวทท์ (Lovett) (ไพศาล วรคำ, 2552)

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

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

3) การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$\mathrm{P} = \frac{R}{\mathrm{n}}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

n แทน จำนวนคนทั้งหมด

พหุน ปณฺ ทิตฺต ชีเว

4) การหาค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อโดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan's Index: B-Index) (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F}$$

เมื่อ B แทน ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนแนน

f_p แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มผ่านเกณฑ์

f_F แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

n_p แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์

n_F แทน จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E1/E2)

1) การหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) มีดังนี้

$$E1 = \frac{\Sigma(\frac{X}{A})}{\mathrm{N}} \mathrm{x}\, 100$$

เมื่อ $E1$ แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรวมกัน

2. การหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) มีดังนี้

$$E2 = \frac{\sum(\frac{Y}{B})}{\mathrm{N}} \mathrm{x}\ 100$$

เมื่อ $E2$ แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

6.3 สถิติพื้นฐาน

6.3.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ $\overline{\mathrm{x}}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum \mathrm{x}$ แทน ผลรวมของคะแนนนักเรียนทั้งหมด

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.3.2 ร้อยละ (Percentage) คำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{f}}{\mathrm{n}} \mathrm{x}\ 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

6.3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนแต่ละคน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนนักเรียนทั้งหมด

6.4 สถิติทดสอบสมมติฐาน

6.4.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยใช้สถิติทดสอบสมมติฐาน t- test dependent เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ 2 ค่าเฉลี่ยในกลุ่มเดียวกัน (ไพศาล วรคำ, 2552)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\sum D$ แทน ผลรวมของคะแนนแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองคะแนนแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียน

พหุน ปณ ฑิโต ชีวะ

6.4.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน, 2561)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$,df = n-1

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดมุ่งหมายในการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนากิจกรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$E1$	แทน	ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
$E2$	แทน	ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที แบบ one sample
df	แทน	ขั้นของความอิสระ
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E1 จากคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนจากการประเมินด้านทักษะกระบวนการกับด้านจิตพิสัยและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดอัตราส่วน 60:40 ตามลำดับ และคำนวณค่า E2 ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดอัตราส่วน 50:50 ตามลำดับ ปรากฏดังตาราง

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 13 คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 50:50		
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	คะแนนแผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะการเรียน (20)	คะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	คะแนนแผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะการเรียน (50)	คะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (50)	รวม (100)
1	109	22	49.92	29.33	79.26	15	23	37.50	31.94	69.44
2	111	21	50.84	28.00	78.84	15	22	37.50	30.56	68.06
3	110	23	50.38	30.67	81.05	15	26	37.50	36.11	73.61
4	111	21	50.84	28.00	78.84	15	23	37.50	31.94	69.44
5	104	25	47.63	33.33	80.97	16	24	40.00	33.33	73.33
6	109	23	49.92	30.67	80.59	16	22	40.00	30.56	70.56
7	108	22	49.47	29.33	78.80	15	26	37.50	36.11	73.61
8	109	23	49.92	30.67	80.59	14	25	35.00	34.72	69.72

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 50:50		รวม (100)
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (50)	
9	107	23	49.01	30.67	79.67	15	25	37.50	34.72	72.22
10	100	10	45.80	13.33	59.13	12	24	30.00	33.33	63.33
11	111	22	50.84	29.33	80.17	14	22	35.00	30.56	65.56
12	103	21	47.18	28.00	75.18	15	24	37.50	33.33	70.83
13	101	23	46.26	30.67	76.93	15	21	37.50	29.17	66.67
14	107	23	49.01	30.67	79.67	17	24	42.50	33.33	75.83
15	111	13	50.84	17.33	68.17	12	25	30.00	34.72	64.72
16	110	22	50.38	29.33	79.72	15	24	37.50	33.33	70.83

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 50:50		รวม (100)
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (50)	
17	106	22	48.55	29.33	77.88	15	27	37.50	37.50	75.00
18	105	24	48.09	32.00	80.09	17	26	42.50	36.11	78.61
19	110	21	50.38	28.00	78.38	15	25	37.50	34.72	72.22
20	104	23	47.63	30.67	78.30	16	28	40.00	38.89	78.89
21	106	23	48.55	30.67	79.22	16	23	40.00	31.94	71.94
22	106	21	48.55	28.00	76.55	15	28	37.50	38.89	76.39
23	109	24	49.92	32.00	81.92	16	25	40.00	34.72	74.72
24	108	24	49.47	32.00	81.47	14	29	35.00	40.28	75.28

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 50:50		รวม (100)
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (50)	
25	109	21	49.92	28.00	77.92	14	23	35.00	31.94	66.94
26	109	13	49.92	17.33	67.26	15	19	37.50	26.39	63.89
27	108	24	49.47	32.00	81.47	16	23	40.00	31.94	71.94
28	107	22	49.01	29.33	78.34	16	25	40.00	34.72	74.72
29	107	23	49.01	30.67	79.67	14	27	35.00	37.50	72.50
30	110	21	50.38	28.00	78.38	15	20	37.50	27.78	65.28
31	109	22	49.92	29.33	79.26	14	22	35.00	30.56	65.56
32	108	22	49.47	29.33	78.80	15	23	37.50	31.94	69.44

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 50:50		รวม (100)
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (50)	
33	109	19	49.92	25.33	75.26	14	23	35.00	31.94	66.94
34	107	24	49.01	32.00	81.01	18	28	45.00	38.89	83.89
35	107	22	49.01	29.33	78.34	14	28	35.00	38.89	73.89
ΣX	3765	752	1724.43	1002.67	2727.00	525.00	852	1312.50	1183.33	2496
$\bar{X}$	107.57	21.49	49.27	28.65	77.92	15.00	24.34	37.50	33.81	71.31
S.D.	2.71	3.21	1.24	4.28	4.52	1.21	2.39	3.03	3.32	4.67
ร้อยละ	82.12	71.62	82.12	71.62	77.92	75.00	68	75.00	67.62	71.31
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E1/E2) เท่ากับ 77.92/71.31										

จากตารางที่ 13 พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการเท่ากับ 77.92 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์เท่ากับ 71.31 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.92/71.31 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การทดสอบ	องค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (36 รวม)
	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (12)	การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล (12)	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (12)	
ก่อนเรียน	2.26	2.34	1.63	6.23
หลังเรียน	7.69	8.89	7.77	24.34
S.D.	3.84	4.63	4.34	12.81
t	15.062*	18.510*	18.565*	21.142*
p	.000	.000	.000	.000

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 14 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.34 ซึ่งสูง

กว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 6.23 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนรวมแต่ละด้าน 12 คะแนน ด้านที่ได้คะแนนสูงที่สุด คือ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และด้านที่คะแนนน้อยที่สุด คือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยได้หาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตาราง

ตารางที่ 15 คะแนนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
35	20	15.00	1.21	14.00	20.359*	34	.000

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.00 และเมื่อทดสอบ One sample t-test เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน) พบว่า มีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผลได้ตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

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

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 77.92/71.31

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 15.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. อภิปรายผล

จากการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 77.92/71.31 หมายความว่า คะแนนระหว่างเรียนซึ่งได้จากการประเมินด้านทักษะกระบวนการกับด้านจิตพิสัยและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 77.92 และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.31 จะเห็นได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ซึ่งถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมที่เน้นการสร้างองค์ความรู้โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมโดยการเขียน อธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ มาสรุปองค์รวมความรู้ทั้งหมด เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ สอดคล้องกับประสาท เนืองเฉลิม (2554) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้จากการเรียนและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหา มุ่งพัฒนาทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ได้มา

โดยที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือผู้เรียนเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหา เพื่อนำไปสู่การวางแผนร่วมกัน และลงมือทำเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม และการนำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มาร่วมด้วยจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลองและใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความใหม่ที่ได้รับเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถที่เกิดจากการลงข้อสรุปที่ถูกต้องในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้จากการศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบหรือทำการทดลองอย่างมีเหตุผล ที่จะนำมาเป็นเหตุผลอ้างอิงประกอบและหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล จนนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (เตชทัต เรืองธรรม,2559) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้

ค่า E1 สูงกว่าค่า E2 เนื่องจากค่า E1 ได้มาจากคะแนนระหว่างเรียนซึ่งได้จากการประเมินด้านทักษะกระบวนการกับด้านจิตพิสัยและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มในระหว่างการเรียน มีการปรึกษาช่วยกันค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนไม่ได้หาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเองคนเดียวและผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผนทันทีหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน ทำให้มีความรู้และจดจำเนื้อหาที่เรียนได้ ส่วนค่า E2 ได้จากคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนจบครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ในการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการทำด้วยตนเองคนเดียว ไม่มีผู้ใดให้ปรึกษา หาข้อมูลจากภายนอกไม่ได้ มีเวลาที่จำกัดและอาจจะลืมเนื้อหาในบางส่วนที่ได้เรียนไปบ้างแล้ว จึงทำให้คะแนนน้อยกว่า E1 จากเหตุผลข้างต้นส่งผลให้ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของหนึ่งฤทัย เฮ้าประมงค์ (2566) ที่ได้พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่ากิจกรรมการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.26/71.31 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70/70 สอดคล้องกับงานวิจัยของพจมาพร คะเลรัมย์ (2559) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าชุดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.46/81.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และงานวิจัยของศุภรดา บุญจุฑาสิริกุล

(2561) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่มีต่อการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรวมก่อนเรียน เท่ากับ 6.23 และคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียน เท่ากับ 24.34 โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการทำกิจกรรมผู้เรียนได้ศึกษาหาสาเหตุของปัญหา ทำการทดลอง ร่วมกันแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุและผลบนพื้นฐานของการทดลอง ประจักษ์พยานที่มีอยู่เพื่อหาข้อสรุปสร้างองค์ความรู้ใหม่ และผู้เรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกันภายในกลุ่ม ในขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผลงาน และผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนสิ่งที่เรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และให้ผู้เรียนมีโอกาสวิพากษ์วิจารณ์สิ่งที่ได้เรียนรู้ แนวคิดของตนเอง แนวคิดของเพื่อนร่วมชั้น และตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาว่าเข้าใจถูกต้องและแตกต่างไปจากผู้เรียนคนอื่นหรือไม่ เพราะเหตุใด ซึ่งได้ตรวจสอบความรู้ที่ถูกต้องอีกครั้ง (เตชทัต เรืองธรรม,2559) ก่อนจะนำมาเขียนอธิบายความเข้าใจ องค์ความรู้ แสดงความคิดเห็นของตนเองบนพื้นฐานของการทดลองหรือการค้นคว้าหาข้อมูล และหลักฐานประจักษ์พยานที่มีอยู่ สรุปองค์ความรู้ทั้งหมดที่เชื่อมโยงกับเนื้อหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) จากกที่กล่าวมานั้น ผู้เรียนได้ฝึกฝนการเขียนทางวิทยาศาสตร์ครบทุกขั้นโดยแทรกการให้เหตุผลเชื่อมโยงกับเนื้อหาได้ครบถ้วน ทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

พิจารณาคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนรวมแต่ละด้าน 12 คะแนน พบว่า ด้านที่ได้คะแนนสูงที่สุด คือ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ผู้เรียนได้ฝึกการหาเขียนอธิบาย สรุป อภิปรายผลโดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งใช้ประจักษ์พยานจากการที่ทำการทดลองในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยง

ความคิดกับความเข้าใจและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้ โดยใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องเหมาะสม แลกเปลี่ยนมุมมองจนนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) จากแผนการจัดการเรียรู้อาจส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้น้อย และจากการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถเขียนระบุประเด็นได้ แต่ไม่สามารถตีความของข้อความแล้วเขียนเพิ่มเติมได้ จึงทำให้มีคะแนนด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์น้อยกว่าในทุก ๆ ด้านขององค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม กระบวนการจัดการเรียนรู้ใช้ปัญหาเป็นหลักในการสร้างองค์ความรู้ โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากปัญหาที่เกิดขึ้น ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) และการจัดกิจกรรมครั้งนี้ได้นำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มาร่วมด้วยซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสในการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และใช้ข้อมูล ความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความใหม่ที่ได้รับเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน:ซึ่งตรงกับแนวคิดของ Keys, Hand, Prain and Collins (1999) ที่เสนอว่า เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science writing heuristic: SWH) เป็นรูปแบบการเขียนเพื่อการเรียนรู้ (Writing-to-Learn) จากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และนำมาใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์นี้ยังเป็นเครื่องมือที่จะทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนได้ทำกิจกรรมและเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันผ่านกิจกรรมการทดลองในการสืบเสาะหาความรู้ ช่วยส่งเสริมการคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีเหตุผล โดยกระบวนการเรียนรู้นี้นำมาส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการสำรวจตรวจสอบทฤษฎีหรือสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อเท็จจริงที่มีเหตุมีผลและมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มายืนยันความเป็นไปได้ของทฤษฎีหรือสมมติฐานนั้น (Howson and Urbach, 2006) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ คือ 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ 3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจะได้ว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของวลัยลักษณ์ เหลี่ยม

สิงขร (2562) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตและระบบประสาท ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน เท่ากับ 12.73 และหลังเรียน เท่ากับ 21.94 ดังนั้นคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสมฤทัย ปู่ย่า (2560) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาสมดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) พบว่าคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน เท่ากับ 55.47 และหลังเรียน เท่ากับ 65.39 ดังนั้นคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 15.00 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทำทดลอง สรุปอภิปรายผล ตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้องระหว่างผู้สอนและผู้เรียน จากนั้นนำมาเขียนสรุปความรู้ที่ได้มาเป็นความรู้ของตนเอง จะสามารถทำให้จดจำได้ดียิ่งขึ้น และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จมีการทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน ทำให้ผู้เรียนได้ความรู้ที่ถูกต้อง ครบถ้วน และเมื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเป็นรายบุคคลพบว่ามีผู้เรียนจำนวน 33 คนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ไม่มาก และมีนักเรียนจำนวน 2 คนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ อาจเป็นผลมาจากเนื้อหาในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีเนื้อหาที่มีทั้งการคำนวณและทฤษฎี จึงเป็นเนื้อหาที่ค่อยข้างยาก และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เป็นการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มบางคนอาจจะไม่ให้ความร่วมมือ ไม่ให้ความสนใจในการทำกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนขาดการสร้างองค์ความรู้ เมื่อทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายบุคคลหลังเรียนจบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผลคะแนนจึงต่ำกว่าผู้เรียนคนอื่น และต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ควรเน้นไปที่กิจกรรม หรือขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้

เกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนกำหนดปัญหาที่อยากเรียนรู้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) และจากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) เพื่อจะค้นคว้าหาคำตอบ ผู้สอนจะต้องกระตุ้นผู้เรียนด้วยสถานการณ์ที่น่าใจ ซึ่งปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่เหมือนกับปัญหาที่นักเรียนสามารถพบในชีวิตจริง (Barrows and Tamblyn, 1980) เพื่อที่จะเร้าให้ผู้เรียนสนใจ และมุ่งจะแก้ปัญหาอย่างแท้จริง

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา (Barrows and Tamblyn, 1981) ยังทำให้นักเรียนมีทักษะในการตั้งสมมติฐานและการให้เหตุผลดีขึ้น สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานเป็นกลุ่มและสื่อสารกับผู้อื่นได้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพ ความคงอยู่ของความรู้นานกว่าการเรียนแบบบรรยาย และยังสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้นักเรียนอยากเรียนรู้มากขึ้น (กาญจนา กั้วสิทธิ์ และธเนศ พงศธีรัตน์, 2562) ในการวิจัยครั้งได้นำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มาร่วมด้วย ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้การเขียนร่วมกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และกระบวนการกลุ่มควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมการทดลอง ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ใช้ข้อมูลและความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลักและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่รวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ว่าความรู้เดิมที่มีนั้นมีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ (เตชทัต เรืองธรรม, 2559) ซึ่งจากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเฉลิมพร สืบสิงห์ (2565) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของศศิกานต์ นิ่มดำ (2561) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ผลวิจัยพบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 21.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นจะใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างนาน โดยเฉพาะขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า เพราะต้องมีการทำปฏิบัติการทดลอง ครูควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสม และคอยกระตุ้นผู้เรียนเพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปตามเวลาที่กำหนดและเหมาะสมกับเนื้อหา

4.1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีการทำปฏิบัติการทดลอง ซึ่งผู้สอนต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมีที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ ในแต่ละคาบให้พร้อมใช้งานและเพียงพอ โดยผู้สอนต้องทำการจัดเตรียมล่วงหน้าและทดลองว่าผลจะออกมาเป็นอย่างไร ไว้คอยช่วยให้คำแนะนำผู้เรียนระหว่างทำปฏิบัติการจริง

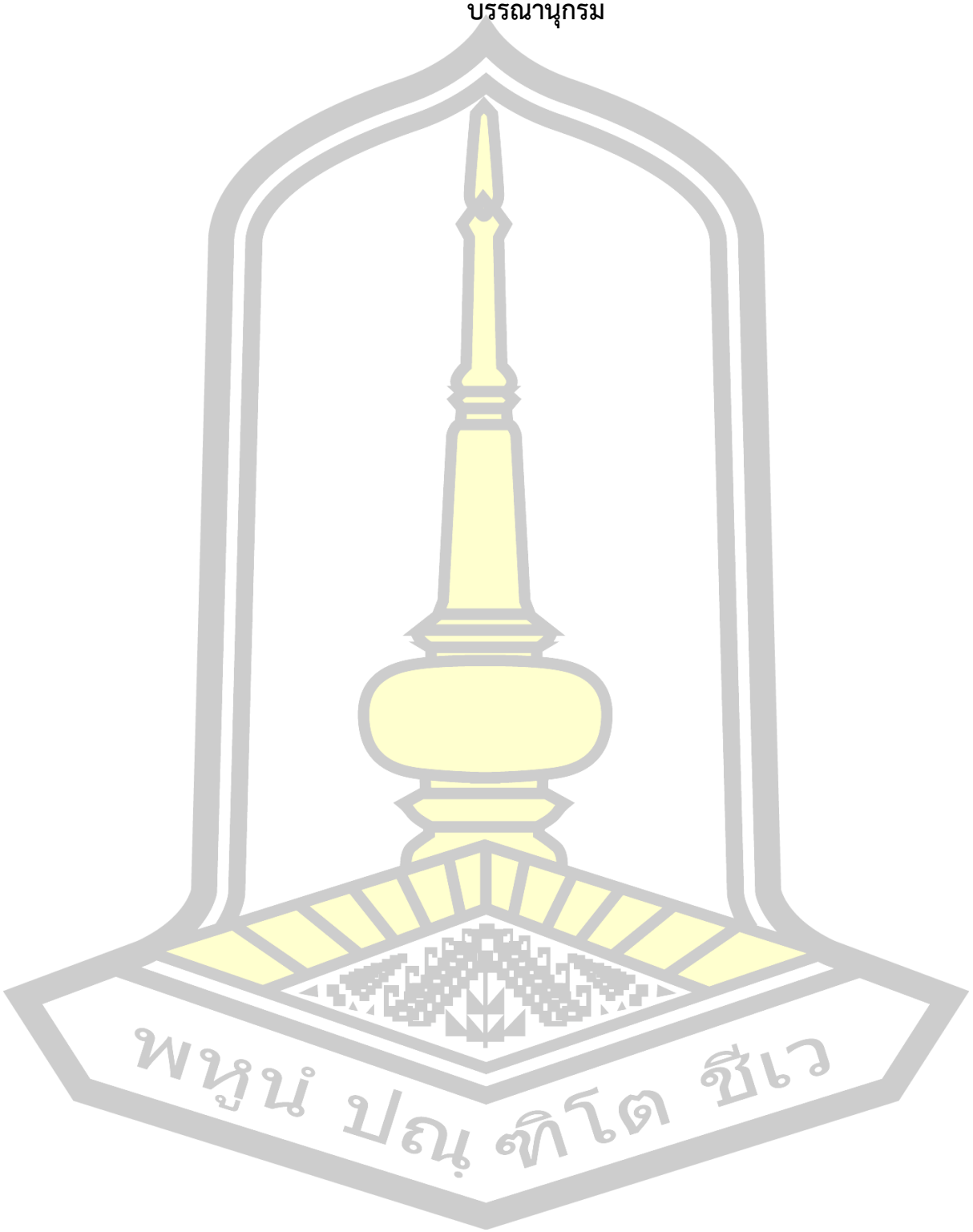
4.1.3 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ควรเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากจนเกินไป เนื้อหาของสถานการณ์เกี่ยวเนื่องและเจาะจงไปในทิศทางเดียวกับเนื้อหาที่จะเรียนในเรื่องนั้น ๆ ผู้เรียนอ่านแล้วสามารถจับใจความประเด็นปัญหาที่แท้จริงที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนได้

4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อมุ่งเน้นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อศึกษาพัฒนาความสามารถของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

4.2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาองค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เพราะเป็นด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุดใน 3 ด้านขององค์ประกอบ

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

กมลชนก จันทร. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและผสสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กาญจนา กั้วสิทธิ์ และธเนศ พงศ์ธีรัตน์. (2562). การพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Doctoral dissertation, มหาวิทยาลัยรังสิต).

เกริก ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพาณิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จำนง พลายแย้มแข (2539). *เทคนิคการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริม (ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพาณิช .

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2557). ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จูนจุฬา ทิพย์พิมานพร (2565). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 5(1). 32-42.

เฉลิมพร สืบสิงห์. (2565). การจัดกิจกรรมาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. วารสารวิจัยราชภัฏธนบุรี รับใช้สังคม , 8(2), 14-25

ชวลิต ชูกำแพง. (2551). *การพัฒนาหลักสูตร*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2544). *ชุดการสอนในระดับประถมศึกษา ในเอกสารการสอนชุดวิชาสื่อสารระดับประถมหน่วยที่ 8-15*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอน. *วารสารศิลปากร*, 5(1), 7-20

โชติกา ภาษีผลและคณะ. (2558). การพัฒนารูปแบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*. 28(1)

ฐิติพร กายแก้ว. (2560). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทตามกรอบ PISA เพื่อสร้างมโนทัศน์เรื่องวิวัฒนาการและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฉบับพิเศษ*. 259-269.

ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 15(1), 106-113.

เตชทัต เรื่องธรรม. (2559). SWH การเขียนทางวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี, 45(203), 7-13.

ทิศนา แขมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน : *องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: *องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2552). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์

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

บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลลัมฤทธิทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประพนธ์ สุดตา. (2561). การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นเทคนิคการสืบค้นเป็นกลุ่มที่ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานเป็นทีม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

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

ประสาท เนื่องเฉลิม. (2566). *รูปแบบการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 5. ขอนแก่น : คลังนานาวิทยา

ปัณณพร จันชัยภูมิ. (2563). ผลของหน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปิยะธิดา ปัญญา. (2562). การประเมินหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เผชิญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 8(1), 30-36

พจมาพร คะเสรัมย์. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 22(1), 1-17

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์. (2543). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา (Problem Based Learning)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. (2550). *การพัฒนาการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. ใน ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 5*. (น. 237-322). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

ไพศาล วรคำ. (2552). *การวิจัยทางการศึกษา*. กาฬสินธุ์ : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. ประสานการพิมพ์.

ไพศาล สุวรรณน้อย. (2559). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL). เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการ เรียนการสอน สถาบันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (ออนไลน์). แหล่งที่มา http://ph.kku.ac.th/thai/images/fle/km/pbl-he -58-1.pdf. สืบค้นเมื่อ 8 เมษายน 2567.

ภพ เลาห์ไพบูลย์. (2552). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภรภัทร พลาทิพย์ และวาสนา กีรติจำเริญ. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้กฎหมายและการเมืองเรื่องใกล้ตัว และความสามาถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแผนผังมโนทัศน์. *วารสารราชพฤกษ์*, 18(2), 74-81.

มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). *วิชาการ*. 11-17.

ราตรี นันทสุคนธ์. (2555). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (ฉบับปรับปรุง)*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บริษัท จุดทอง จำกัด.

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล. (2556). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 21(3), 107 – 123.

วรรณละออ ตังสุข และคณะ. (2565). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิทยาลัยนครราชสีมา*, 16(1), 145-158.

วลัยลักษณ์ เหลี่ยมสิงขร. (2562). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตและประสาท ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วัลสี สัตยาศัย. (2547). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: บุคเน็ท.

วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารครุศาสตร์*, 52(2), 207-223.

วิศรุฒน์ เอมสมบูรณ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอนโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิกานต์ นิ่มดำ. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสหวิทยาเขตชุมพร 2 จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ศศิกานต์ นิ่มดำ. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการประเมิน*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภรดา บุญจุฑาสิริกุล. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่มีต่อการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.

สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ (2557). การเขียนเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ : บทวิพากษ์เชิงทฤษฎีและแนวปฏิบัติในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 16(4), 200-211.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). *รายงานประจำปี พ.ศ. 2563. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)*. การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สมภาร พรมทา (2551). *คิดอย่างไรให้มีเหตุผล* กรุงเทพฯ. ศยาม.

สมฤทัย ปู่ย่า. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาสมดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550). *รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถของเด็กในการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ.

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2555). ผลกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2555). แท็บเล็ตเพื่อการศึกษา : โอกาสและความท้าทาย (Tablet for Education : The Opportunity and Challenge). สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่เขต 2.

หนึ่งฤทัย เข้าประมงศ์. (2566). การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อารยา ปาละโชติ. (2551). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดแทรกการอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค fading Scaffold เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน. ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เอกภพ เฟื่องสำรวจ. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Abubakar, A. B., & Arshad, M. Y. (2015). Collaborative Learning and Skills of Problem-Based Learning: A Case of Nigerian Secondary Schools Chemistry Students. *Asian Social Science*. https://doi.org/10.5539/ass.v11n27p53

Bao, L., Cai, T. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science*, 323, 586-587. https://doi.org/10.1126/science.1167740

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education. *Springer Publishing Company*. https://doi.org/10.5014/ajot.35.8.539b

Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2008). Fostering second graders' scientific explanations using educative curriculum materials: a beginning elementary teacher's perspective and practice. *Journal of the Learning Sciences, 7(3)*, 381-414. Retrieved from http:/hice.org/presentations/documents/Beyer_Davis _NARST2007.pdf.

Bloom, B.S. (1956) Taxonomy of Educational Objectives, Handbook: The Cognitive Domain. David McKay, New York.

Burke, K. A, Greenbowe, T. J. and Hand, B. M. (2006). Implementing the Science Writing Heuristic in the Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education, 83 (7)*, 1032-1038. Retrieved from https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed083p1032.

Davis, M.A. (2009) Understanding the Relationship between Mood and Creativity: A Meta-Analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 108, 25-38.

Delisle, R. (1997) How to Use Problem-Based Learning in the Classroom. Alexandria VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Dolmans, D., & Schmidt, H. (1996). The advantages of problem-based curricula. *Postgraduate Medical Journal, 72(851)*, 535-538. https://doi.org/10.1136/pgmj.72.851.535

Evensen, D. H., Hmelo, C. E., & Hmelo-Silver, C. E. (2000). *Problem-based Learning A Research Perspective on Learning Interactions*. New York: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781410604989

Fanetti T. M. (2012). The effect of problem-solving video games on the science reasoning skills of college students. (University of Missouri-St. Louis). University of Missouri-St.

Louis. Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.

Greenbowe, Poock, Burke, and Hand (2007). Using the Science Writing Heuristic in the General Chemistry Laboratory to Improve Students' Academic Performance. *Journal of Chemical Education, 84(8)*, 1371-1379

Howson, C. And Urbach, P. (2006). *Scientific Reasoning*. United States: Carus.

Keys, C. W. Hand, B., Prain, V. & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristicas a tool for leaming from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 1065-1084.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.

Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education. 94(2)*, 336-364.

Lawson, A. E. (2010). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education, 94(2)*, 336-364. https://doi.org/10.1002/sce.20357

Lawson, A. E., Banks, D. L., & Logvin, M. (2007). Self-efficacy, reasoning ability, and achievement in college biology. *Journal of Research in Science Teaching, 44(5)*, 706-724. https://doi.org/10.1002/tea.2017

Mayer, R. E. (2007). *Learning and Instruction (2nd ed.)*. Pearson.

McNeill, K. L, Lizotte, D. J., Krajcik, J, and Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences, 15(2)*, 153 - 191. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls1502_1.

Mercier, H., & Sperber, D. (2011). Why do human reason? Arguments for an argumentative theory. *Behavioral and Brain Sciences, 34(2)*, 57–74.

Moshman, D. (2011). *Adolescent rationality and development*: Cognition, morality, and identity (3rd). Psychology Press.

N Fadilla, L Nurlaela, T Rijanto, S R Ariyanto, L Rahmah and S Huda (2021). Effect of problem-based learning on critical thinking skills. *Journal of Physics*, 1-5. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1810/1/012060

Rudd, J. A, Greenbowe, T. J, and Hand, B. M. (2007). Using the Science Writing Heuristic to Improve Students' Understanding of General Equilibrium. *Journal of Chemical Education, 84(12)*, 2007-2011. Retrieved from https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed084p2007.

Schmidt, H. G. (1983). Problem-based learning: Rationale and description. *Medical Education, 17(1)*, 11-16.

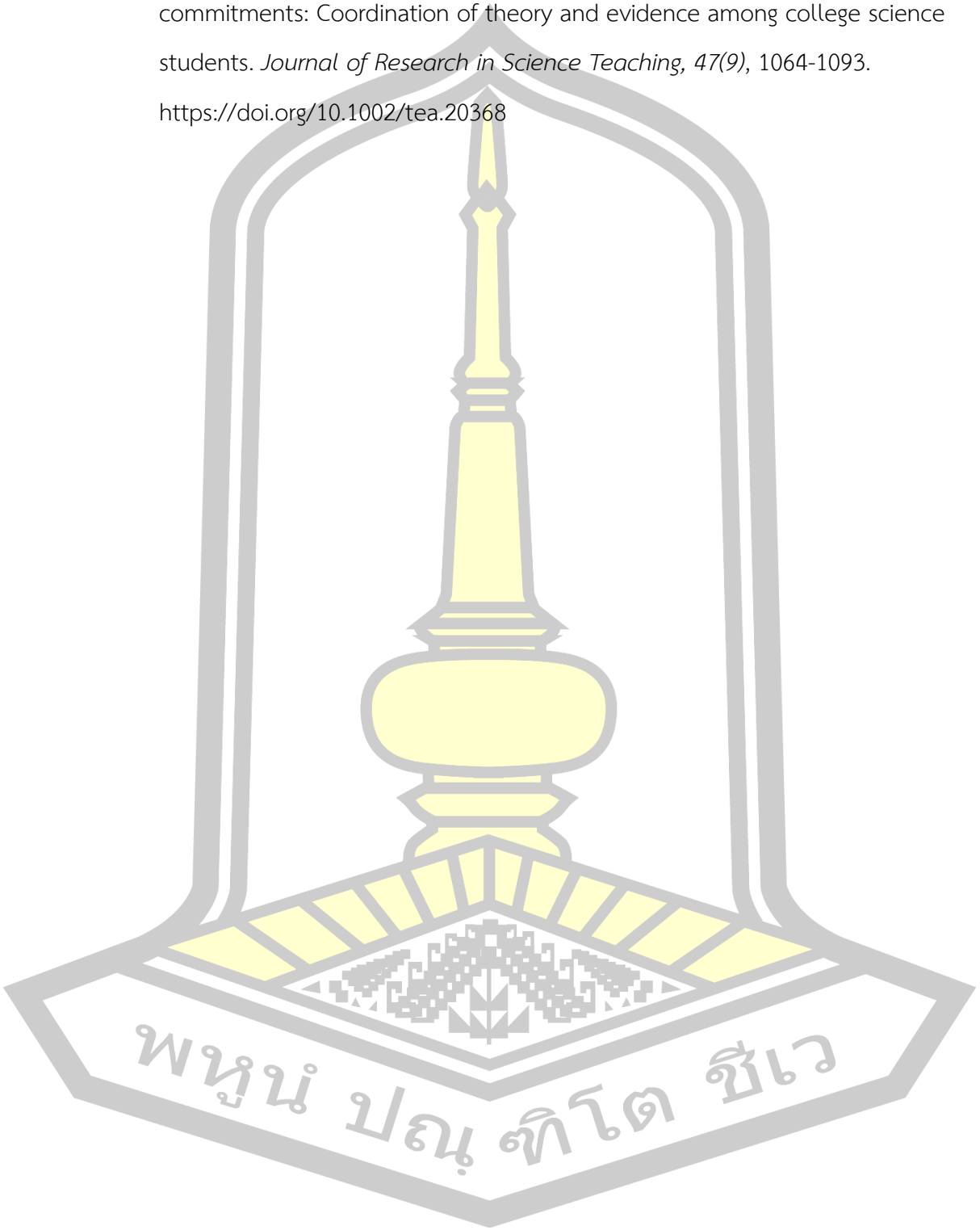
Torp, L., & Sage, S. (1998). Problems as possibilities: Problem-based learning for K-12 education. Association for Supervision and Curriculum Development.

White, I. H. B. (1996). Dan Tries Problem-Based Learning: A Case Study. To Improve the Academy. https://doi.org/10.3998/tia.17063888.0015.007

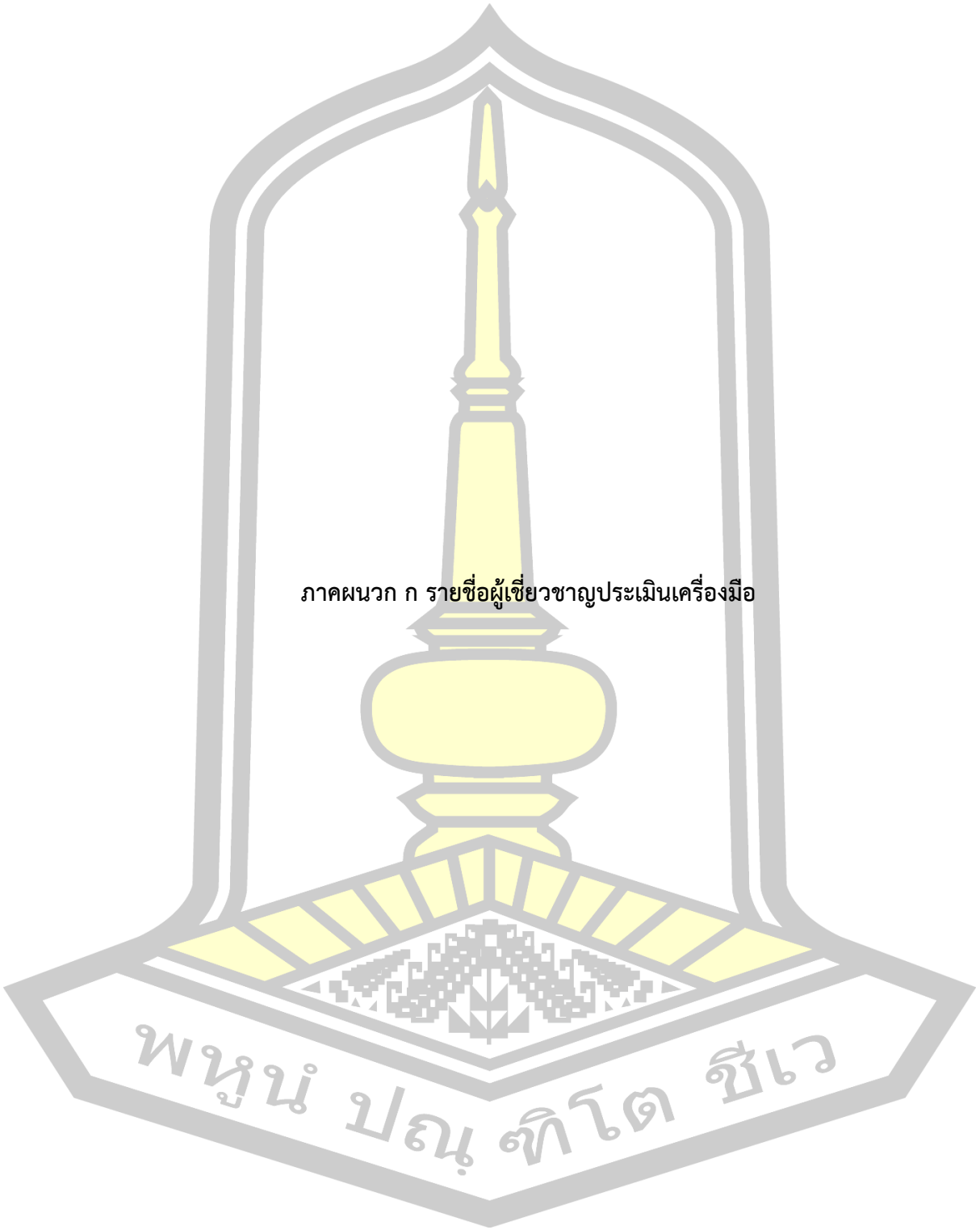
Wood, E.J. (2004). Problem-based learning. Acta Biochimica Polonica, 51(2).

Fatma Yaman. (2018). Effects of the Science Writing Heuristic Approach on the quality of prospective Science Teachers' Argumentative Writing and Their Understanding of Scientific Argumentation. *International of Science and Mathematics Education, 16(7)*, 421-442.https://doi.org/10.1007/s10763-016-9788-9

Zeineddin, A., & Abd-El-Khalick, F. (2010). Scientific reasoning and epistemological commitments: Coordination of theory and evidence among college science students. *Journal of Research in Science Teaching, 47(9)*, 1064-1093. https://doi.org/10.1002/tea.20368



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1) รศ.ดร. ประสาท เนืองเฉลิม กศ.ด. (วิทยาศาสตรการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

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

3) นายธีรดนย์ โพธิคำ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

4) นายปฏิวัติ ไชยมาตร วท.ม. (เคมีสำหรับครู) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

5) นางสาวพิไลวรรณ พรรณขาม กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชา เคมีเพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลาเรียน 2 คาบ

เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ. ..... ผู้สอน นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี

---

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยาและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. นักเรียนสามารถคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
3. นักเรียนสามารถทำการทดลองได้ (P)
4. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม (A)

3. สาระสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาใน 1 หน่วยเวลา ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์

4. สาระการเรียนรู้

ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร

5. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้

รูปแบบการสอน : การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (10 นาที)

1. นักเรียนจัดกลุ่ม กลุ่มละ 7 คน ตามความสมัครใจ

2. ครูแจกใบกิจจกกรมที่ 1 ตอนที่ 1 และนำเสนอสถานการณ์ผ่าน Power point ดังนี้

นักเคมีสำรวจปริมาณสารเคมีในแหล่งน้ำในเขตชุมชนและพบว่ามีระดับสารพิษบางชนิดเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยหน่วยงานสาธารณสุข การสืบค้นพบว่าปัญหานี้เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารเคมีที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับแหล่งน้ำ นักเคมีได้รับมอบหมายให้ศึกษาและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีที่พบในแหล่งน้ำ เพื่อให้สามารถแนะนำแนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับเจ้าหน้าที่ระดับสูงของหน่วยงานสาธารณสุขและผู้ดูแลพื้นที่

ซึ่งนักเคมีสำรวจบริเวณแหล่งน้ำใกล้โรงงานแห่งที่ 1 พบว่ามีโลหะหนักบางชนิดที่อยู่ในแหล่งน้ำ ได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีเมื่อมีค่า pH ต่ำ ดังนั้นการแยกสารโลหะหนักทำได้โดยการเติมสาร เช่น โซดาไฟ หรือปูนขาวลงไปในน้ำเสีย จนมีค่า pH ที่เหมาะสมทำให้โลหะหนักตกตะกอน และสามารถแยกออกจากน้ำได้ สำหรับการใช้สารตกตะกอนบางชนิดต้องมีการปรับสภาพน้ำให้เป็นกรดหรือด่างก่อนใส่สารลงไป เพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดขบวนการตกตะกอน ทำให้เกิดการตกตะกอนสมบูรณ์ไม่กลับไปละลายในน้ำได้อีก เช่น ตะกั่ว (Pb) เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกลงไป จะเกิดดังสมการ $Pb\,(s) + H_2SO_4\,(aq) \rightarrow PbSO_4\,(s) + H_2\,(g)$ เพื่อให้เกิดการตกตะกอน และเกิดแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งจะนำไปคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. นักเรียนแต่ละคนกำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อจะค้นคว้าหาคำตอบและเขียนไว้ในสมุดของตนเอง จากนั้นนำมาบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 (ข้อที่ 1) ทีละคน

4. ครูให้นักเรียนนั่งหันหน้ารวมกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนนำปัญหาที่สนใจมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม โดยสมาชิกจะร่วมกันกำหนดปัญหา (Beginning idea) ของกลุ่มตนเอง 1 ปัญหาเพื่อที่จะทำการศึกษาค้นคว้าและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 (ข้อที่ 2)

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับคู่กันภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนทำความเข้าใจปัญหา ประเด็นที่ให้นักเรียนแต่ละคู่ทำความเข้าใจ คือ ปัญหา/สาเหตุของปัญหาคืออะไร มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และต้องการข้อมูลเพิ่มเติมในการตอบหรือแก้ปัญหาหรือไม่ พร้อมหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน สื่ออินเทอร์เน็ต

หรือเว็บไซต์ต่าง ๆ ในแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา โดยเขียนลงสมุดของนักเรียนแต่ละคู่ ภายในเวลา 5 นาที

2. นักเรียนแต่ละคู่นำข้อมูลที่ทำความเข้าใจ มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และทำการสรุปออกมาเป็นข้อมูลของกลุ่ม เสร็จแล้วให้บันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 (ข้อที่ 3) โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ ภายในเวลา 5 นาที

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (25 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทดสอบ (Tests) โดยครูเปิด Power point แสดงรูปภาพอุปกรณ์ในการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 (ข้อที่ 4)

2. นักเรียนวางแผนออกแบบวิธีการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลองเรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากอุปกรณ์ที่เตรียมให้ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 (ข้อที่ 4) ซึ่งวิธีการทดลองจะเป็นการเขียนหรือวาดรูปประกอบตามการออกแบบของนักเรียน

3. นักเรียนและครูตรวจสอบและทำความเข้าใจวิธีการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง โดยสุ่มกลุ่มออกมานำเสนอ 2 กลุ่มเพื่อเป็นตัวอย่าง ถ้าไม่ถูกต้อง ครูช่วยแนะนำแก้ไขและให้คำแนะนำทุกกลุ่มเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง

4. นักเรียนรับอุปกรณ์และทำการทดลองร่วมกันสังเกต (Observation) ทำปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่บันทึกในใบกิจกรรมมาร่วมกันทำการสรุปผล อภิปรายผล และบันทึกลงในใบกิจกรรม 1 ตอนที่ 1 (ข้อ 5.1)

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและเขียน (Writing) สรุปสร้างองค์ความรู้ใหม่จากเรื่องที่ศึกษา ว่าได้ความรู้เนื้อหาอะไรบ้าง ที่ได้จากการทดลองหรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ บันทึกลงในใบกิจกรรม 1 ตอนที่ 1 (ข้อ 5.2)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 (ข้อ 5.3) และนำไปเฉลยก่อนทำใบงานที่ 1 ในขั้นที่ 6

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ (15 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสร้างข้อสรุป (Claim) เพื่อตอบปัญหา/คำถามที่กำหนดไว้ พร้อมให้เหตุผลประกอบเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมระบุหลักฐาน (Evidence) เพื่อสนับสนุนข้อสรุป โดยครูกล่าวว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

เป็นการตีความ แปลความหลักฐาน การระบุประเด็นในการสำรวจตรวจสอบ 2. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล สนับสนุนหรือคัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป 3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ระบุหลักฐาน แนวคิด ทฤษฎีที่สนับสนุนข้อสรุป โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 (ข้อที่ 6)

2. เมื่อนักเรียนทำเสร็จ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเมินคำตอบ โดยการถามตามใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 (ข้อที่ 6) เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงานและประเมินผลงาน (20 นาที)

1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมรายบุคคล

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอข้อมูลผลการศึกษา องค์ความรู้โดยให้นักเรียนเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ จากนั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน

2. ในระหว่างการนำเสนอนักเรียนแต่ละคนอ่าน (Reading) ศึกษาข้อมูลผลการศึกษาของเพื่อนร่วมห้องจากการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม เพื่อประเมินตรวจสอบความเข้าใจของตนเองและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 (ข้อที่ 1)

3. นักเรียนแต่ละคนสะท้อนความคิด (Reflection) ว่าความคิดเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่หลังจากได้ศึกษาข้อสรุปของผู้อื่น หากเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมว่าแนวคิดของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร พร้อมเหตุผลและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 (ข้อที่ 2)

4. จากนั้นครูให้นักเรียนเขียน (Writing) เขียนอธิบายความเข้าใจ องค์ความรู้ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน
ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 (ข้อ 3)

5. ครูแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีรายบุคคล เมื่อทำเสร็จครูเฉลย

6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน และเฉลยท้ายคาบ

6. การวัดและประเมินผล

6.1 การวัดผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) 1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีได้	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	คะแนนใบงานที่ 1	ใบงานที่ 1 การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 1. นักเรียนสามารถทำการทดลองได้	สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	แบบประเมินพฤติกรรมรายบุคคล	ร้อยละ 80 ขึ้นไป
ด้านจิตพิสัย (A) 1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	แบบประเมินพฤติกรรมรายบุคคล	ร้อยละ 80 ขึ้นไป

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

6.2 เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ประเมินแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ข้อละ 1 คะแนน มีทั้งหมด 5 ข้อ

ประเมินในแต่ละข้อ ดังนี้

- ตอบถูก = 1 คะแนน
- ตอบผิด = 0 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ : ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมินต้องได้คะแนนตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไปของคะแนนเต็ม หรือ 70% ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินทักษะการทดลอง

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
การออกแบบการทดลอง	นักเรียนออกแบบการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และมีการควบคุมตัวแปรทั้งหมด	นักเรียนออกแบบการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้แต่มีการควบคุมตัวแปร 2 ตัวแปร	นักเรียนออกแบบการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เพียงบางส่วนและไม่มีการควบคุมตัวแปร	นักเรียนไม่สามารถออกแบบการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้/ไม่มีการควบคุมตัวแปร
การทำปฏิบัติการทดลอง	นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่ได้	นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ได้	นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองแต่ไม่ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้	นักเรียนไม่มีการทำปฏิบัติการทดลอง

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
	ออกแบบไว้อย่างถูกต้อง เหมาะสม	บางส่วน โดยครูเป็นผู้แนะนำปรับปรุงแก้ไข		
การบันทึกผลการทดลอง	นักเรียนบันทึกผลการทดลองเป็นระยะ มีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบข้อมูล ครอบคลุมและเป็นไปตามการทดลอง	นักเรียนบันทึกผลการทดลองเป็นระยะ มีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบข้อมูล แต่ครอบคลุมผลการทดลองบางส่วน	นักเรียนบันทึกผลการทดลองไม่ครอบคลุม และไม่เป็นไปตามการทดลอง	นักเรียนไม่มีการบันทึกผลการทดลอง
สรุปผลการทดลอง	นักเรียนสรุปผลการทดลองได้ มีความกระชับชัดเจน และครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	นักเรียนสรุปผลการทดลองได้ แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	นักเรียนสรุปผลการทดลองตามความคิดเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลอง	นักเรียนไม่มีการการสรุปผลการทดลอง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินทักษะการทดลอง

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวมคะแนนที่ได้ (12)	ผลการประเมิน	
		การออกแบบการทดลอง (3)	การทำปฏิบัติการทดลอง (3)	การบันทึกผลการทดลอง (3)	สรุปผลการทดลอง (3)		ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ : ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมินต้องได้คะแนนตั้งแต่ 10 คะแนนขึ้นไปของคะแนนเต็ม หรือ 80% ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินด้านจิตพิสัย

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนรับฟังความคิดเห็นทุกด้านของผู้อื่นทุกครั้ง	นักเรียนรับฟังความคิดเห็นทุกด้านของผู้อื่น แต่บางครั้งจะยึดความคิดเห็นของตนเอง	นักเรียนรับฟังความคิดเห็นเฉพาะด้านที่เหมือนตนเอง ไม่รับฟังด้านที่แตกต่าง	นักเรียนไม่รับฟังความคิดเห็นทุกด้านของผู้อื่น มักยึดความคิดเห็นของตนเพียงฝ่ายเดียว
รอบคอบ มีเหตุผล และตัดสินใจ	นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล มี	นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล มีความ	นักเรียนมีความรอบคอบในการตัดสินใจ แต่แสดง	นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างไม่มีเหตุผลและไม่มีความ

	ความรอบคอบในการตัดสินใจ	รอบคอบในการตัดสินใจในบางครั้ง	ความคิดเห็นอย่างไม่มีเหตุผล	รอบคอบในการตัดสินใจ
การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกิจกรรมกลุ่ม และปฏิบัติงานที่สมาชิกในกลุ่มมอบหมายด้วยความเต็มใจทุกครั้ง	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกิจกรรมกลุ่ม และปฏิบัติงานที่สมาชิกในกลุ่มมอบหมายอยู่บ่อยครั้ง	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกิจกรรมกลุ่ม และปฏิบัติงานที่สมาชิกในกลุ่มมอบหมายอยู่บางครั้ง	นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกิจกรรมกลุ่มและไม่ปฏิบัติงานที่สมาชิกในกลุ่มมอบหมาย

แบบประเมินด้านจิตพิสัย

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวมคะแนนที่ได้ (9)	ผลการประเมิน	
		การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (3)	รอบคอบ มีเหตุผล และตัดสินใจ (3)	การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม (3)		ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ : ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมินต้องได้คะแนนตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไปของคะแนนเต็ม หรือ 80% ขึ้นไป

7. สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 3
- Power point
- ใบกิจกรรมที่ 1
- ใบงานที่ 1

8. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติมเล่ม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)
- สื่ออินเทอร์เน็ตต่าง ๆ

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

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

2. ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนรู้

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

3. แนวทางการแก้ไขปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้

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

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

11. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีวา

12. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

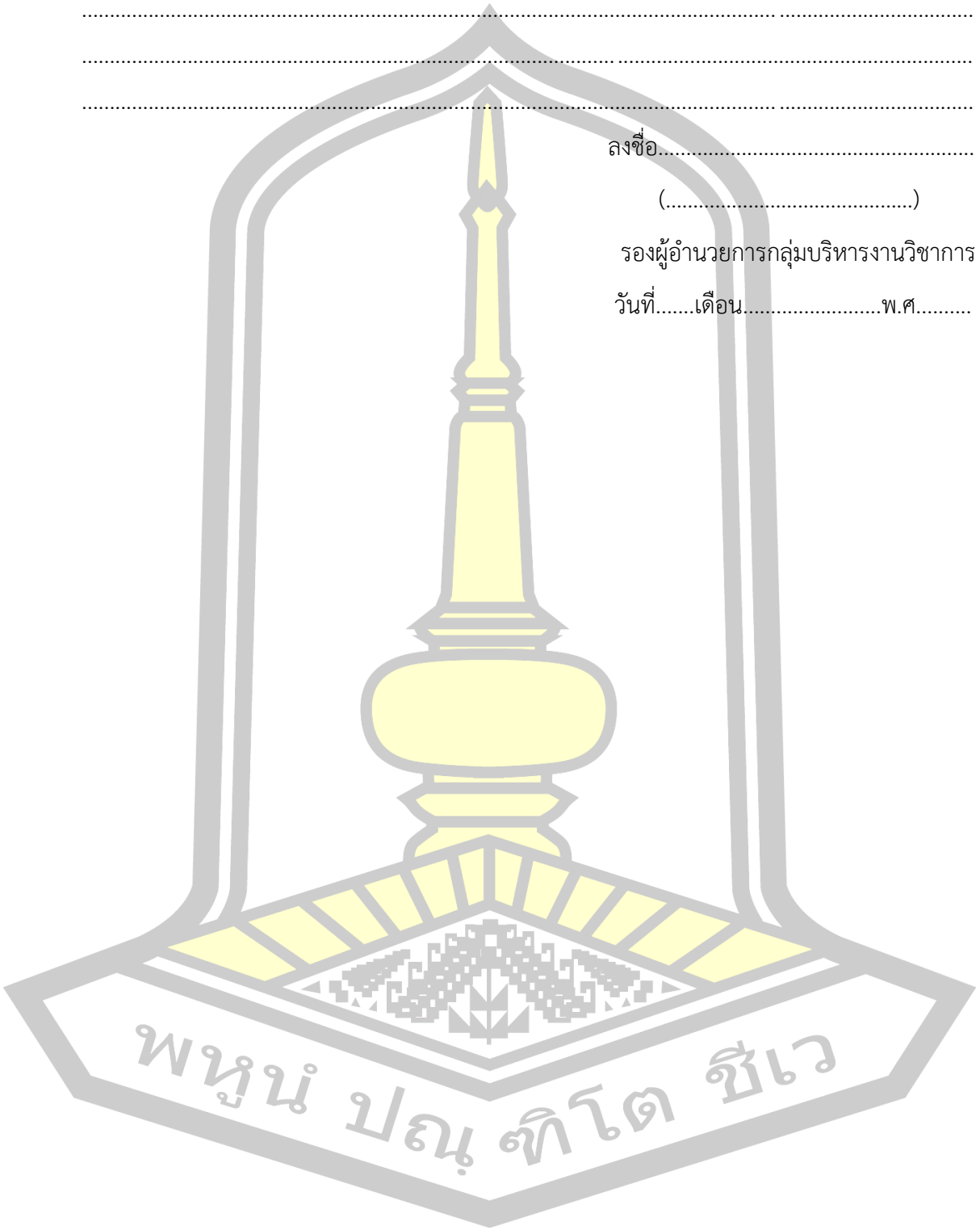
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ใบกิจกรรมที่ 1

สมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....
2. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....
3. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....
4. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....
5. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....
6. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....
7. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....

สถานการณ์ที่ 1

นักเคมีสำรวจปริมาณสารเคมีในแหล่งน้ำในเขตชุมชนและพบว่ามีระดับสารพิษบางชนิดเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยหน่วยงานสาธารณสุข การสืบค้นพบว่าปัญหานี้เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารเคมีที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับแหล่งน้ำ นักเคมีได้รับมอบหมายให้ศึกษาและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีที่พบในแหล่งน้ำ เพื่อให้สามารถแนะนำแนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับเจ้าหน้าที่ระดับสูงของหน่วยงานสาธารณสุขและผู้ดูแลพื้นที่

ซึ่งนักเคมีสำรวจบริเวณแหล่งน้ำใกล้โรงงานแห่งที่ 1 พบว่ามีโลหะหนักบางชนิดที่อยู่ในแหล่งน้ำ ได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีเมื่อมีค่า pH ต่ำ ดังนั้นการแยกสารโลหะหนักทำได้โดยการเติมสาร เช่น โซดาไฟ หรือปูนขาวลงไปในน้ำเสีย จนมีค่า pH ที่เหมาะสมทำให้โลหะหนักตกตะกอน และสามารถแยกออกจากน้ำได้ สำหรับการใช้สารตกตะกอนบางชนิดต้องมีการปรับสภาพน้ำให้เป็นกรดหรือด่างก่อนใส่สารลงไป เพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมในการ

เกิดขบวนการตกตะกอน ทำให้เกิดการตกตะกอนสมบูรณ์ไม่กลับไปละลายในน้ำได้อีก เช่น ตะกั่ว (Pb) เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกลงไป จะเกิดดังสมการ

$Pb\ (s) + H_2SO_4\ (aq) \rightarrow PbSO_4\ (s) + H_2\ (g)$ เพื่อให้เกิดการตกตะกอน และเกิดแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งจะนำไปคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่ามีปัญหาหรือคำถามอะไรบ้าง (ตอบคำถามเป็นรายบุคคล) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) ของกลุ่มจากข้อที่ 1

.....

.....

.....

3. นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่เลือกมาจากข้อที่ 2 (ปัญหา/สาเหตุของปัญหาคืออะไร มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และต้องการข้อมูลเพิ่มเติมในการตอบหรือแก้ปัญหาหรือไม่ พร้อมหาข้อมูลเพิ่มเติม)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนทดสอบ (Tests) โดยออกแบบวิธีการทดลอง/ตารางบันทึกผลการทดลอง และทำการทดสอบ พร้อมสังเกต (Observation) บันทึกผลการทดลอง

4.1 วัสดุอุปกรณ์-สารเคมี

1. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3

2. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3

3. จุกคอร์ก

4. คัตเตอร์

5. กระดาษทราย

6. ที่หนีบหลอดทดลองพร้อมขาตั้ง

7. ลวดแมกนีเซียม

8. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 2 mol/dm^3

4.2 สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

- ตัวแปรต้น

.....

- ตัวแปรตาม

.....

- ตัวแปรควบคุม

.....

4.3 วิธีการดำเนินการทดลอง (3 คะแนน) และทำปฏิบัติการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4 ผลการทดลอง/ตารางบันทึกผลการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.5 ให้นักเรียนวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (H_2) กับเวล

5. สังเคราะห์ความรู้

5.1 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

5.2 นักเรียนเขียน (Writing) สรุปสร้างองค์ความรู้ใหม่จากเรื่องที่ศึกษา ได้ความรู้อะไรบ้าง ที่ได้จากการทดลองหรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่

.....

.....

.....

.....

.....

5.3 จงตอบคำถามต่อไปนี้

- จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยจากข้อมูลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (ให้นักเรียนเลือกข้อมูล 1 ช่วงเวลาจากการทดลองมาคำนวณ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. สรุปและประเมินค่าคำตอบ

6.1 สร้างข้อสรุป (Claim) เพื่อตอบปัญหา/คำถามที่กำหนดไว้ พร้อมให้เหตุผลประกอบเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมระบุหลักฐาน (Evidence) เพื่อสนับสนุนข้อสรุป

- ปัญหา/ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่กำหนดไว้ คือ

.....

.....

- จากการศึกษาค้นคว้า/ทำการทดลองสามารถตอบปัญหาที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

- ระบุหลักฐาน (Evidence) หรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า/ทดลองเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

.....

.....

.....

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....

ตอนที่ 2 (นักเรียนทำรายบุคคล)

1. การอ่าน (Reading) นักเรียนเรียนสำรวจความเข้าใจของตนเอง เปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมห้องว่าแนวคิด ความเข้าใจของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมห้องหลังจากนำเสนออภิปรายเป็นอย่างไร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การสะท้อนความคิด (Reflection) แนวคิด ความเข้าใจของนักเรียนเรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด หลังจากอภิปรายร่วมกันในห้อง (3 คะแนน)

2.1 แนวคิด ความเข้าใจของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เพราะอะไร โปรดระบุเหตุผล

.....

.....

.....

.....

2.2 แนวคิด ความเข้าใจของนักเรียนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เพราะอะไร โปรดระบุเหตุผล

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนเขียน (Writing) นักเรียนอธิบายความเข้าใจ องค์ความรู้ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลองหรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ สรุปองค์รวมความรู้ทั้งหมด โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

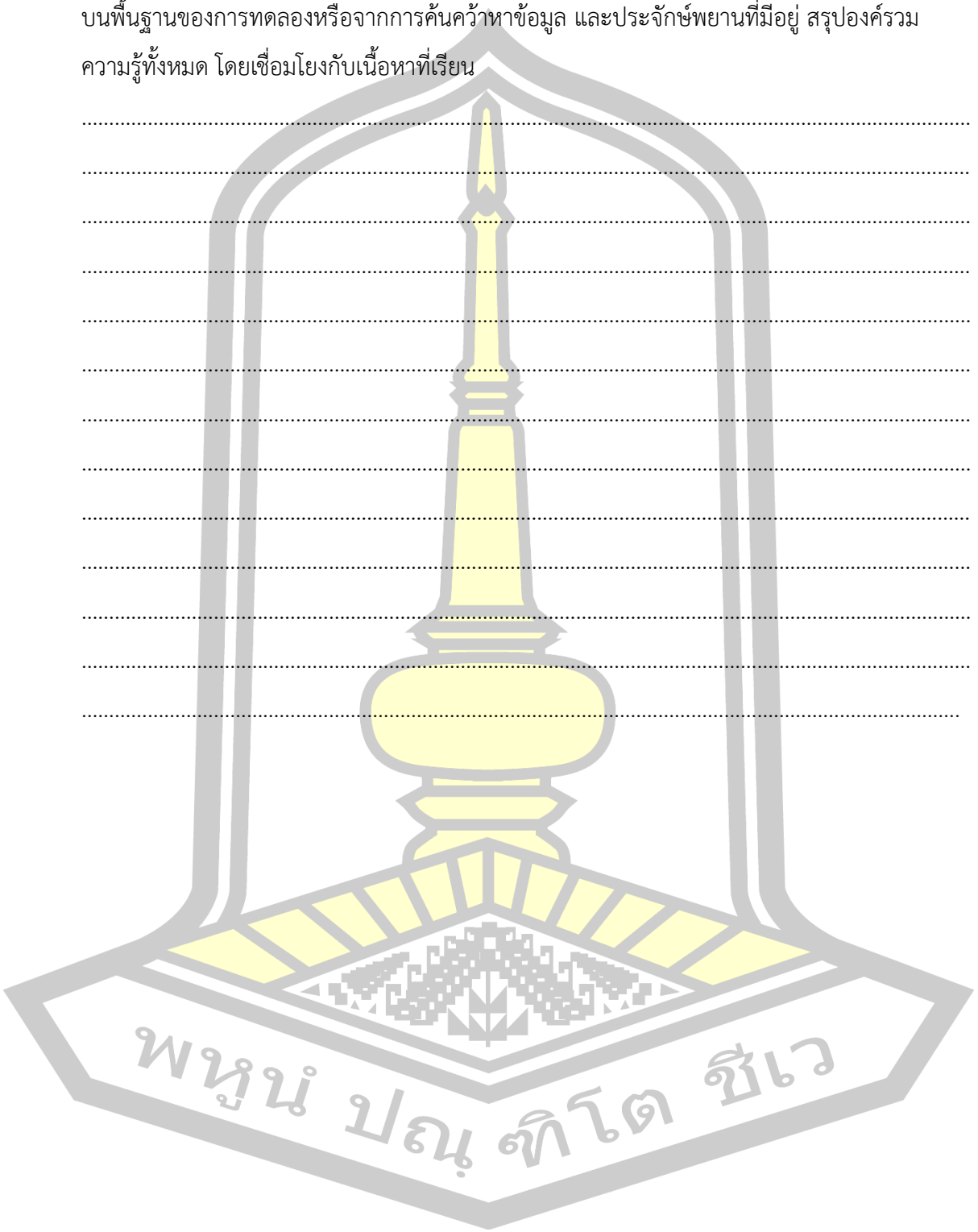
.....

.....

.....

.....

.....



ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....

ใบงานที่ 1 การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (5 คะแนน)

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่อไปนี้

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สลายตัวได้น้ำและแก๊สออกซิเจน ดังสมการ

$$H_2O\ (aq) \longrightarrow H_2O\ (l) + O_2\ (g)$$

ได้ผลการทดลองดังตาราง

เวลา (s)	4	12	21	32	51	66
ปริมาตร O_2 (cm^3)	1	2	3	4	5	6

1. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน (O_2) โดยเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน (O_2) ณ ช่วงเวลา 4-12 วินาทีของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่ .....

แบบทดสอบย่อยท้ายแผนที่ 1 เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดเป็นความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ดีที่สุด

ก. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้น

ข. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์

ค. การเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นเทียบกับเวลา

ง. การเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา

2. $CO\ (g) + NO_2\ (g) \longrightarrow CO_2\ (g) + NO\ (g)$ จากสมการเคมีข้อใดกล่าวถูกต้อง

a. เมื่อเวลาผ่านไป CO และ NO_2 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น b. สารผลิตภัณฑ์ คือ CO_2 และ NO

c. เมื่อเวลาผ่านไป CO และ NO_2 จะมีปริมาณลดลง d. สารผลิตภัณฑ์ คือ CO และ NO_2

ก. a. และ d. ข. b. และ c. ค. c. และ d. ง. a. และ c.

3. $2C_2H_6\ (g) + 7O_2\ (g) \longrightarrow 4CO_2\ (g) + 6H_2O\ (g)$ จากสมการเคมีสามารถเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไร

ก. $-\frac{1}{2}\frac{\Delta[C_2H_6]}{\Delta t} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{2}\frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

ข. $-\frac{\Delta[C_2H_6]}{\Delta t} = -\frac{1}{7}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

ค. $\frac{1}{6}\frac{\Delta[C_2H_6]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{4}\frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

ง. $-\frac{1}{2}\frac{\Delta[C_2H_6]}{\Delta t} = -\frac{1}{7}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{4}\frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

จากข้อมูลต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 4-5

การทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn กับสารละลายกรด HCl ดังปฏิกิริยา

$$Zn\ (s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow ZnCl_2\ (aq) + H_2\ (g)$$

ได้ผลการทดลองดังตาราง

เวลา (s)	0	10	30	50	80	100
ปริมาตร H_2 (cm^3)	0	1	2.5	4	5	5.5

4. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน (H_2) โดยเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

ก. 0.55 cm^3/s ข. 0.10 cm^3/s ค. 0.025 cm^3/s ง. 0.055 cm^3/s

5. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน (H_2) ณ ช่วงเวลา 10-50 วินาทีของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

ก. 0.55 cm^3/s ข. 0.025 cm^3/s ค. 0.055 cm^3/s ง. 0.075 cm^3/s

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เฉลย ใบงานที่ 1 การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่อไปนี้

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สลายตัวได้น้ำและแก๊สออกซิเจน ดังสมการ

$$H_2O\ (aq) \longrightarrow H_2O\ (l) + O_2\ (g)$$

ได้ผลการทดลองดังตาราง

เวลา (s)	4	12	21	32	51	66
ปริมาตร O_2 (cm^3)	1	2	3	4	5	6

1. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน (O_2) โดยเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

$$Rate_{เฉลี่ย} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{(O_2)_{t_{66\,s}} - (O_2)_{t_{4\,s}}}{66 - 4}$$

$$= \frac{6 - 1}{66 - 4}$$

$$= 0.08\ cm^3/s$$

∴ อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน (O_2) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 cm^3/s

2. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน (O_2) ณ ช่วงเวลา 4-12 วินาทีของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

$$Rate_{t_{4-12\,s}} = \frac{\Delta(O_2)}{\Delta t} = \frac{(O_2)_{t_{12\,s}} - (O_2)_{t_{4\,s}}}{12 - 4}$$

$$= \frac{2 - 1}{12 - 4}$$

$$= 0.125\ cm^3/s$$

∴ อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน (O_2) ณ ช่วงเวลา 4-12 s เท่ากับ 0.125 cm^3/s

เฉลยแบบทดสอบย่อยท้ายแผนที่ 1 เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดเป็นความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ดีที่สุด

ก. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้น

ข. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์

ค. การเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นเทียบกับเวลา

ง. การเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา

2. $CO\ (g) + NO_2\ (g) \longrightarrow CO_2\ (g) + NO\ (g)$ จากสมการเคมีข้อใดกล่าวถูกต้อง

a. เมื่อเวลาผ่านไป CO และ NO_2 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น b. สารผลิตภัณฑ์ คือ CO_2 และ NO

c. เมื่อเวลาผ่านไป CO และ NO_2 จะมีปริมาณลดลง d. สารผลิตภัณฑ์ คือ CO และ NO_2

ก. a. และ d. ข. b. และ c. ค. c. และ d. ง. a. และ c.

3. $2C_2H_6\ (g) + 7O_2\ (g) \longrightarrow 4CO_2\ (g) + 6H_2O\ (g)$ จากสมการเคมีสามารถเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไร

ก. $-\frac{1}{2}\frac{\Delta[C_2H_6]}{\Delta t} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{2}\frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

ข. $-\frac{\Delta[C_2H_6]}{\Delta t} = -\frac{1}{7}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

ค. $\frac{1}{6}\frac{\Delta[C_2H_6]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{4}\frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

ง. $-\frac{1}{2}\frac{\Delta[C_2H_6]}{\Delta t} = -\frac{1}{7}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{4}\frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

จากข้อมูลต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 4-5

การทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn กับสารละลายกรด HCl ดังปฏิกิริยา

$$Zn\ (s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow ZnCl_2\ (aq) + H_2\ (g)$$

ได้ผลการทดลองดังตาราง

เวลา (s)	0	10	30	50	80	100
ปริมาตร H_2 (cm^3)	0	1	2.5	4	5	5.5

4. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน (H_2) โดยเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

ก. 0.55 cm^3/s ข. 0.10 cm^3/s ค. 0.025 cm^3/s ง. 0.055 cm^3/s

5. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน (H_2) ณ ช่วงเวลา 10-50 วินาทีของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

ก. 0.55 cm^3/s ข. 0.025 cm^3/s ค. 0.055 cm^3/s ง. 0.075 cm^3/s

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เฉลยวิธีการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง

วิธีการทดลอง

1. เติมสารละลาย HCl เข้มข้น 2 mol/dm^3 ลงในกระบอกตวงขนาด 10 cm^3 จนเต็ม
2. นำจุกคอร์กขนาดพอดีกับปากกระบอกตวงมาบากด้านข้างตามแนวยาวให้เป็นร่องเล็กๆ
3. นำลวดแมกนีเซียมยาว 10 cm มาขัดให้สะอาด แล้วขดให้คล้ายสปริงจากนั้นนำไปเสียบไว้ตรงกลางจุกคอร์ก แล้วนำมาปิดปากกระบอกตวง
4. คว่ำกระบอกตวงลงในบีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 ที่มีน้ำอยู่ 50 cm^3
5. จับเวลาทุกระยะที่ของเหลวในกระบอกตวงลดลง 1 cm^3 โดยเริ่มจับที่ขีดปริมาตร 1 cm^3 จนถึงขีดปริมาตร 10 cm^3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน (cm^3) ระหว่างขีดที่	เวลา (s)
1-2	10
2-3	28
3-4	48
4-5	71
5-6	95
6-7	125
7-8	155
8-9	200
9-10	252

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตัวอย่างใบกิจกรรม เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ใบกิจกรรมที่ 1

สมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ นายสาวกณิศา ทองเลิศ ชั้น 5/7 เลขที่ 24
2. ชื่อ นางสาวนัจญวา สุโสะ ชั้น 5/7 เลขที่ 34
3. ชื่อ นางสาวฐิตาภา วงศ์สุโท ชั้น 5/7 เลขที่ 32
4. ชื่อ นางสาวอัญชิษา ไชยมาตย์ ชั้น 5/7 เลขที่ 27
5. ชื่อ นายพิพัฒนพล พิมพ์ปลอย ชั้น 5/7 เลขที่ 9
6. ชื่อ นายเมธาสิทธิ์ ราชมนเทียร ชั้น 5/7 เลขที่ 7
7. ชื่อ นางสาว เยาวเรศ ประดับบุตร ชั้น 5/7 เลขที่ 20

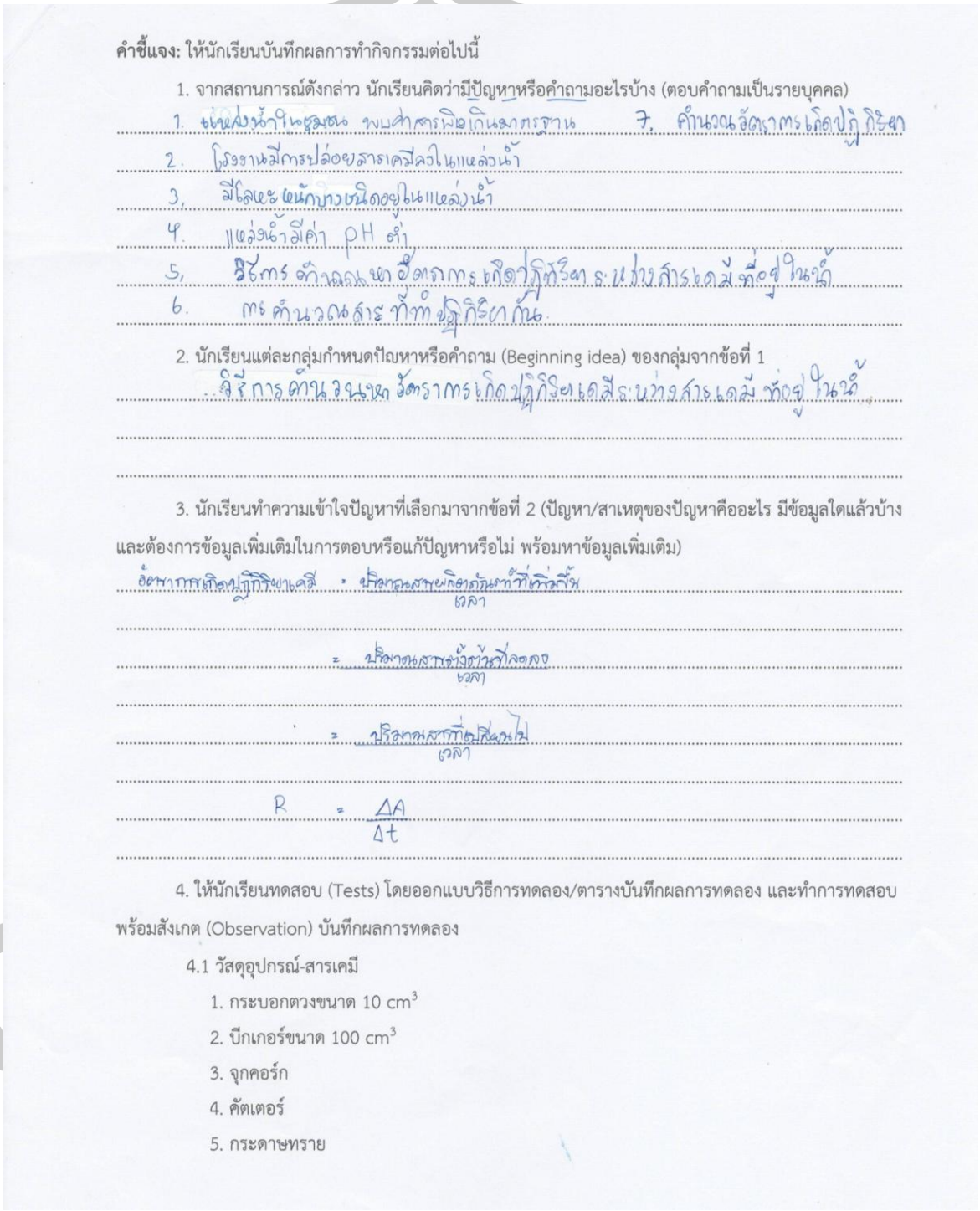
สถานการณ์ที่ 1

นักเคมีสำรวจปริมาณสารเคมีในแหล่งน้ำในเขตชุมชนและพบว่ามีระดับสารพิษบางชนิดเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยหน่วยงานสาธารณสุข การสืบค้นพบว่าปัญหานี้เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารเคมีที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับแหล่งน้ำ นักเคมีได้รับมอบหมายให้ศึกษาและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีที่พบในแหล่งน้ำ เพื่อให้สามารถแนะนำแนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับเจ้าหน้าที่ระดับสูงของหน่วยงานสาธารณสุขและผู้ดูแลพื้นที่

ซึ่งนักเคมีสำรวจบริเวณแหล่งน้ำใกล้โรงงานแห่งที่ 1 พบว่ามีโลหะหนักบางชนิดที่อยู่ในแหล่งน้ำ ได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีเมื่อมีค่า pH ต่ำ ดังนั้นการแยกสารโลหะหนักทำได้โดยการเติมสาร เช่น โซดาไฟ หรือปูนขาวลงไปในน้ำเสีย จนมีค่า pH ที่เหมาะสมทำให้โลหะหนักตกตะกอน และสามารถแยกออกจากน้ำได้ สำหรับการใช้สารตกตะกอนบางชนิดต้องมีการปรับสภาพน้ำให้เป็นกรดหรือด่างก่อนใส่สารลงไปเพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดขบวนการตกตะกอน ทำให้เกิดการตกตะกอนสมบูรณ์ไม่กลับไปละลายในน้ำได้อีก เช่น ตะกั่ว (Pb) เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกลงไป จะเกิดดังสมการ $Pb(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + H_2(g)$ เพื่อให้เกิดการตกตะกอน และเกิดแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งจะนำไปคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมการตอบคำถามของนักเรียน

ตัวอย่างใบกิจกรรม เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่ามีปัญหาหรือคำถามอะไรบ้าง (ตอบคำถามเป็นรายบุคคล)

1. แหล่งน้ำในชุมชน ของสาธารณะมีอะไรมากมายอยู่ในนั้น
2. โรงงานมีการปล่อยสารเคมีลงในแหล่งน้ำ
3. มีโลหะหนักบางชนิดอยู่ในแหล่งน้ำ
4. แหล่งน้ำมีค่า pH ต่ำ
5. วิธีการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีที่อยู่ในน้ำ
6. การคำนวณสารที่ทำปฏิกิริยากัน

7. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) ของกลุ่มจากข้อที่ 1

วิธีการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารเคมีที่อยู่ในน้ำ

3. นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่เลือกมาจากข้อที่ 2 (ปัญหา/สาเหตุของปัญหาคืออะไร มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และต้องการข้อมูลเพิ่มเติมในการตอบหรือแก้ปัญหาหรือไม่ พร้อมหาข้อมูลเพิ่มเติม)

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี = ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น / เวลา

= ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง / เวลา

= ปริมาณสารที่ใช้ไป / เวลา

$$R = \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

4. ให้นักเรียนทดสอบ (Tests) โดยออกแบบวิธีการทดลอง/ตารางบันทึกผลการทดลอง และทำการทดสอบ พร้อมสังเกต (Observation) บันทึกผลการทดลอง

4.1 วัสดุอุปกรณ์-สารเคมี

1. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3
2. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
3. จุกคอร์ก
4. คัตเตอร์
5. กระดาษทราย

ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมการตอบคำถามของนักเรียน (ต่อ)

ตัวอย่างใบกิจกรรม เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

6. ที่หนีบหลอดทดลองพร้อมขาตั้ง

7. ลวดแมกนีเซียม

8. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 2 mol/dm^3

4.2 สมมติฐานการทดลอง

การเกิดปฏิกิริยา ในช่วงแรกจะใช้เวลาน้อย ปฏิกิริยาในช่วงแรกจะเกิดได้เร็ว ต่อมาจะใช้เวลามากขึ้น ปฏิกิริยาจะเกิดช้าลง

- ตัวแปรต้น ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน
- ตัวแปรตาม เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา
- ตัวแปรควบคุม ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก , ขนาดของลวดแมกนีเซียม

4.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

1. เตรียมสารละลาย HCl เข้มข้น 0.15 mol /dm^3 ปริมาตรปอกกลางขนาด 10 cm^3 ขนาดเล็ก
2. นำกรดไฮโดรคลอริก ขนาดพอที่จะเติมปากกระบอกตวงขนาดกลาง ด้านข้าง ตามแนวยาวให้เป็นฟองเล็กๆ
3. นำแมกนีเซียมยาว 10 cm ขัดให้สะอาด แล้วขดให้คล้ายสปริง จากนั้นนำไปเปรียบกับกรดไฮโดรคลอริก แล้วนำมาปิดปากกระบอกตวง
4. เติมกระบอกตวงลงในบีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 ที่มีน้ำอยู่ 50 cm^3
5. จับเวลาทุกๆ ระยะที่ฟองแก๊สในกระบอกตวงสูง 1 cm^3 โดยเริ่มจับที่ยังไม่ปริมาตร 1 cm^3 จนถึงยังไม่ปริมาตร 10 cm^3

4.4 ผลการทดลอง/ตารางบันทึกผลการทดลอง

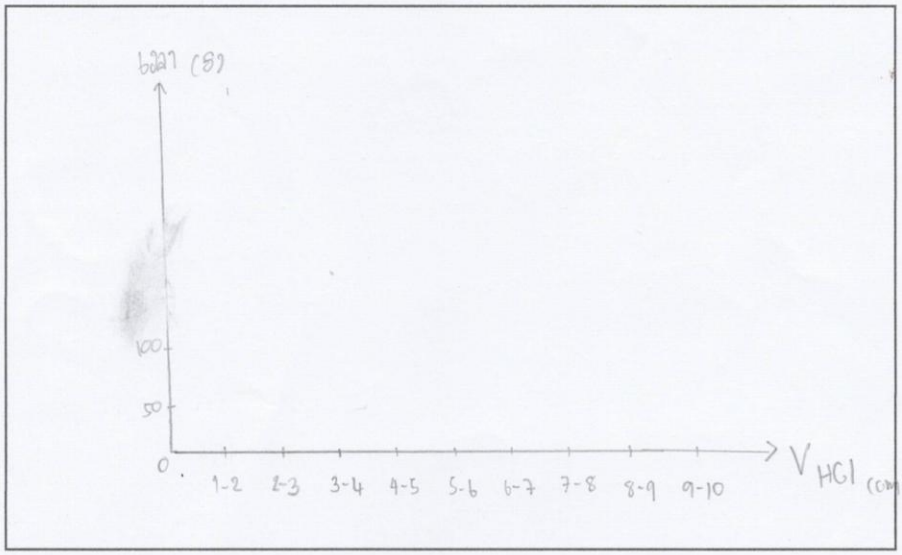
ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน (cm^3) ระหว่าง ปี่ต่อ	เวลา (s)
1-2	10
2-3	22
3-4	45
4-5	66

ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมการตอบคำถามของนักเรียน

ตัวอย่างใบกิจกรรม เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5-6	89
6-7	114
7-8	144
8-9	184
9-10	240

4.5 ให้นักเรียนวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (H_2) กับเวลา



5. สังเคราะห์ความรู้

5.1 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

สมการแสดงการเกิดปฏิกิริยา $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(s) + H_2(g)$

จากการทดลอง สารที่ทำปฏิกิริยากันเกิดแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น ในช่วงแรกอัตราเร็วน้อย และค่อยๆ

เร็วมากขึ้นเรื่อยๆ

ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมการตอบคำถามของนักเรียน (ต่อ)

ตัวอย่างใบกิจกรรม เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5.2 นักเรียนเขียน (Writing) สรุปสร้างองค์ความรู้ใหม่จากเรื่องที่ศึกษา ได้ความรู้อะไรบ้าง ที่ได้จากการทดลองหรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่

สมการแสดงการเกิดปฏิกิริยา $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(s) + H_2(g)$ จากการทดลอง สารทำปฏิกิริยาสิ้นเกิด แก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น ในช่วงแรกใช้เวลาน้อย และต่อมาใช้เวลามากขึ้นเรื่อยๆ แสดงว่าปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็วในช่วงแรก และช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป

5.3 จงตอบคำถามต่อไปนี้

- จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยจากข้อมูลการทดลอง

$$\text{Rate} = \frac{\Delta H_2}{\Delta t}$$

$$= \frac{9-1}{240-10}$$

$$= \frac{8}{230} \ cm^3/s$$

- จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (ให้นักเรียนเลือกข้อมูล 1 ช่วงเวลาจากการทดลองมาคำนวณ)

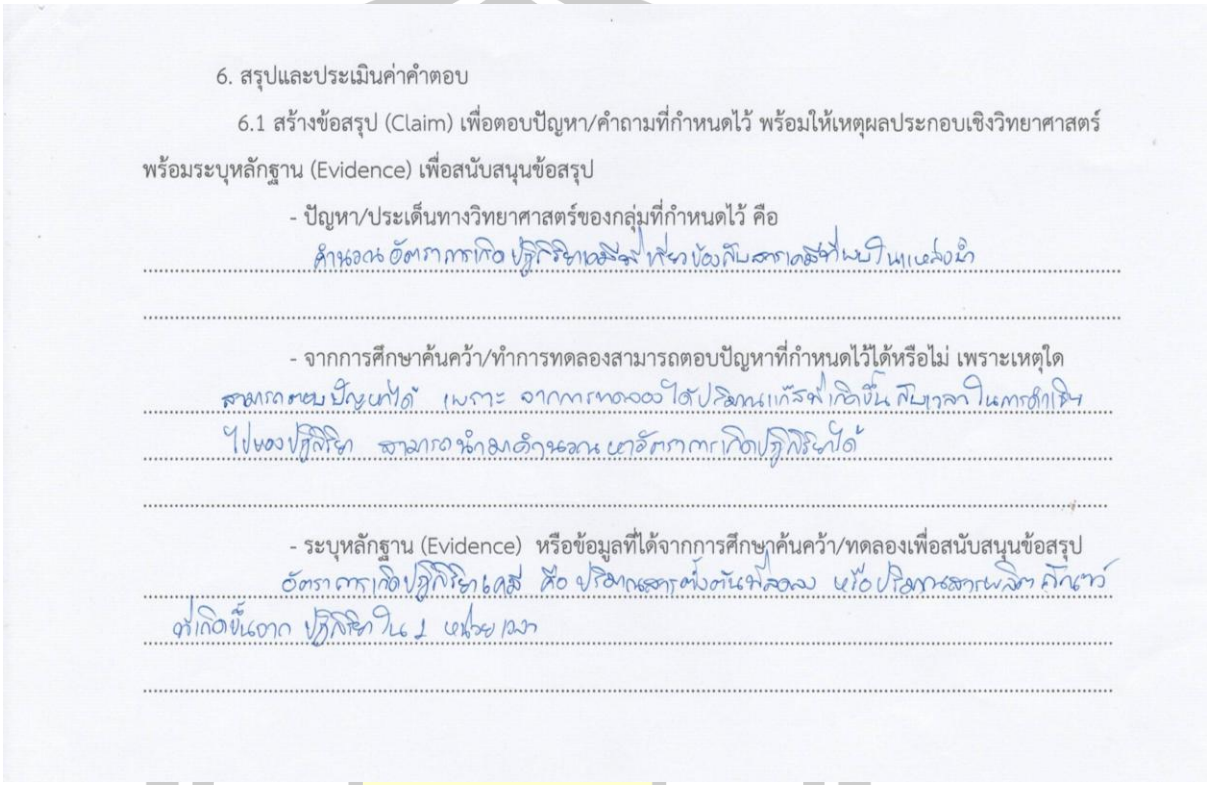
$$\text{Rate} = \frac{\Delta H_2}{\Delta t}$$

$$= \frac{4-2}{28-10}$$

$$= \frac{2}{18} \ cm^3/s$$

ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมการตอบคำถามของนักเรียน (ต่อ)

ตัวอย่างใบกิจกรรม เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



6. สรุปและประเมินค่าคำตอบ

6.1 สร้างข้อสรุป (Claim) เพื่อตอบปัญหา/คำถามที่กำหนดไว้ พร้อมให้เหตุผลประกอบเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมระบุหลักฐาน (Evidence) เพื่อสนับสนุนข้อสรุป

- ปัญหา/ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่กำหนดไว้ คือ

ค่าของ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี จะ เกี่ยว ข้อง กับ สาร เคมี ที่ ผสม ใน แต่ละ ขั้น

- จากการศึกษาค้นคว้า/ทำการทดลองสามารถตอบปัญหาที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

สามารถ ตอบ ปัญหา ได้ เพราะ จาก การ ทดลอง ได้ ปริมาณ แก๊ส ที่ เกิด ขึ้น ใน ช่วง เวลา ต่าง ๆ ของ ปฏิกิริยา สามารถ นำ มา คำนวณ หา อัตราการเกิด ปฏิกิริยา ได้

- ระบุหลักฐาน (Evidence) หรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า/ทดลองเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ปริมาณสาร ตั้งต้น ที่ ลด ลง หรือ ปริมาณ สาร ผลิตภัณฑ์ ที่ เกิด ขึ้น ตาม ปฏิกิริยา ใน 1 หน่วย เวลา

ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมการตอบคำถามของนักเรียน (ต่อ)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตัวอย่างใบกิจกรรม เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตอนที่ 2 (นักเรียนทำรายบุคคล)

1. การอ่าน (Reading) นักเรียนเรียนสำรวจความเข้าใจของตนเอง เปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมห้องว่าแนวคิดความเข้าใจของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมห้องหลังจากนำเสนออภิปรายเป็นอย่างไร

ความเข้าใจคล้ายกัน คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในช่วงแรก ๆ ใช้เวลาน้อย ต่อมาจะใช้เวลามากขึ้น ปฏิกิริยาก็จะเกิดได้ช้าลง สารตั้งต้นลดลง สารผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

2. การสะท้อนความคิด (Reflection) แนวคิด ความเข้าใจของนักเรียนเรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด หลังจากอภิปรายร่วมกันในห้อง

2.1 แนวคิด ความเข้าใจของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เพราะอะไร โปรดระบุเหตุผล

-

2.2 แนวคิด ความเข้าใจของนักเรียนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เพราะอะไร โปรดระบุเหตุผล

เพราะ เพื่อนคิดเหมือนกับเรา อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นได้ สารจะต้องทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็นสารใหม่ เทียบกับเวลาที่ผ่านไป

3. นักเรียนเขียน (Writing) นักเรียนอธิบายความเข้าใจ องค์ความรู้ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลองหรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ สรุปองค์รวมความรู้ทั้งหมด โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ในปฏิกิริยาเทียบกับ 1 หน่วยเวลา ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน

ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมการตอบคำถามของนักเรียน (ต่อ)

ตัวอย่างใบงาน การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ใบงานที่ 1 การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่อไปนี้

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สลายตัวได้น้ำและแก๊สออกซิเจน ดังสมการ

$$H_2O\ (aq) \longrightarrow H_2O\ (l) + O_2\ (g)$$

ได้ผลการทดลองดังตาราง

เวลา (s)	4	12	21	32	51	66
ปริมาตร O_2 (cm^3)	1	2	3	4	5	6

1. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน (O_2) โดยเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

$Rate_{O_2} = + \frac{\Delta O_2}{\Delta t}$

$= \frac{6-1}{66-4}$

$= \frac{5}{62}\ cm^3/s$

2. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน (O_2) ณ ช่วงเวลา 4-12 วินาทีของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

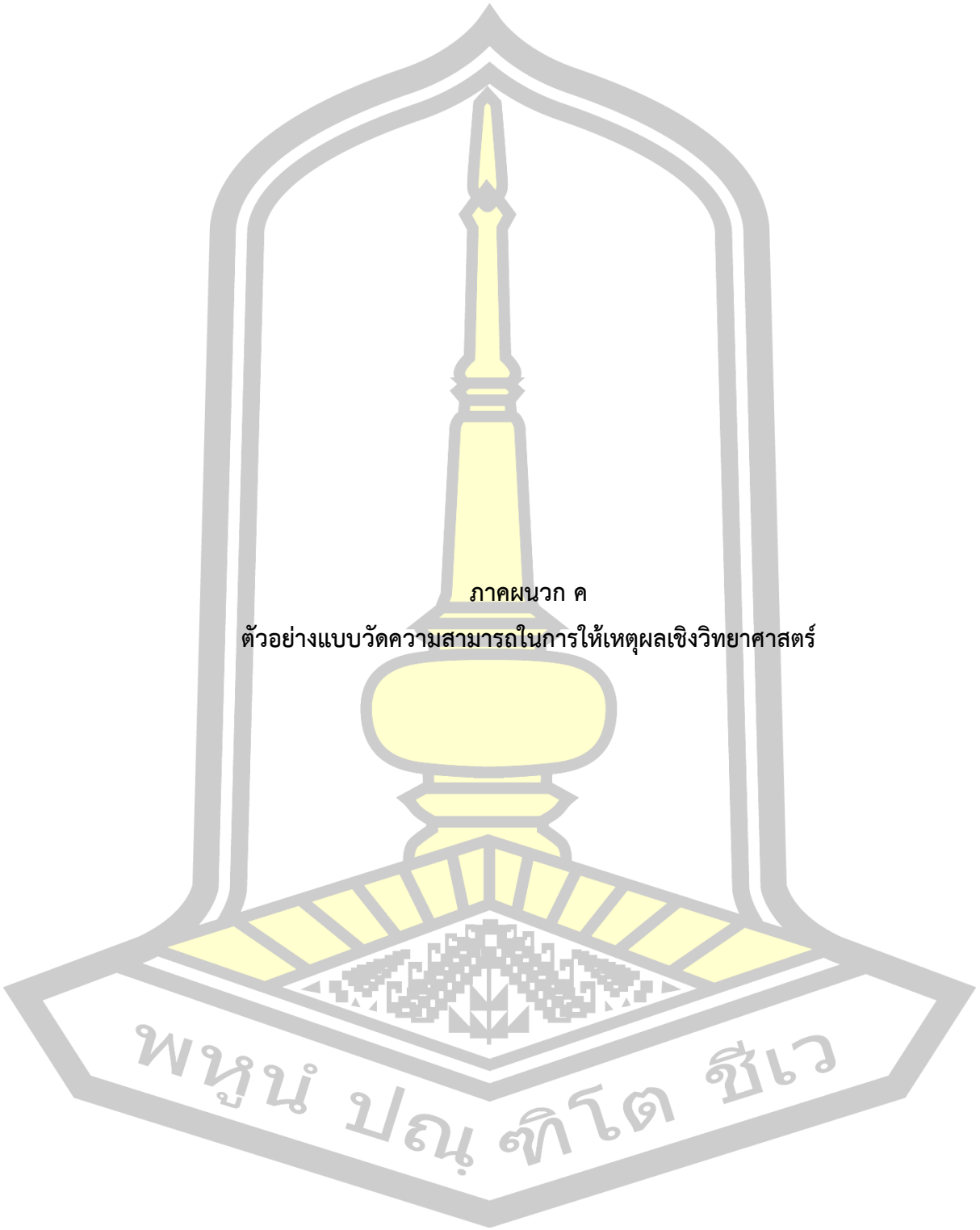
$Rate_{O_2} = \frac{\Delta O_2}{\Delta t}$

$= \frac{2-1}{12-4}$

$= \frac{1}{8}$

$= 0.125\ cm^3/s$

ภาพที่ 4 ใบงาน การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อที่ 1.

แท่งเรืองแสง (Glow light stick) ภายในบรรจุสารเคมี 2 ชนิด โดยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะบรรจุอยู่ในกระเปาะแก้วขนาดเล็กที่บางและเปราะ อยู่บริเวณแกนกลางของแท่งเรืองแสง ส่วนสารละลายฟีนิลออกซาเลตเอสเทอร์จะอยู่ในแห่งพลาสติกที่ห่อหุ้มรอบ ๆ กระเปาะแก้วอีกชั้นหนึ่ง วิธีการใช้งานง่าย ๆ คือการงอแท่งเรืองแสงจนกระเปาะแก้วภายในหักและแตก สารละลายที่อยู่ภายในกระเปาะแก้วจะไหลออกมาผสมและทำปฏิกิริยากับสารละลายภายนอก จนก่อให้เกิดพลังานในรูปของแสง ซึ่งเมื่อเกิดประกายแสงแล้ว ให้ทำการเขย่าสารเคมีทั้งสอง เพื่อให้สารทั้งสองทำปฏิกิริยากันได้ดีมากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความสว่างเพิ่มขึ้น โดยแท่งเรืองแสงจะเปล่งแสงต่อเนื่องเป็นเวลาเฉลี่ยประมาณ 6-8 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาการเปล่งแสง จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอก

ตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์แท่งเรืองแสงจะมีระยะเวลาการเปล่งแสงที่นานขึ้นนั้น เกี่ยวเนื่องกับปัจจัยใดในการเกิดปฏิกิริยาเคมี (การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์)

.....

.....

2. เพราะเหตุใด (การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล)

.....

.....

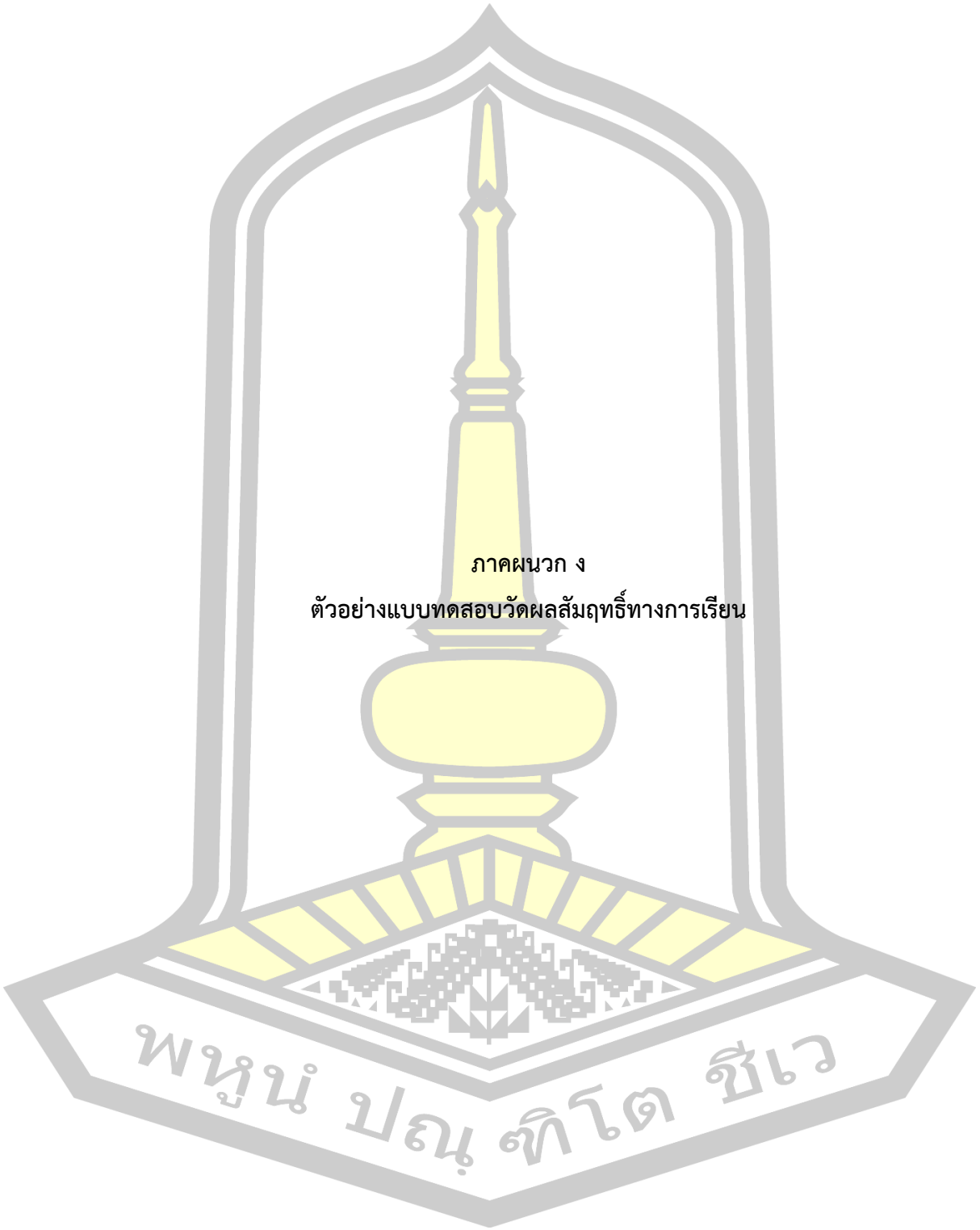
.....

3. ระบุหลักฐาน แนวคิด ทฤษฎี หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน (การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์)

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี 3

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

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

คำชี้แจง: 1. แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดโดยทำเครื่องหมาย x ในข้อที่เลือกเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดเป็นความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ดีที่สุด **(ความรู้-ความจำ)**

ก. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้น

ข. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์

ค. การเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นเทียบกับเวลา

ง. การเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา

2. $CO\ (g) + NO_2\ (g) \longrightarrow CO_2\ (g) + NO\ (g)$ จากสมการเคมีข้อใดกล่าวถูกต้อง **(ความเข้าใจ)**

a. เมื่อเวลาผ่านไป CO และ NO_2 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น b. สารผลิตภัณฑ์ คือ CO_2 และ NO

c. เมื่อเวลาผ่านไป CO และ NO_2 จะมีปริมาณลดลง d. สารผลิตภัณฑ์ คือ CO และ NO_2

ก. a. และ d. ข. b. และ c. ค. c. และ d. ง. a. และ c.

จากข้อมูลต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 3-4

การทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn กับสารละลายกรด HCl ดังปฏิกิริยา

$$Mg\ (s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow MgCl_2\ (aq) + H_2\ (g)$$

ได้ผลการทดลองดังตาราง

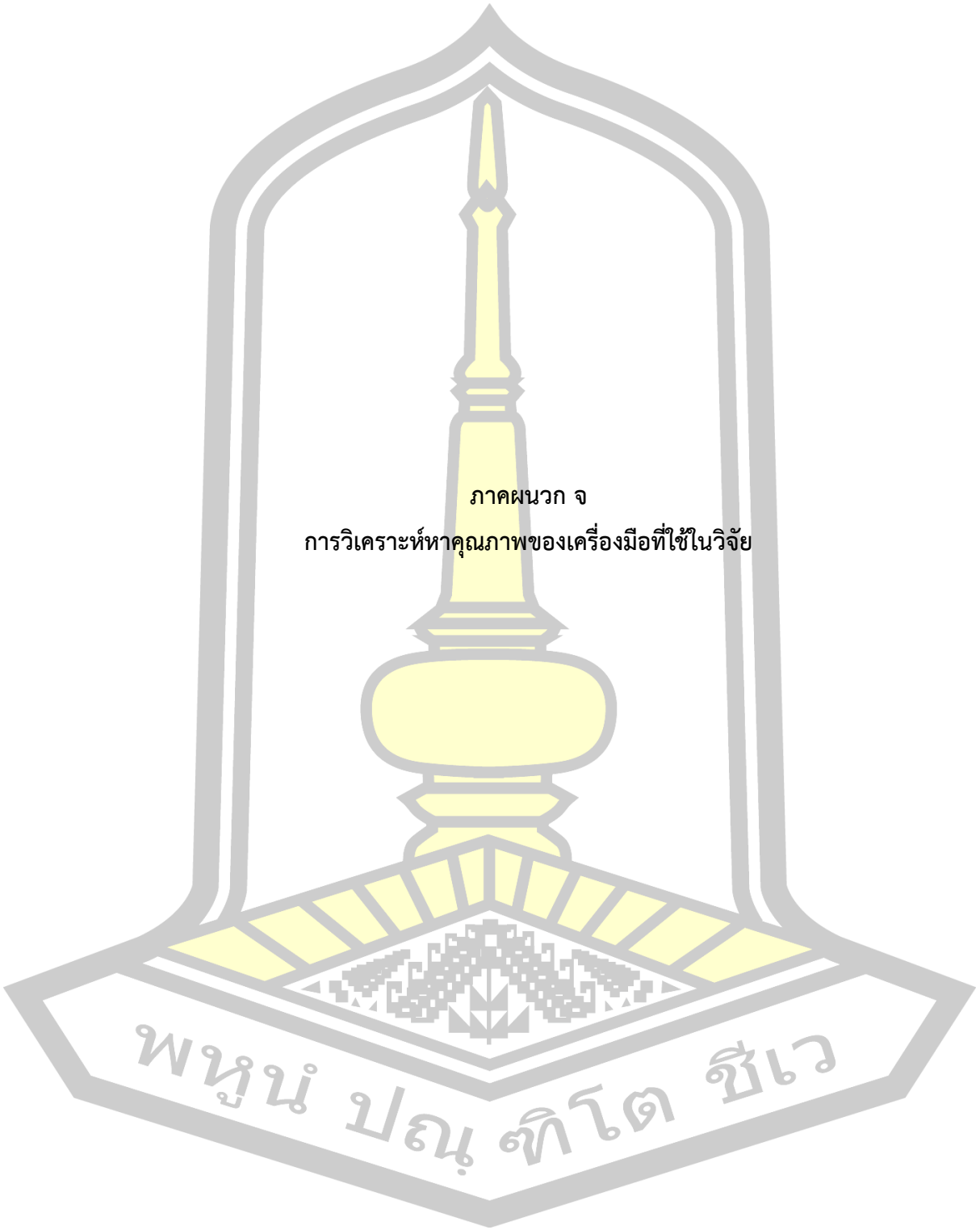
เวลา (s)	0	1	2	3	4	5
ปริมาตร H_2 (cm^3)	0	1	2.5	4	5	5.5

3. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน (H_2) โดยเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s **(ความเข้าใจ)**

ก. 0.55 cm^3/s ข. 0.10 cm^3/s ค. 0.025 cm^3/s ง. 1.1 cm^3/s

4. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน (H_2) ณ ช่วงเวลา 1-5 วินาทีของปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s **(ความเข้าใจ)**

ก. 0.55 cm^3/s ข. 0.025 cm^3/s ค. 0.055 cm^3/s ง. 1.125 cm^3/s



ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

****

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความสอดคล้อง ความถูกต้อง ความเหมาะสมของเครื่องมือ ว่าเหมาะสมหรือไม่ ระดับใด โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม**				
	มากที่สุด (5)	**มาก (4)**	**ปานกลาง (3)**	**น้อย (2)**	**น้อยที่สุด (1)**
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สามารถประเมินได้จริง					
1.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้					
1.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้					
2. สาระการเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด					
3. การวัดและประเมินผล					
3.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้					
3.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน					
4. กิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน					
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน					
5. สื่อการเรียนการสอน					
5.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้					
5.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
6. องค์ประกอบของแผน					
6.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้อง สัมพันธ์กัน					
6.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ประเมิน

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

ตารางที่ 16 ผลประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนที่ 1 - แผนที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1							
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สามารถประเมินได้จริง	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.8	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	4	5	5	4	4.6	มากที่สุด
3. การวัดและประเมินผล							
3.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
3.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6. องค์ประกอบของแผน							
6.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้อง สัมพันธ์กัน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม						**4.94**	**มากที่สุด**

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2							
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สามารถประเมินได้จริง	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
3. การวัดและประเมินผล							
3.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
3.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	5	5	4.8	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6. องค์ประกอบของแผน							
6.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน	5	4	5	5	5	4.8	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้อง สัมพันธ์กัน							
6.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา	5	4	5	5	5	4.8	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม						**4.90**	**มากที่สุด**

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3							
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สามารถประเมินได้จริง	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
3. การวัดและประเมินผล							
3.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
3.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	4	5	5	4.6	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน	5	4	5	5	5	4.8	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6. องค์ประกอบของแผน							
6.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้อง สัมพันธ์กัน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม						**4.91**	**มากที่สุด**

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4							
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1 สามารถประเมินได้จริง	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.6	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	4	5	5	4	4.6	มากที่สุด
3. การวัดและประเมินผล							
3.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	5	4	5	5	4.8	มากที่สุด
3.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	5	5	4	5	5	4.8	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.8	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	5	5	5	4.8	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6. องค์ประกอบของแผน							
6.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้อง สัมพันธ์กัน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม						**4.90**	**มากที่สุด**

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5							
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สามารถประเมินได้จริง	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
3. การวัดและประเมินผล							
3.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	4	5	5	5	5	4.8	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	5	4	5	5	5	4.8	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6. องค์ประกอบของแผน							
6.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้อง สัมพันธ์กัน	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
6.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม						**4.94**	**มากที่สุด**

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6							
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สามารถประเมินได้จริง	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
3. การวัดและประเมินผล							
3.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
3.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	4	5	5	4.8	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	5	5	4.8	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6. องค์ประกอบของแผน							
6.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้อง สัมพันธ์กัน	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
6.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม						**4.90**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 17 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.98	0.06	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้	4.68	0.13	มากที่สุด
3. การวัดและประเมินผล	4.92	0.13	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้	4.93	0.11	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
6. องค์ประกอบของแผน	4.93	0.10	มากที่สุด
โดยภาพรวม	4.91	0.05	มากที่สุด

ตารางที่ 18 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

สถานการณ์	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	4.การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	5. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	6. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	7. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	8. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
	9. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	10. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

สถานการณ์	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	11. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	12. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
5	13. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	14. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	15. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	16. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	17. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	18. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	19. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	20. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	21. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง

สถานการณ์	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
8	22. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	23. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	24. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	25. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	26. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	27. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	28. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	29. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	30. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
11	31. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	32. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

สถานการณ์	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	33. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
12	34. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	35. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	36. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สถานการณ์	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (D)	แปลผล	สรุปผล
1	1	0.65	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
	2	0.63	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
	3	0.53	ใช้ได้	0.15	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
2	4	0.53	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
	5	0.65	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
	6	0.53	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
3	7	0.56	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
	8	0.51	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
	9	0.53	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้

สถานการณ์	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (D)	แปลผล	สรุปผล
4	10	0.54	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
	11	0.60	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
	12	0.52	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
5	13	0.65	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
	14	0.63	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
	15	0.60	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
6	16	0.52	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
	17	0.53	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
	18	0.63	ใช้ได้	0.15	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
7	19	0.53	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
	20	0.60	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
	21	0.55	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
8	22	0.51	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
	23	0.55	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
	24	0.53	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
9	25	0.53	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
	26	0.63	ใช้ได้	0.15	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
	27	0.51	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
10	28	0.60	ใช้ได้	0.10	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
	29	0.63	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
	30	0.52	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
11	31	0.60	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้

สถานการณ์	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (D)	แปลผล	สรุปผล
	32	0.51	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
	33	0.65	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
12	34	0.63	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
	35	0.65	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
	36	0.56	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 6 สถานการณ์ 18 ข้อองค์ประกอบ ไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.51 – 0.65 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.30 – 0.53 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.83

ตารางที่ 20 ผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	5	4	4	4	4	4.2	มากที่สุด
การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์	4	4	4	4	4	4.0	มากที่สุด
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อสรุป	4	5	4	5	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 21 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	0	1	1	0	3	0.6	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	0	1	0	3	0.6	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
28	1	1	0	1	0	3	0.6	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
33	1	1	0	1	0	3	0.6	สอดคล้อง
34	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
35	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

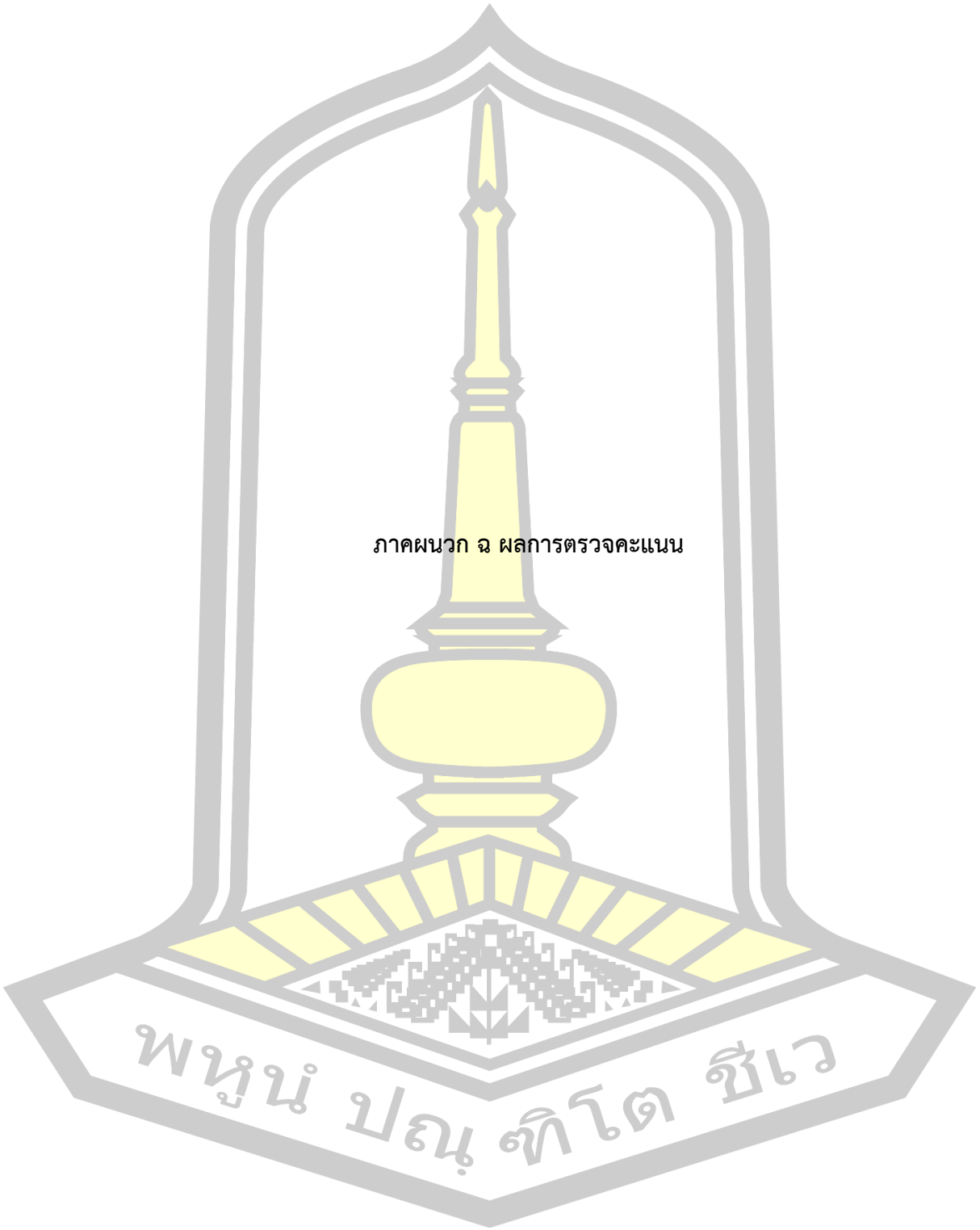
ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล	สรุปผล
1	0.76	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.71	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.66	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.71	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.74	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.50	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.58	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.58	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.61	ใช้ได้	0.17	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
10	0.68	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.76	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.79	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.58	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.71	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.50	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.53	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.37	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.45	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.61	ใช้ได้	0.17	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
20	0.63	ใช้ได้	0.10	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
21	0.71	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.63	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล	สรุปผล
23	0.74	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.79	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.66	ใช้ได้	0.25	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.61	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.74	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.79	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.76	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.74	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.63	ใช้ได้	0.10	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
32	0.71	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.63	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.74	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.79	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.50 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.21 – 0.58 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.75

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ฉ ผลการตรวจคะแนน

ตารางที่ 23 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 6 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน												รวม		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6						
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (26)*	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
1	23	3	16	3	18	5	18	4	16	4	18	3	109	22	49.92	29.33	79.26
2	23	3	17	4	18	3	17	4	18	4	18	3	111	21	50.84	28.00	78.84
3	21	5	18	4	18	3	18	3	18	5	17	3	110	23	50.38	30.67	81.05
4	23	3	17	4	18	5	17	3	18	3	18	3	111	21	50.84	28.00	78.84
5	20	4	17	4	17	5	16	4	18	4	16	4	104	25	47.63	33.33	80.97
6	21	4	18	4	18	3	18	3	17	5	17	4	109	23	49.92	30.67	80.59

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน												รวม		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6						
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (26)*	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
7	22	4	18	4	17	5	17	3	17	3	17	3	108	22	49.47	29.33	78.80
8	21	4	18	4	18	4	18	4	17	3	17	4	109	23	49.92	30.67	80.59
9	21	4	18	4	17	5	17	4	17	3	17	3	107	23	49.01	30.67	79.67
10	20	2	15	1	16	3	17	2	16	2	16	0	100	10	45.80	13.33	59.13
11	23	4	17	3	18	2	17	4	18	5	18	4	111	22	50.84	29.33	80.17
12	22	5	18	3	17	2	17	3	17	4	12	4	103	21	47.18	28.00	75.18
13	20	4	18	3	17	3	17	5	17	3	12	5	101	23	46.26	30.67	76.93

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน												รวม		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6						
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (26)*	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
14	23	3	16	3	16	4	18	4	16	4	18	5	107	23	49.01	30.67	79.67
15	23	2	17	3	18	1	17	3	18	1	18	3	111	13	50.84	17.33	68.17
16	23	3	16	3	19	4	18	4	16	3	18	5	110	22	50.38	29.33	79.72
17	21	5	18	3	16	4	18	3	16	4	17	3	106	22	48.55	29.33	77.88
18	23	5	17	4	18	3	17	4	18	4	12	4	105	24	48.09	32.00	80.09
19	21	3	18	4	18	3	18	3	18	4	17	4	110	21	50.38	28.00	78.38
20	21	5	16	4	17	4	17	3	16	4	17	3	104	23	47.63	30.67	78.30

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน												รวม		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6						
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (26)*	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
21	21	3	16	3	18	4	18	5	16	3	17	5	106	23	48.55	30.67	79.22
22	21	4	16	4	18	3	18	3	16	3	17	4	106	21	48.55	28.00	76.55
23	23	4	16	4	19	5	18	4	16	3	17	4	109	24	49.92	32.00	81.92
24	21	4	18	3	17	5	17	4	18	4	17	4	108	24	49.47	32.00	81.47
25	22	4	18	4	17	3	17	4	17	3	18	3	109	21	49.92	28.00	77.92
26	22	3	18	3	17	2	17	0	17	3	18	2	109	13	49.92	17.33	67.26
27	21	3	18	4	17	5	17	4	18	4	17	4	108	24	49.47	32.00	81.47

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน												รวม		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6						
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (26)*	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
28	22	4	16	4	17	1	17	3	17	5	18	5	107	22	49.01	29.33	78.34
29	22	4	16	4	17	4	17	3	17	5	18	3	107	23	49.01	30.67	79.67
30	23	4	16	4	19	3	18	3	16	4	18	3	110	21	50.38	28.00	78.38
31	23	3	16	4	18	4	18	4	16	4	18	3	109	22	49.92	29.33	79.26
32	21	3	18	4	17	4	17	4	18	3	17	4	108	22	49.47	29.33	78.80
33	23	3	16	4	18	4	18	3	16	2	18	3	109	19	49.92	25.33	75.26
34	20	3	18	4	17	4	17	4	18	5	17	4	107	24	49.01	32.00	81.01

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนระหว่างเรียน												รวม		สัดส่วนคะแนน 60:40		รวม (100)
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6						
	ใบกิจกรรมกลุ่ม (26)*	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (21)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (131)	แบบทดสอบย่อย (30)	ใบกิจกรรมกลุ่ม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	
35	22	4	18	4	17	4	17	3	17	3	16	4	107	22	49.01	29.33	78.34
ΣX	762	128	597	126	612	126	608	121	595	126	591	125	3765	752	1724.43	1002.67	2727
$\bar{x}$	21.77	3.66	17.06	3.60	17.49	3.60	17.37	3.46	17.00	3.60	16.89	3.57	107.57	21.49	49.27	28.65	77.92
S.D.	1.06	0.80	0.97	0.65	0.78	1.12	0.55	0.89	0.84	0.95	1.64	0.98	2.71	3.21	1.24	4.28	4.52
ร้อยละ	83.74	73.14	81.22	72.00	83.27	72.00	82.72	69.14	80.95	72.00	80.41	71.43	82.12	71.62	82.12	71.62	77.92

*หมายเหตุ แผนที่ 1 มีคะแนนใบงานเดี่ยวเพิ่ม 1 ใบงาน (การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี) 5 คะแนน จึงทำให้มีคะแนนรวมเป็น 26 คะแนนซึ่งมีคะแนนมากกว่าแผนที่ 2-6

ตารางที่ 24 คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ลำดับ	คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	สัดส่วนคะแนน 50:50		รวม (100)
			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	การให้เหตุผล (50)	
1	15	23	37.5	31.94	69.44
2	15	22	37.5	30.56	68.06
3	15	26	37.5	36.11	73.61
4	15	23	37.5	31.94	69.44
5	16	24	40.0	33.33	73.33
6	16	22	40.0	30.56	70.56
7	15	26	37.5	36.11	73.61
8	14	25	35.0	34.72	69.72
9	15	25	37.5	34.72	72.22

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	สัดส่วนคะแนน 50:50		รวม (100)
			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	การให้เหตุผล (50)	
10	12	24	30.0	33.33	63.33
11	14	22	35.0	30.56	65.56
12	15	24	37.5	33.33	70.83
13	15	21	37.5	29.17	66.67
14	17	24	42.5	33.33	75.83
15	12	25	30.0	34.72	64.72
16	15	24	37.5	33.33	70.83
17	15	27	37.5	37.50	75.00
18	17	26	42.5	36.11	78.61

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	สัดส่วนคะแนน 50:50		รวม (100)
			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	การให้เหตุผล (50)	
19	15	25	37.5	34.72	72.22
20	16	28	40.0	38.89	78.89
21	16	23	40.0	31.94	71.94
22	15	28	37.5	38.89	76.39
23	16	25	40.0	34.72	74.72
24	14	29	35.0	40.28	75.28
25	14	23	35.0	31.94	66.94
26	15	19	37.5	26.39	63.89
27	16	23	40.0	31.94	71.94

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	สัดส่วนคะแนน 50:50		รวม (100)
			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	การให้เหตุผล (50)	
28	16	25	40.0	34.72	74.72
29	14	27	35.0	37.50	72.50
30	15	20	37.5	27.78	65.28
31	14	22	35.0	30.56	65.56
32	15	23	37.5	31.94	69.44
33	14	23	35.0	31.94	66.94
34	18	28	45.0	38.89	83.89
35	14	28	35.0	38.89	73.89

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลำดับ	คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	สัดส่วนคะแนน 50:50		รวม (100)
			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	การให้เหตุผล (50)	
ΣX	525	852	1312.50	1183.33	2496
$\bar{X}$	15	24.34	37.50	33.81	71.31
S.D.	1.21	2.39	3.03	3.32	4.67
ร้อยละ	75	68	75.00	67.62	71.31

ผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 25 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ลำดับ	คะแนนก่อนเรียนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	คะแนนหลังเรียนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)
1	5	23
2	3	22
3	2	26
4	11	23
5	4	24
6	2	22
7	4	26
8	4	25
9	10	25
10	3	24
11	10	22
12	16	24
13	7	21
14	9	24
15	2	25
16	1	24
17	4	27
18	19	26
19	1	25
20	6	28

ลำดับ	คะแนนก่อนเรียนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)	คะแนนหลังเรียนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (36)
21	8	23
22	2	28
23	6	25
24	9	29
25	18	23
26	4	19
27	3	23
28	6	25
29	12	27
30	4	20
31	3	22
32	4	23
33	4	23
34	10	28
35	2	28
ΣX	218	852
$\bar{X}$	6.23	24.34
S.D.	4.67	2.39
ร้อยละ	17.30	68

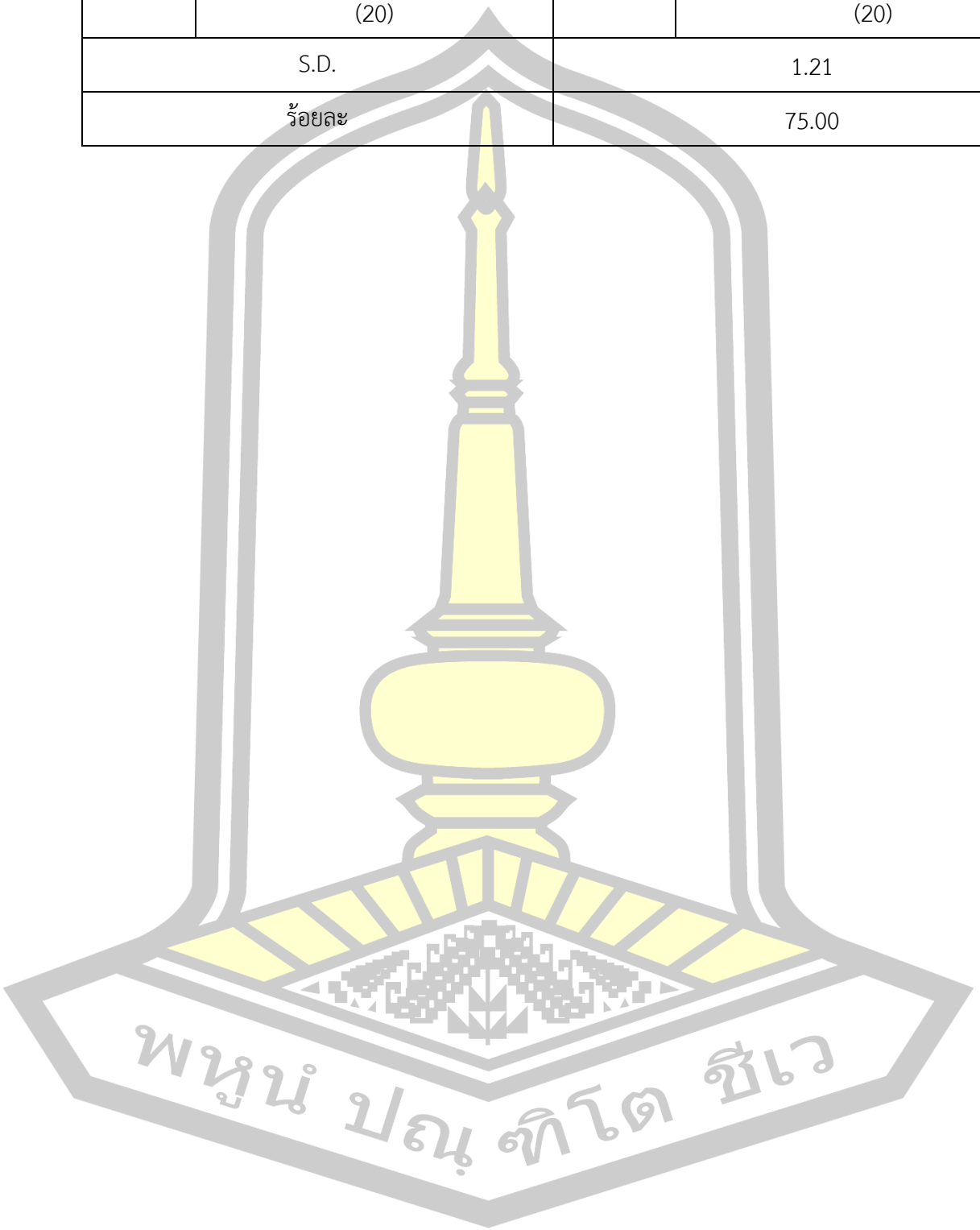
พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ผลคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ 26 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ลำดับ	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	ลำดับ	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)
1	15	19	15
2	15	20	16
3	15	21	16
4	15	22	15
5	16	23	16
6	16	24	14
7	15	25	14
8	14	26	15
9	15	27	16
10	12	28	16
11	14	29	14
12	15	30	15
13	15	31	14
14	17	32	15
15	12	33	14
16	15	34	18
17	15	35	14
18	17		
ΣX		525	
$\bar{X}$		15.00	

ลำดับ	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	ลำดับ	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)
S.D.		1.21	
ร้อยละ		75.00	



ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย
หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้า/วิทยานิพนธ์
หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่ อว 0605.5(2)/1644 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 พฤษ๓คม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม

ด้วย นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี นิสิตระดับระดับปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี ทำการทดลองใช้เครื่องมือ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4374-3174

ที่ อว 0605.5(2)/ 1672

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

30 พฤษภาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ/วิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม

ด้วย นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี นิสิตระดับระดับปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-3147

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรสาร. 0-4371-9852 ภายใน 6273
ที่ อว 0605.5(2)/ว.1635 วันที่ 27 พฤษภาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม

ด้วย นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว 0605.5(2)/ว.1635

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 พฤษภาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรจบ วันโน

ด้วย นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-9852

ที่ อว 0605.5(2)/ว.1635

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 พฤษภาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายธีรดนย์ โพธิคำ

ด้วย นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี **นิสิตปริญญาโท** สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-9852

ที่ อว 0605.5(2)/ว.1635

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 พฤษภาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายปฏิวัติ ไชยมาตร

ด้วย นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี **นิสิตปริญญาโท** สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-9852

ที่ อว 0605.5(2)/ว.1635

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 พฤษภาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวพิไลวรรณ พรรณขาม

ด้วย นางสาวจุฑาทิพย์ นาดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-9852

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	จุฑาทิพย์ นาดี
วันเกิด	9 กรกฎาคม พ.ศ. 2541
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองยโสธร จังหวัดยโสธร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	15 หมู่ 4 ต. ขวัญเมือง อ.เสลภูมิ จ.ร้อยเอ็ด 45120
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2559 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2563 ระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ.2568 ระดับปริญญาโท ตามหลักสูตรมหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว