ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร

นางสาวจิตสุภา ฤกษ์อำนวยชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2564

The Effects of Instruction Emphasizing on Scientific Competencies in the Topic of Chemical Reaction on Scientific Learning Achievement and Scientific Competencies of Grade 9 Students at Setthabut Bamphen School in Bangkok Metropolis

Miss Jitsupa Reckamnauichai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Educational
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2021

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร

ชื่อและนามสกุล นางสาวจิตสุภา ฤกษ์อำนวยชัย

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

2. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน 2565

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัย นางสาวจิตสุภา ฤกษ์อำนวยชัย **รหัสนักศึกษา** 2592000588

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

(2) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา **ปีการศึกษา** 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ 2) เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 66 คน แล้วจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบปกติ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และ 3) แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และแบบปกติไม่แตกต่างกัน 2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ปฏิกิริยาเคมี

Thesis title: The Effects of Instruction Emphasizing on Scientific Competencies in the Topic of Chemical Reaction on Scientific Learning Achievement and Scientific Competencies of Grade 9 Students at Setthabut Bamphen School in Bangkok Metropolis
Researcher: Miss Jitsupa Reckamnauichai; **ID:** 2592000588 ;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor;
(2) Dr. Duongdearn Suwanjinda, Associate Professor
Academic year: 2021

Abstract

The purposes of this study were to 1) compare science learning achievement after learning of grade 9 students who learned through instruction emphasizing on scientific competencies with that of students who learned through the traditional instruction; 2) compare scientific competencies of grade 9 students who learned through instruction emphasizing on scientific competencies with that of students who learned through the traditional instruction; 3) compare the pre-science learning achievement of grade 9 students who learned through instruction emphasizing on scientific competencies with their post-learning; and 4) compare the pre-learning scientific competencies of the students who learned through instruction emphasizing on scientific competencies with their post-learning.

The research sample consisted of 66 grade 9 students in two intact classrooms of Setthabut Bamphen school in Bangkok Metropolis, obtained by cluster random sampling. Then, one class consisted of 34 students was randomly assigned as the experimental group; while the other class consisted of 32 students was assigned as the control group. The instruments used in this research were 1) instructional plans emphasizing on scientific competencies in the topic of chemical reaction and traditional instructional plans; 2) a science learning achievement test in the topic of chemical reaction; and 3) a scale to assess scientific competencies. Statics employed for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The research findings revealed that 1) the post-science learning achievement of students who learned through instruction emphasizing on scientific competencies and the achievement of the students who learned through the traditional instruction were not significantly different; 2) Scientific competencies of the students who learned through instruction emphasizing on scientific competencies were significantly higher than the scientific competencies of the students who learned through the traditional learning achievement at the .05 level of statistical significance; 3) the post-science learning achievement of the students who learned through instruction emphasizing on scientific competencies was significantly higher than their pre-learning at the .05 level of statistical significance, and 4) The post-learning scientific competencies of the students who learned through instruction emphasizing on scientific competencies was significantly higher than their pre-learning at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Instruction, Learning Achievement, Scientific Competencies, Chemical Reaction

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความเมตตากรุณาและความเอาใจใส่อย่างยิ่งของอาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. มนัส บุญประกอบ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อพกพร่อง ตลอดจนให้กำลังใจมาตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ท่านมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นางเฉลิมศรี จักษุพา นางสาวพิสมัย รุ่งเรือง นางสาวฉมานันท์ ไพรหลวง ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำในตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบคุณกัลยาณมิตรที่คอยรักและช่วยเหลือให้กำลังใจ ตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อาจารย์ เจ้าหน้าที่ ตลอดจนบุคลากรทุกฝ่ายที่ช่วยเหลือ และโรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ ทั้งคณะผู้บริหาร คณะครูที่ให้ความอนุเคราะห์เสมอมา รวมถึงนักเรียนที่เป็นกำลังใจสำคัญในการขับเคลื่อนปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หวังว่าคุณประโยชน์จากงานวิจัยเล่มนี้จะนำไปสู่การพัฒนาการศึกษาต่อไป

จิตสุภา ฤกษ์อำนวยชัย

พฤศจิกายน 2565

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 3
กรอบแนวคิดการวิจัย 3
สมมติฐานการวิจัย 3
ขอบเขตการวิจัย 4
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ประโยชน์ที่ได้รับ 5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 6
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 6
สมรรถนะ 23
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 25
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 43
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 43
การเก็บรวบรวมข้อมูล 53
การวิเคราะห์ข้อมูล 53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 57
ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ 57
ตอนที่ 2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ 58
ตอนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 58
ตอนที่ 4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 59
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 60
สรุปการวิจัย 60
อภิปรายผล 61
ข้อเสนอแนะ 64
บรรณานุกรม 65
ภาคผนวก 70
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 71
ข ผลการวิเคราะห์ 73
ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 81
ประวัติผู้วิจัย 111

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูในการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5 Es) 10
ตารางที่ 2.2 บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5 Es) 13
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 18
ตารางที่ 2.4 วิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด กับ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 32
ตารางที่ 2.5 วิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 39
ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา 44
ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ 49
ตารางที่ 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ 57
ตารางที่ 4.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ 58
ตารางที่ 4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 58
ตารางที่ 4.4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 59

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย 3
ภาพที่ 2.1 โมเดลภูเขาน้ำแข็ง 24
ภาพที่ 2.2 แสดงกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ 27

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ได้ระบุเป้าหมายของการจัดการศึกษา ไว้ 5 ประการ หนึ่งในนั้นคือ ระบบการศึกษาที่มีคุณภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพ (Quality) โดยค่าเฉลี่ยผลการทดสอบ PISA (Programme for International Student Assessment) ถือเป็นตัวชี้วัดสำคัญ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะส่งผลต่อคะแนนการทดสอบโดยตรง ถึงแม้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ได้ระบุเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ไว้หลายประการ หนึ่งในนั้นคือให้ผู้เรียนนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต และมีการพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ จนปัจจุบันก็ยังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ เพราะผู้เรียนจะมีความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น จะมีต้องมีสมรรถนะที่ใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าในหลักสูตร โดย PISA ได้นิยาม ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ไว้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆเข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยบุคคลที่ได้ชื่อว่ามีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จะต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูลที่ใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564 ข, น. 4) ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้นั้นบุคคลนั้นจะต้องมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จากรายงานผลของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ที่ได้สำรวจตรวจสอบกับนักเรียนช่วงอายุ 15 ปี จากทั่วโลกในครั้งล่าสุดปี ค.ศ.2018 โดยนักเรียนไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) และนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป มีนักเรียนไทยในกลุ่มนี้อยู่เพียงร้อยละ 56 แต่ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มนี้ถึงร้อยละ78 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564 ข, น. 185) อีกทั้งในกลุ่มโรงเรียน สพฐ. (มัธยมศึกษา) ตั้งแต่รอบการประเมินที่วิทยาศาสตร์เป็นการประเมินหลัก PISA 2006 จนกระทั่งปัจจุบัน PISA 2018 ยังเป็นกลุ่มที่

แนวโน้มผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่เปลี่ยนแปลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564 ข, น. 185) ถือว่าเป็นปัญหาท้าทายในการจัดการศึกษาที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและสามารถแข่งขันในสังคมโลกได้

จากการศึกษางานวิจัยมีการรายงานสภาพปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์พบว่า ครูผู้สอนยังไม่สามารถออกแบบกิจกรรมในรูปแบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีข้อจำกัดด้วยมาตรฐานและตัวชี้วัดมากเกินไปและไม่สามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ไปพร้อมกันได้ (ชวนัท มณีกร และวิชัย เสวกงาม, 2561) อีกทั้งยังมีงานวิจัยที่เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นไม่ใช่เพียงแต่ใช้กระบวนการตามขั้นตอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมอย่างตรงไปตรงมามากเกินไป แต่ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด ปฏิบัติ ลงข้อสรุป และให้เหตุผล จึงจะฝึกและพัฒนาได้อย่างแท้จริง โดยแนวทางการสอนเพื่อเน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีหลายวิธี ได้แก่ การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า การวิเคราะห์ฐานข้อมูล การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน การประเมินหลักฐาน การทดลองเสมือนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การลงมือปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละรูปแบบมีข้อจำกัดของตัวเองและไม่อาจตอบสนองวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทุกด้านพร้อมกันได้ การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนานักเรียนไทยให้มีคุณลักษณะตามความคาดหวังของสังคมโลกมากขึ้น (ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ, 2562)

ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ไว้หลากหลายโดยผู้วิจัยได้ศึกษางานของ ราตรี ยะคำ สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ (2563) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ส่งผลให้นักเรียนทุกกลุ่ม มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทุกตัวบ่งชี้และมีสมรรถนะในระดับดีมาก และพุทธริธร บูรณสถิตวงศ์ สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม (2562) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณาสามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้นำไปสู่การเป็นบุคคลรู้วิทยาศาสตร์ในสังคมต่อไป

จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงได้สนใจศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะมาใช้ในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จึงทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของการศึกษา

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ

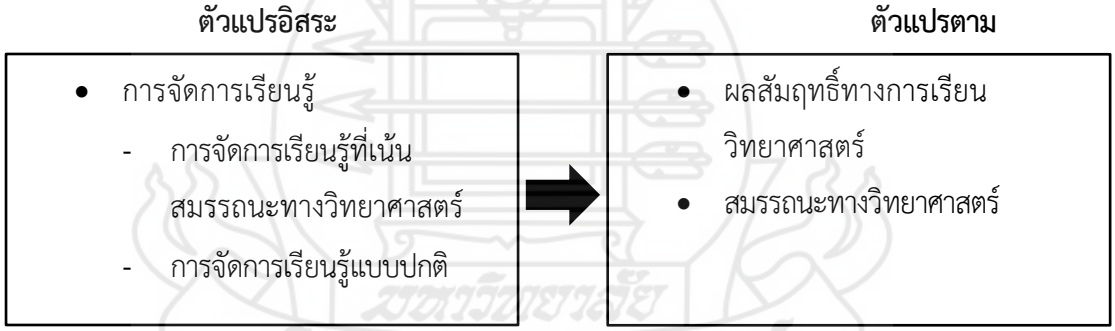
2.2 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.4 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แสดงเป็นกรอบแนวคิดได้ ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบที่เน้นสมรรถนะสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.4 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ สังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 16 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 637 คน

5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ โดยการสุ่มแบบกลุ่ม 2 ห้องเรียน จำนวน 66 คน แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียนจำนวน 32 คน

5.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

5.2.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น 1) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 2) การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E)

5.2.2 ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อยต่อไปนี้

1) การเปิดปฏิกิริยาเคมี
2) กฎทรงมวล
3) ประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4) ตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5) ประโยชน์และโทษของการเกิดปฏิกิริยาเคมี
6) ออกแบบวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนที่เน้นสมรรถนะ 3 วิธี ได้แก่ 1. การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ 2. การใช้แบบจำลองเป็นฐาน 3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม โดยครูออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา

6.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ประกอบไปด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ประเมินผล

6.3 สมรรถนะ หมายถึง ลักษณะของตัวบุคคลที่ประกอบไปด้วยความรู้ ทักษะ ความสามารถส่งผลต่อพฤติกรรมของบุคคลนั้น

6.4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่างๆเข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารและโต้แย้งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะคำถามจะเป็นแบบเลือกตอบและคำถามปลายเปิด ซึ่งจะประกอบไปด้วย 5 สถานการณ์ จำนวน 17 ข้อ

6.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ 1.การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry-Based Learning) 2.การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning) 3.การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาสมรรนะทางวิทยาศาสตร์

7.2 ครูได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย นำไปสู่ความก้าวหน้าทางวิชาการ

7.3 โรงเรียนได้มีการวางแผนและกำหนดนโยบายในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
2. สมรรถนะ
3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1.1 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ชวนัท มณีกร และ วิชัย เสวกงาม (2561) ได้ให้แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไว้ว่า ในด้านการจัดการเรียนการสอน มีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้เข้าใจและเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีที่มีต่อบุคคลในบริบทด้านสังคม จริยธรรม และสิ่งแวดล้อม ด้วยการใช้รูปแบบ วิธีการหรือแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา ลดาชาติ (2562) ได้ยกตัวอย่างรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การออกแบบการศึกษาด้วยปากเปล่า การวิเคราะห์ฐานข้อมูล การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน การประเมินหลักฐาน การทดลองเสมือนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการลงมือปฏิบัติการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละรูปแบบมีข้อจำกัดในตัวเองและไม่อาจตอบสนองวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทุกด้านพร้อมกันได้ ดังนั้นครูต้องมีความชัดเจนในวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ว่าจะเน้นสมรรถนะในด้านใด

ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลายวิธีเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด รวมถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา 3 วิธี 1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry-Based Learning) 2. การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning) 3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ Inquiry-Based Learning

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้อธิบาย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เราสามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนโดยจัดโอกาสให้ ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามที่หลักสูตรกำหนด ด้วยกระบวนการแบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์สืบเสาะ แต่อาจมีรูปแบบที่หลากหลายตามบริบท และความพร้อมของผู้สอนและผู้เรียน เช่น การสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด (Opened Inquiry) ที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองตั้งแต่ การสร้างประเด็นคำถาม การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) และอธิบายสิ่งที่ ศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่ยังไม่มีการนำมาประมวล (Data) หรือหลักฐาน (Evidence) ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การประเมินและเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือคำอธิบายอื่นเพื่อปรับปรุงคำ อธิบายของตนและนำเสนอต่อผู้อื่นนอกจากนี้ผู้สอนอาจใช้การสืบเสาะหาความรู้ที่ตนเองเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรม (Structured Inquiry) โดยผู้สอนสามารถแนะนำผู้เรียนได้ตามความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผู้สอนสามารถ ออกแบบการสอนให้มีลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ คำถามทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้หมายถึงคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะค้นหาและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อตอบคำถามนั้นๆ ได้

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายหรือคำ ตอบ ผู้เรียนต้องลงมือทำ ปฏิบัติการ เช่น สังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง เพื่อนำหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาเชื่อมโยงหาแบบรูป และอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษา

3. ผู้เรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์โดย ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล ต้องแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้สามารถจำแนก วิเคราะห์ ลงความเห็นจาก ข้อมูล พยากรณ์ตั้งสมมติฐาน หรือลงข้อสรุป

4. ผู้เรียนประเมินคำ อธิบายของตนกับคำ อธิบายอื่นๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึง ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ผู้เรียนสามารถประเมิน (Judge) ข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ เพื่อตัดสินใจ (Make Decision) ว่าควรเพิกเฉยหรือนำคำอธิบายนั้นมาพิจารณาและปรับปรุงคำ อธิบายของ ตนเองในขณะเดียวกันก็สามารถประเมินคำ อธิบายของเพื่อน บุคคล อื่น หรือแหล่งข้อมูลอื่น แล้วนำ มาเปรียบเทียบเชื่อมโยง สัมพันธ์แล้ว สร้างคำ อธิบายอย่างมีเหตุผลและหลักฐานสนับสนุนซึ่งสอดคล้องกับ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว

5. สื่อสารการค้นพบของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ผู้เรียนได้สื่อสารและนำ เสนอการค้นพบของตนในรูปแบบที่ผู้อื่นเข้าใจ สามารถทำตามได้รวมทั้ง เปิดโอกาสให้ได้มีการซักและตอบคำถาม

ตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผล วิจารณ์และรับคำวิจารณ์และได้แนวคิดหรือมุมมองอื่นในการปรับปรุงการอธิบาย หรือวิธีการสืบเสาะค้นหาคำตอบ

ซานดรา เค เอเบล (Sandra K. Abell. 2002) ได้กล่าวถึงความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ NSES และ AAAS นิยามไว้ ดังนี้

NSES (National Science Education Standards) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกิจกรรมที่หลากหลายเกี่ยวกับการสังเกต การถามคำถาม การสำรวจตรวจสอบจากเอกสารและแหล่งความรู้อื่น ๆ การวางแผนการสำรวจตรวจสอบ การทดสอบตรวจสอบหลักฐานเพื่อเป็นการยืนยันความรู้ที่ได้ค้นพบมาแล้ว การใช้เครื่องมือในการรวบรวม การวิเคราะห์ และการแปลความหมายข้อมูล การนำเสนอผลงาน การอธิบายและการคาดคะเน และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับผลงานที่ได้

AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะหาความรู้ว่า เริ่มต้นด้วยคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติพร้อมทั้งกระตุ้นนักเรียนให้ตื่นเต้นสงสัยใคร่รู้ให้นักเรียนตั้งใจรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน ครูเตรียมข้อมูลเอกสารความรู้ต่างๆ ที่มีคนศึกษาค้นคว้ามาแล้ว เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ หรือเพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้นให้นักเรียนอธิบายให้ชัดเจน ไม่เน้นความจำเกี่ยวกับศัพท์ทางวิชาการและใช้กระบวนการกลุ่ม

ทิศนา แขมมณี (2560) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการสืบสอบ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกับผู้อื่น

โดยสรุป กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้เน้นการสืบสอบ หมายถึง เป็นกระบวนการสอนอย่างมีขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ Inquiry-Based Learning

นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้ (BSCS, 1997)

1. การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่า

กำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

2. การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกอยู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

3. การอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluate) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ของรูปแบบการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

การนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ สิ่งที่ครูควรระลึกอยู่เสมอในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการสอนนี้ คือ การจัดเตรียมกิจกรรม ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน เมื่อครูเตรียมกิจกรรมแล้ว ครูควรพิจารณาตรวจสอบบทบาทของครูและผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนว่าสอดคล้องกับรูปแบบการสอน 5Es หรือไม่จากตาราง ต่อไปนี้ เพื่อครูจะได้ปรับหรือพัฒนากิจกรรมให้สอดคล้องกับรูปแบบการสอน

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูในการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5 Es)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	**สิ่งที่ครูควรทำ**	
	สอดคล้องกับ 5 Es	**ไม่สอดคล้องกับ 5 Es**
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	■ สร้างความสนใจ ■ สร้างความอยากรู้อยากเห็น ■ ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ■ ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือความคิดเกี่ยว กับความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ	■ อธิบายความคิดรวบยอด ■ ให้คำจำกัดความและคำตอบ ■ สรุปประเด็นให้ ■ จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ ■ บรรยาย
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	■ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ ■ สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ■ ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ■ ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ ■ ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	■ เตรียมคำตอบไว้ให้ ■ บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา ■ จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ ■ บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำ ไม่ถูก ■ ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา ■ นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
3. การอธิบาย (Explain)	■ ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ■ ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง ■ ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ ■ ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด	■ ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ ■ ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน ■ แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิดหรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	■ คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ■ ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ■ ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย ■ ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้	■ ให้คำตอบที่ชัดเจน ■ บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก ■ ใช้เวลามากในการบรรยาย ■ นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน ■ อธิบายวิธีการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	**ไม่สอดคล้องกับ 5 Es**
	อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้)	
5. การประเมินผล (Evaluate)	■ สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ ■ ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน ■ หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิด หรือพฤติกรรม ■ ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวน การกลุ่ม ■ ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไรนักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยว กับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	■ ทดสอบคำนิยามศัพท์ และข้อเท็จ จริง ■ ให้แนวคิดหรือความคิดรอบยอดใหม่ ■ ทำให้คลุมเครือ ■ ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ตารางที่ 2.2 บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5 Es)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	■ ถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิด ขึ้นฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยว กับสิ่งนี้ ■ แสดงความสนใจ	■ ถามหาคำตอบที่ถูก ■ ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูก ■ ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย ■ มีวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียว
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	■ คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม ■ ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน ■ คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ ■ พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ■ บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น ■ ลงข้อสรุป	■ ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ ■ ทำงานเพียงลำพังโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก ■ ปฏิบัติอย่างสับสนไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน ■ เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ
3. การอธิบาย (Explain)	■ อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน ■ ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ ■ ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย ■ ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย	■ อธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม ■ ยกตัวอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ■ ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล ■ ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	**ไม่สอดคล้องกับ 5 Es**
	■ อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว ■ ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก/สังเกตในการอธิบาย	
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	■ นำการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำ อธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม ■ ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจ และออกแบบการทดลอง ■ ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ ■ บันทึกการสังเกตและอธิบาย ■ ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ	■ ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน ■ ไม่สนใจข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ ■ อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้
5. การประเมินผล (Evaluate)	■ ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต หลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว ■ แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ	■ ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว ■ ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้คำจำกัดความ/ความจำ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
	■ ประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง ■ ถามคำถามเพื่อให้มีการตรวจสอบต่อไป	■ ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความเข้าใจด้วยคำพูดของตนเอง

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์และนักจัดระเบียบ
2. การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ
3. ฝึกให้นักเรียนหาวิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. ฝึกให้นักเรียนหาวิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอนจะทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา
6. ช่วยพัฒนาอัตมโนทัศน์แก่ผู้เรียน
7. พัฒนานักเรียนให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะกระทำการสิ่งใดๆ สำเร็จด้วยตนเอง สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
10. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลาในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อหาไม่ครบตามที่กำหนดไว้

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จำทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

3. นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอ จะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีนี้ได้

4. เป็นการลงทุนที่สูง ซึ่งอาจไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจจะทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งจะทำให้ไม่สามารถเกิดการเรียนรู้

6. ครูต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศการเรียน

7. ข้อจำกัดด้านเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้

1.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning)

1) ความหมายของแบบจำลอง

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ให้ความหมายของแบบจำลองว่าเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎ หรือเป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

ชัยวิชิต เชียรชนะ (2560) ให้ความหมายของแบบจำลอง ว่าเป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ ตัวแปร หลักการ แนวคิด ฟังก์ชั่น ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใดๆ สามารถเรียกแทนได้หลากหลาย เช่น โมดูล รูปแบบ แบบจำลอง ตัวแบบ โดยแปลมาจากศัพท์ภาษาอังกฤษเพียงหนึ่งคำ คือ model

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ให้ความหมายของแบบจำลอง ไว้ว่า เป็นตัวแทนในการอธิบายสิ่งที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กับความจริง

จากการศึกษา สามารถสรุปความหมายของแบบจำลอง ได้ว่า คือสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนเพื่ออธิบายปรากฏการณ์

2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ดังนี้

Buckley and Boulter (2000) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานว่า เป็นการเรียนรู้โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นตัวแทนทางความคิด ในการบรรยาย อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

Gobert and Buckley (2010) ได้สรุปความหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจา ลองเป็นฐานไว้ว่า เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองทางความคิดที่เกิดขึ้นทั้งในระดับบุคคลและระดับกลุ่ม โดยอาศัยปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ กิจกรรมการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้กล่าวสรุปเกี่ยวกับการจัด การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานถือว่าเป็นวิถีที่ให้ผู้เรียนได้สร้างหรือปรับปรุงแบบจำลอง กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาแบบจำลองมาประกอบ การอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ปรับปรุงแบบจำลอง เมื่อแบบจำลองไม่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนใน การอธิบาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์

จุฑามาศ กันทะวง (2563) ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Modelbased Learning) ไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระจากการสร้าง ใช้งาน ปรับปรุงและขยายแบบจำลอง เพื่อใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนทางความคิดประกอบการอธิบายปรากฏการณ์

จากการศึกษาสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยสร้างแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนคำอธิบาย โดยมีกระบวนการที่เป็นขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

นักการศึกษาหลายท่านได้มีการนำเสนอรูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขั้นตอน ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน			
Gobert and Buckley (2000)	**Louca and Zacharia (2012)**	**Schwarz (2009)**	**ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557)**
1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด 2. ครูประเมินเนื้อหาและทบทวนแนวคิด 3. นักเรียนสร้างแบบจำลอง 4. นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้ และประเมิน 5. นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองให้อธิบายปรากฏการณ์ได้ 6. นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติม เพื่อประกอบการขยายแนวคิด	1. นักเรียนรวบรวมข้อมูล สำหรับสร้างแบบจำลอง 2. นักเรียนสร้างแบบจำลอง 3. นักเรียนประเมินแบบจำลอง 4. นักเรียนแก้ไขแบบจำลอง	1. การเข้าถึงปรากฏการณ์ 2. ขั้นสร้างแบบจำลอง 3. ขั้นสำรวจและตรวจสอบเชิงประจักษ์ 4. ขั้นประเมินแบบจำลอง 5. ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยแนวคิดอื่นๆ 6. ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง 7. ขั้นใช้แบบจำลองทำนายและอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ	1. การสร้างแบบจำลอง (Generating model) 2. การประเมินแบบจำลอง (Evaluating model) 3. การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) 4. การขยายแบบจำลอง (Elaborating)

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักการศึกษา พบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ เป็นขั้นตอนที่เหมาะสมกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มากที่สุดเพราะเป็นขั้นตอนที่ง่ายไม่ซับซ้อน ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ลำดับขั้นตอน ดังนี้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดย แบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การสร้างแบบจำลอง (Generating model) เป็นการ

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและเร้าความสนใจให้ ผู้เรียนด้วยคำถามหรือกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดสำหรับ อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอีกทั้งเมื่อครูทราบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจึงเป็นโอกาสดีสำหรับการส่งเสริมและเพิ่มพูนแบบจำลองทางความคิดให้กลายเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยรายละเอียดที่กำหนดในแต่ละขั้นโดยนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ จุฑามาศ กันทะวง (2563) มาปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและเร้าความสนใจผู้เรียนด้วยคำถาม สื่อหรือกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดจากความรู้เดิมสำหรับใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) ครูกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ และประเมิน ความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์โดยใช้กระบวนการสำรวจและค้นหาข้อเท็จจริง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ค้นพบในระหว่างจัดการเรียนรู้กับแบบจำลองที่ สร้างขึ้นในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) ผู้เรียนทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่เห็นว่าไม่สามารถเป็นตัวแทนทางความคิด จนเกิดการสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ สามารถอธิบายข้อมูลได้ถูกต้องและเป็นตัวแทนใน การอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) ผู้เรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขประกอบการอธิบายและทำนาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียง

1.1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจาวันและจาเป็นต้องหา วิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้ง คำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้อง พิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทาความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหา

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมา ประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึง ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่าง หรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการ พัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการ ทำงานรวมทั้ง กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดาเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมิน อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและ ประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพ ตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนาเสนอข้อมูลที่ เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564 ก) สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการได้แก่ (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4) ท้าทายความคิดของนักเรียน และ (5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4วิชา จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน

กุลิสรา จิตรชญาวณิช (2564) ได้ให้ความหมาย สะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ

โดยมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. เตรียมความพร้อม เป็นการเตรียมความพร้อมโดยใช้วิธีการต่างๆ ที่ทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการที่จะเรียนรู้ เช่น นั่งสมาธิ ร้องเพลง

2. ระบุปัญหา เป็นการระบุปัญหาหรือสถาณการณ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแก้ปัญหา โดยผู้สอนอาจจัดหาหรือกำหนดสถาณการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นภาพที่จะสร้างหรือใช้นวัตกรรมมาช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนร่วมกันระดมสมองรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย โดยผู้สอนต้องเน้นย้ำให้ผู้เรียนใช้วิธีแก้ปัญหาอาศัยพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้ามาเกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

4. วางแผนดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาตามที่ออกแบบหรือวางแผนเอาไว้ ระหว่างการปฏิบัติผู้เรียนควรบันทึกความสำเร็จตามแผนและอุปสรรคและวิธีการแก้ไขและควรกำหนดเวลาที่ผู้เรียนต้องรายงานสรุปให้ผู้สอนทราบความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานเป็นระยะด้วย

5. ทดสอบและประเมินผล ผู้สอนควรให้ผู้เรียนระดมความคิดในการทดสอบผลงาน ควรจะทดสอบด้วยวิธีใด และใครเป็นผู้ทดสอบ ควรให้ผู้เรียนประเมินว่าได้ผลงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ มีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่

6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนควรเสนอแนะให้ผู้เรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นเป็นตอนตั้งแต่สถานการณ์ปัญหา การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหา การทดสอบ ผลการประเมิน การออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการใช้วิทยาศาสตร์

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดและการทำงานกันเป็นทีม

2. สร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ต้องมีเวลาที่เพียงพอสำหรับผู้เรียนในการทำกิจกรรมต่างๆ
2. ผู้สอนต้องมีการเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ เช่น เตรียมสื่อการเรียนรู้
3. ต้องใช้งบประมาณในการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้

จากวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้นทั้ง 3 วิธีการนั้น นำมาออกแบบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการกำหนดวัตถุประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจนในแผนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงมีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด โดยผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ว23101 วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 11 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 18 ชั่วโมง

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ใช้การประยุกต์การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E)

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา ในกรณีที่ไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอด้วยประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น อาจรวมทั้งการรับรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่นทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้าง

สถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

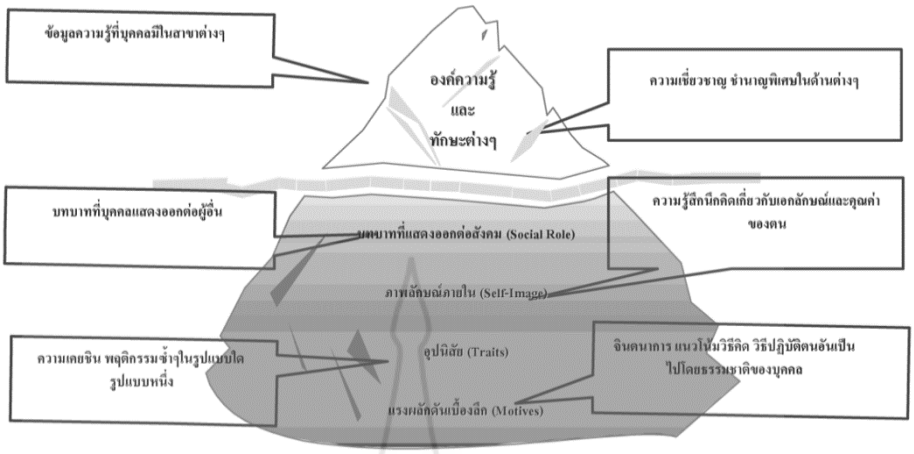
การจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ใช้การประยุกต์การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) เป็นวิธีการที่นิยมใช้แพร่หลายในการสอนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้นี้ในการจัดการเรียนรู้เป็นหลัก ซึ่งได้มาจากกระบวนการ PLC ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่รวมกันวิเคราะห์หลักสูตรและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ว23101 วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 18 ชั่วโมง

2. สมรรถนะ

2.1 ความหมายของสมรรถนะ

สมรรถนะ หรือในภาษาอังกฤษใช้คำว่า Competency ได้ถูกนิยามและให้คำจำกัดความหมายไว้แตกต่างกันตามความเข้าใจและการนำไปใช้ประโยชน์ โดยแนวคิดของสมรรถนะสามารถอธิบายด้วย โมเดลภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg model)



ภาพที่ 2.1 โมเดลภูเขาน้ำแข็ง

ที่มา : คู่มือสมรรถนะราชการพลเรือนไทย. (2548, น. 3)

จากภาพที่ 2.1 โมเดลภูเขาน้ำแข็ง สามารถอธิบายได้ว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลเปรียบเทียบได้กับภูเขาน้ำแข็ง โดยส่วนที่เห็นและสามารถพัฒนาได้ง่ายคือ ส่วนที่อยู่เหนือน้ำ ได้แก่ ความรู้ ทักษะ ความสามารถ ซึ่งคนส่วนใหญ่มองเห็น และส่วนที่อยู่ใต้น้ำ ได้แก่ แรงจูงใจ อุปนิสัย ภาพลักษณ์ภายใน บทบาทที่แสดงออกต่อสังคม ซึ่งส่วนนี้มีผลต่อพฤติกรรมในการทำงานเป็นอย่างมากและเป็นส่วนที่พัฒนาได้ยาก

แมคเคิลแลนด์ (McClelland, 1970 อ้างใน สุดหทัย รุจิรัตน์, 2558) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า สมรรถนะ ไว้ว่า คุณลักษณะ ที่ ซ่อนอยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้บุคคลสามารถสร้างผลการปฏิบัติงานในงานที่ตนรับผิดชอบให้สูงกว่า หรือเหนือกว่าเกณฑ์/เป้าหมายที่กำหนดไว้

สุดหทัย รุจิรัตน์ (2558) ได้ให้ความหมาย สมรรถนะ ไว้ว่า คุณลักษณะของบุคคล ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่ส่งผลให้การปฏิบัติงานบรรลุสำเร็จตามเป้าหมาย

ณชิตา หิรัญพิชา (2561) ได้ให้ความหมาย สมรรถนะ ไว้ว่า คุณลักษณะของบุคคลที่ประกอบด้วย ทักษะ ความรู้ ความสามารถ และ พฤติกรรมของบุคคล ที่จำเป็นต่อการสร้างผลการปฏิบัติงาน ทำให้ได้ผลงาน โดดเด่น หรือ เหนือกว่าเป้าหมายที่กำหนด

จากการศึกษาสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า สมรรถนะ หมายถึง ลักษณะของตัวบุคคลที่ประกอบไปด้วยความรู้ ทักษะ ความสามารถ ส่งผลต่อพฤติกรรมของบุคคลนั้น

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

PISA (2000, 2003) ได้ให้ความหมายของ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อระบุคำถามและลงข้อสรุปจากหลักฐานเพื่อทำความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับโลกธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

PISA 2006 Scientific Literacy การที่บุคคลนั้นมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการใช้ความรู้นั้นเพื่อ

1. ระบุคำถาม สร้างความรู้ใหม่ อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปจากหลักฐานเกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. เข้าใจคุณลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบขององค์ความรู้และการสืบเสาะของมนุษย์
3. รับรู้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางวัตถุทางปัญญาและวัฒนธรรม
4. เต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองที่คิดไตร่ตรอง

Scientific Literacy PISA (2012) ได้กล่าวถึง ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า การที่บุคคลมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และใช้ความรู้นั้นในการระบุคำถามเพื่อหาความรู้ใหม่อธิบายปรากฏการณ์และตัดสินเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

Scientific Literacy PISA (2015) ได้กล่าวถึง ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า ความสามารถในการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองที่คิดไตร่ตรอง

Scientific Literacy PISA (2018) ได้กล่าวถึง ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า ความสามารถในการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองที่คิดไตร่ตรอง โดยมีตัวบ่งชี้คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1.การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) 2.การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) 3.การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically)

ความหมายของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 จนถึงปี ค.ศ. 2018 จะเห็นได้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1. ความรู้ด้านเนื้อหา

2. ความรู้ด้านกระบวนการ 3. ความรู้เกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ ในการประเมินครั้งนี้จะเป็นใช้กรอบการประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ตามแนว PISA

โดยในการทดสอบ PISA ในอดีตที่ผ่านมา จนถึงปี 2018 คำว่า Scientific Literacy จะใช้คำศัพท์ภาษาไทยเป็น “การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์” แต่ในปัจจุบันได้มีการใช้คำว่า “ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์” แทน

3.2 ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

PISA ให้นิยามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ไว้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ บุคคลที่ได้ชื่อว่าฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้

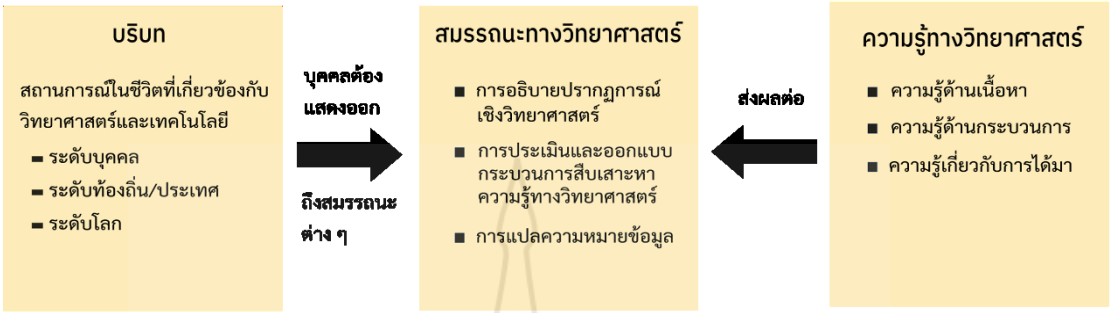
1. บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่ โดยความสัมพันธ์แสดงดังนี้

กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2.2 แสดงกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์

ที่มา : https://pisathailand.ipst.ac.th/.

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) สำหรับ PISA 2015 2018 2021 เพื่อให้เข้าใจความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จะกล่าวถึง ความสามารถที่แสดงถึงสมรรถนะแต่ละ ดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึ มีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และเทคโนโลยี

A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

A2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนความคิดเพื่อใช้ในการอธิบาย

A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้

A4 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้

A5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

B1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

B2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

B3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

B4 ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

B5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตรใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

C1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

C3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

C4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากสิ่งอื่น

C5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

พิริยาภรณ์ พิลาชัย (2560) ได้นำแนวคิดของ The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) มาใช้เนื่องจากเป็นผู้ที่ริเริ่มในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยได้ให้ความหมายของสมรรถนะ ไว้ว่า ความสามารถที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อระบุคำถามและสร้างข้อสรุปจากหลักฐานเพื่อที่จะเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและการเปลี่ยนแปลงของโลกจากการกระทำของมนุษย์

Scientific Literacy PISA 2018 ได้สรุปลักษณะของความสามารถทางวิทยาศาสตร์ 7 ระดับ ใน PISA 2018 ดังนี้

1. ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถทาภาระงานวิทยาศาสตร์ที่ยาก ๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์เกือบทุกข้อ สามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ และ โลกและอวกาศ มาสัมพันธ์กันได้ สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และความรู้ เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คาอธิบายทางทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย หรือทานายผลของเหตุการณ์ ในการตีความ แปลความข้อมูลและ ประจักษ์พยาน ก็สามารถแยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูลออกจากกันได้ และสามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับเรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่างของ ข้อโต้แย้งได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับข้อโต้แย้ง ใดเป็นความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น นักเรียนที่

ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสม ของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูลภาคสนาม หรือการจาลอง สถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจได้

2. ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถใช้กรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมากขึ้นได้ สามารถใช้กระบวนการความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มีความซับซ้อนในการประเมินการออกแบบ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เลือกวิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งและ สามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทานายผลได้ นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถประเมิน วิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจากัดในการแปล ความข้อมูล รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้

3. ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมมากขึ้น ซึ่งอาจ เป็นความรู้ที่มีให้หรือเป็นความรู้ที่จดจามาเอง เพื่อนามาใช้สร้างคาอธิบายในเหตุการณ์หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทาการทดลองเก็บข้อมูลที่มีตัวแปร อิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจากัด โดยสามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบ การทดลองโดยใช้ความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่ ระดับ 4 สามารถแปลความหมายข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนปานกลาง หรือบริบทที่ ไม่คุ้นเคย และสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยายออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้า และสามารถให้เหตุผลสาหรับการเลือกของตนเองได้

4. ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่มีความซับซ้อนปานกลาง เพื่อระบุบอก ประเด็นหรือสร้างคาอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคาอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้นาหรือตัวสนับสนุนที่ เหมาะสม สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหา ความรู้เพื่อดาเนินการทดลองอย่างง่ายในบริบทที่มีข้อจากัด นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถแยกแยะ อย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ (อธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตาม กระบวนการวิทยาศาสตร์) และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุประจักษ์พยาน เพื่อสนับสนุนคากล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์

5. ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการเบื้องต้นมาใช้เพื่อบอกถึงคาอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่พบได้ในชีวิตประจำวันเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อนมาก นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธีหาความรู้ เพื่อระบุปัญหาที่ สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์

6. ที่ระดับ 1a นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการเบื้องต้นในชีวิตประจาวัน เพื่อรับรู้หรือระบุคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการการคิดไม่มาก สามารถทาการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสอง ตัวแปรได้เมื่อมีตัวช่วยหรือการให้ความช่วยเหลือ สามารถระบุความสัมพันธ์หรือบอกถึงสาเหตุ แบบง่ายได้และแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อย นักเรียนที่ ระดับ 1a สามารถเลือกคาอธิบายที่ดีที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้อง ตรง ๆ กับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก

ที่ระดับ 1b นักเรียนสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เบื้องต้นในชีวิตประจำวัน เพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในบางแง่มุมที่คุ้นเคยหรือง่าย ๆ สามารถบอกแบบรูปอย่างง่าย ในชุดข้อมูล จาคาศัพท์หรือคาทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทาการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้

ที่ระดับ 2 ในด้านวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์มาตรฐานที่สำคัญสำหรับผลการประเมินของนักเรียน เพราะแสดงถึงระดับของผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนตามมาตรวัดของ PISA ที่นักเรียนอายุ 15 ปี เริ่มจะแสดง ให้เห็นถึงความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่จะทาให้สามารถมีส่วนร่วมในการสนทนาอภิปรายอย่าง มีเหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยที่ระดับ 2 นี้ เจตคติและความสามารถที่จำเป็นในการมี ส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพนั้นเพิ่งมีการประเมินในครั้งนี้ นักเรียนแสดงให้เห็นว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์เบื้องต้นในชีวิตประจาวันและมีความเข้าใจในการการสืบค้นทาง วิทยาศาสตร์เบื้องต้นซึ่งสามารถนามาใช้ในบริบทที่คุ้นเคย ที่ระดับนี้ ทักษะของนักเรียนเริ่มขยายไปสู่บริบท ที่ไม่ค่อยคุ้นเคยและไปสู่ความรู้และความเข้าใจที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในระดับความสามารถที่สูงขึ้น

ระดับ 2 ไม่ใช่เป็นเกณฑ์เริ่มต้นของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดย PISA มองว่าความฉลาดรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ไม่ใช่คุณลักษณะที่นักเรียนคนหนึ่งจะมีหรือไม่มี แต่เป็นกลุ่มของทักษะที่สามารถมีในระดับ มากหรือน้อย และไม่ถือว่าเป็นระดับที่ “เพียงพอ” สาหรับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ อย่างยิ่งไม่ใช่สาหรับผู้ที่จะประกอบอาชีพที่ต้องอาศัยความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีรากฐาน จากวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ระดับ 2 ก็ถือว่าเป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนต้องได้รับการส่งเสริมให้เข้า มามีส่วนร่วมกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์แม้เป็นบริบทที่คุ้นเคยก็ตาม ด้วยเหตุผลนี้ในรายงานนี้จึงถือว่า นักเรียนที่แสดงความสามารถต่ำกว่าระดับ 2 เป็น “นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ”

ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับ2 นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการ เบื้องต้นมาใช้เพื่อบอกถึงคาอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบ การทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่พบได้ในชีวิตประจาวันเพื่อบอก ข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อนมากได้ นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธีหาความรู้เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับ 2 ถือเป็นระดับที่นักเรียนเริ่มแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถ ในการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยค่าเฉลี่ยของ ประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียน 78% ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป โดย ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่มีนักเรียนมากกว่า 90% มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ได้แก่ จีนสี่มณฑล(B-S-J-Z) (97.9%) มาเก๊า (94.0%) เอสโตเนีย (91.2%) และสิงคโปร์ (91.0%) ในขณะที่สาธารณรัฐโดมินิกันมีนักเรียนกลุ่มนี้เพียง 15% และนักเรียนจำนวนน้อย (มากกว่า 20% แต่ไม่เกิน 50%) ในอีก 15 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่มีความสามารถถึงระดับนี้ สาหรับไทยมีนักเรียน 56% ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าเมื่ออธิบายพฤติกรรมภาพรวมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยพิจารณาจากร้อยละของคะแนนรวมทั้งหมดของ PISA (พิริยาภรณ์ พิลาชัย, 2560)

ระดับที่ 6 ต้องมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70.8 คะแนน
ระดับที่ 5 ต้องมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 73.3 คะแนน
ระดับที่ 4 ต้องมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 55.9 คะแนน
ระดับที่ 3 ต้องมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 48.4 คะแนน
ระดับที่ 2 ต้องมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 41.0 คะแนน
ระดับที่ 1 ต้องมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33.5 คะแนน

3.3 การสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำข้อสอบ PISA ที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้เผยแพร่แล้วโดยเลือกข้อคำถามที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งข้อสอบจะทั้งแบบ ข้อสอบเลือกตอบ ข้อสอบเลือกตอบแบบเชิงซ้อน ข้อสอบแบบเปิดหรือตอบอิสระ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึง ข้อสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่า ข้อสอบแต่ละหน่วยจะประกอบไปด้วยสถานการณ์ของข้อสอบ อาจจะเป็นในรูปแบบข้อเขียนสั้นๆ เนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟ ประกอบ ตัวข้อสอบหรือคำถาม แต่ละหน่วยสอบอาจมีคำถาม 4 ข้อ ที่ประเมินความรู้วิทยาศาสตร์หรือความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเกือบทุกหน่วยจะประเมินมากกว่า 1 สมรรถนะ และตามที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน การทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

การตรวจให้คะแนน

1. ข้อสอบประเภทเลือกตอบอิสระ มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว คือ มีคะแนนกับไม่มีคะแนน

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง

2. ข้อสอบประเภทเลือกตอบเชิงซ้อน มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว คือ มีคะแนนกับไม่มีคะแนน

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง

3. ข้อสอบประเภทเขียนตอบอิสระ จะมีคะแนนบางส่วน ให้ด้วยสำหรับการตอบที่มีส่วนถูกบ้าง หรือมีการให้เหตุผลบางอย่างที่สอดคล้องกับคำอธิบาย แต่ไม่ถูกทั้งหมด โดยจะแยกคำตอบของนักเรียนออกเป็น สามอย่างด้วยกัน คือ คะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน และไม่มีคะแนน

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง ตอบไม่ตรงคำถาม หรือไม่ได้ตอบคำถาม

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินสมรรถนะข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยมีการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด กับ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกันแสดงดังตาราง

ตารางที่ 2.4 วิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด กับ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
ว 2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ	A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1 / A2 / A3 C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1 / C2 / C3
ว 2.1 ม.3/4 อธิบายกฎทรงมวล โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1 / A3 B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B1 / B2 / B3 / B4 / B5 C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/ C2 / C3

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

มาตรฐานและตัวชี้วัด		สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
ว 2.1 ม.3/5	วิเคราะห์ปฏิกิริยาดูดความร้อนและปฏิกิริยาคายความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา	A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1 / A3 B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B1 / B2 / B3 / B4 C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1 / C2 / C3
ว 2.1 ม.3/6	อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว	A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1 / A2 / A3 B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B1 / B2 / B3 / B4 C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/ C2 / C3
ว 2.1 ม.3/7	ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีป้องกันและแก้ปัญหาจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน จากการสืบค้นข้อมูล	A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1 / A3 C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1 / C2 / C3
ว 2.1 ม.3/8	ออกแบบวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1 / A3 B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B1 / B2 / B3 / B4 C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1 / C2 / C3

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินสมรรถนะข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยมีการตรวจสอบความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ หลักการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเก็บข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2564)

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประเด็นหรือตัวแปรที่จะเก็บข้อมูล

2. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาสาระที่จะนำมากำหนดเป็นประเด็นหรือตัวแปรการศึกษาให้ชัดเจน

3. นิยามศัพท์หรือให้ความหมายตัวแปรที่จะศึกษา

4. เขียนข้อคำถามตามประเด็นหรือตัวแปรที่กำหนดไว้

5. จัดพิมพ์ข้อคำถามเป็นเครื่องมือทั้งฉบับ และจัดทำแบบประเมินข้อคำถามนั้น

6. นำแบบประเมินข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของข้อความโดยผู้เชี่ยวชาญที่จะช่วยให้ตรวจสอบนั้น ควรมีหลักเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกจากความเป็นผู้รู้และหรือผู้มีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวนั้น

7. นำข้อคำถามที่ได้รับการพิจารณาตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of congruence : IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามนั้นเป็นรายข้อ แล้วนำผลค่า IOC แต่ละข้อมาพิจารณาว่าได้ค่าเป็นไปตามเกณฑ์ IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 หรือไม่ ถ้าได้ค่าตามเกณฑ์นี้ก็แสดงว่าข้อคำถามนั้นๆมีความตรงเชิงเนื้อหา ถามได้ตรงกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา แต่ถ้าได้ค่า IOC ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดก็ควรทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิหรือตัดออกไป

8. จัดพิมพ์ข้อคำถามทั้งที่ปรับแก้แล้วและข้อที่ได้ตามเกณฑ์เป็นเครื่องมือทั้งฉบับแล้วนำไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องเป็นผู้ถูกใช้เครื่องมือเครื่องตรวจสอบคุณภาพตัวอื่นๆ ต่อไป เช่น ค่าความเที่ยง (reliability) ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (item difficulty and discrimination) ของเครื่องมือฉบับนั้นๆ

โดยการสร้างแบบประเมินนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการคัดเลือกข้อคำถามจากคลังข้อสอบ PISA ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนำมาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยการหาความตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์

4.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งจากไม่เคยกระทำ หรือกระทำได้น้อยมาก่อนที่จะมีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ระบุไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) เป็นผลการเรียนรู้ตาม แผนที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งเกิดจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนในช่วงเวลาหนึ่งที่ผ่านมาใช้แบบทดสอบในการวัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น สิ่งที่มุ่งหวังจึงเป็นความรู้หรือทักษะบางประการ (โดยมากเป็นทักษะทางสมองหรือความคิด) ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ว่า คือผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะเกี่ยวกับการคิดสามารถวัดได้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ล่วงหน้า

4.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 8) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการประเมินการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิดแบ่งได้ 4 ด้าน ได้แก่

1. ความรู้ความจำเป็นพฤติกรรมที่นักเรียนสามารถจดจำคำศัพท์ ข้อเท็จจริง แนวความคิดกระบวนการหลักการทฤษฎีต่างๆ

2. ความเข้าใจเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความสามารถในการอธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับคำศัพท์ข้อเท็จจริงแนวความคิดกระบวนการหลักการทฤษฎีต่าง ๆ

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านความสามารถในการสังเกตการวัดการมองเห็นปัญหาการหาวิธีที่ใช้แก้ปัญหาการแปลความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา

ชวนิโรจน์ พจน์ประบุญ (2558) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นการมุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้โดยอาศัยความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว

หนึ่งฤทัย แสงหนึ่ง (2562) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นคุณลักษณะ ความสามารถ และประสบการณ์ของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการคิดกระทำอย่างมีระบบโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดได้จากประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ที่เป็นระบบ

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

พวงรัตน์ ทวีรัตน์(2543, น. 96) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็น ข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

จากที่กล่าวมาข้างต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ หรือความสามารถต่างๆ ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

4.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้คิด หมายถึงความรู้ในหลักการ ทฤษฎีข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลักแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้และระลึกถึงข้อมูลหรือสาระสนเทศ

1.2 ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้

1.3 การนำไปใช้คือการนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

1.4 การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนและเข้าใจง่าย

1.5 การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริง เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

1.6 การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน

2.1 ด้านทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การรับรู้เตรียมความพร้อม การตอบสนองการฝึกฝนการปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ

2.2 กระบวนการเรียนรู้ได้แก่การสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

3. เจตคติหมายถึงจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ด้าน

3.1 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพิจารณาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถเปรียบเทียบองค์ประกอบของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2545, น. 135-161)

1. ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมี ความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้ว เข้าใจตรงกัน

4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่ สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้ หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ ง่ายเกินไป

6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั่งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆ ตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงความ เชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ถามลึก มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี แบบเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ

โดยจำแนกตาม Bloom ด้านพุทธิพิสัย คือ ความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ โดยมีการสร้างและตรวจสอบความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ

4.4 มาตรฐานและตัวชี้วัด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ มาตรฐานและตัวชี้วัด กับ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการศึกษา ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

มาตรฐานที่ใช้ในการวิจัยครั้งที่ จำนวน 1 มาตรฐาน มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี มาตรฐานที่ 2.1 มีตัวชี้วัดทั้งหมด 6 ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารการเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ว 2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ

2. ว 2.1 ม.3/4 อธิบายกฎทรงมวล โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

3. ว 2.1 ม.3/5 วิเคราะห์ปฏิกิริยาดูดความร้อน และปฏิกิริยาคายความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา

4. ว 2.1 ม.3/6 อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว

5. ว 2.1 ม.3/7 ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีป้องกันและแก้ปัญหาจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน จากการสืบค้นข้อมูล

6. ว 2.1 ม.3/8 ออกแบบวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

ตารางที่ 2.5 วิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ที่	มาตรฐานและตัวชี้วัด	ลักษณะแบบทดสอบ	
		ระดับที่วัด	จำนวนข้อ
1	ว 2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ	ความรู้ความจำ	2
		ความเข้าใจ	3
2	ว 2.1 ม.3/4 อธิบายกฎทรงมวล โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	ความเข้าใจ	5
3	ว 2.1 ม.3/5 วิเคราะห์ปฏิกิริยาดูดความร้อน และปฏิกิริยาคายความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา	ความเข้าใจ	5
4	ว 2.1 ม.3/6 อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว	ความรู้ความจำ	2
		ความเข้าใจ	2
		การนำไปใช้	1
5	ว 2.1 ม.3/7 ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีป้องกันและแก้ปัญหาจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันจากการสืบค้นข้อมูล	ความรู้ความจำ	2
		การนำไปใช้	3
6	ว 2.1 ม.3/8 ออกแบบวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	วิเคราะห์	5

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

พจีพร ศรีแก้ว (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับเกม เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเกมมีประสิทธิภาพ 81.13/80.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับเกมอยู่ในระดับมาก

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องโครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกล่าวถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง ไว้ว่า การเรียนรู้และเข้าใจแบบจำลองจึงเป็นหัวใจสำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากการนำแบบจำลองมาใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์แทบทุกสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาเคมี มีการใช้แบบจำลองที่หลากหลายทั้งนี้เพราะเนื้อหาวิชาเคมีส่วนใหญ่ค่อนข้างซับซ้อนยากต่อการทำความเข้าใจ แต่หากนักเรียนเข้าใจแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองก็จะสามารถเข้าใจแนวคิดในวิชาเคมีได้ง่ายขึ้น ผลการศึกษาพบว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องและสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลอง

ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2562) ได้ทำวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบนพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้เทคโนโลยีค้นคว้าหาข้อมูลและออกแบบผลงานโดยนักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบและคิดวิธีการแก้ปัญหาตามสภาพจริง ลงมือปฏิบัติทดลองผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ การทดสอบผลิตภัณฑ์ และนำเสนอผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ได้ และเมื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาและรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนของทั้งสองรูปแบบการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเฉลี่ยก่อนเรียน และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ทั้งสองรูปแบบไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบนั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้

พิริยาภรณ์ พิลาชัย (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ โดยผู้วิจัยได้มีการกำหนดขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 วิเคราะห์และกำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสืบค้นหลักฐาน ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์และสังเคราะห์หลักฐาน ขั้นที่ 4 การประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นที่ 5 ประเมินผลหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 วงจรปฏิบัติการ พบว่ามีคะแนนสมรรถนะเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ร้อยละ 60.12 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ร้อยละ 71.46 วงจรปฏิบัติการที่ 3 ร้อยละ 77.73 วงจรปฏิบัติการที่ 4 ร้อยละ 79.96 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ราตรี ยะคำ, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวดชัยสิทธิ์ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิจัยปฏิบัติการเพื่อการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีสมรรถนะหลังเรียน(66.27%) สูงกว่าก่อนเรียน (16.85%) และนักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะในวงจรที่ 1 2 และ 3 เพิ่มขึ้นตามลำดับ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ฟอร์เบส และคณะ (Forbes et al. 2020, pp. 783-806) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และผลการทดสอบใน PISA 2015 โดยใช้ข้อมูลของประเทศที่มีคะแนนผลการทดสอบอยู่ในระดับปานกลาง 13 ประเทศ โดยมีทั้งกลุ่มประเทศที่มีผลทดสอบสูงกว่าค่าเฉลี่ย เท่ากับค่าเฉลี่ย และต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ของ OECD และใช้การวิเคราะห์รูปแบบ Latent Profile Analysis (LPA) โดยการสอบถามเมื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีผลการทดสอบระดับสูงและระดับต่ำ เกี่ยวกับประสบการณ์ในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ข้อค้นพบที่แสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 กลุ่มต่างกันคือ ความถี่ของประสบการณ์ที่ได้รับและลักษณะการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งในกลุ่มประเทศเหล่านี้ก็ได้มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลักษณะสืบเสาะอยู่ในระดับสูงทั้งหมด โดยในกลุ่มนักเรียนที่มีผลการทดสอบระดับสูงในแต่ละประเทศ จะมีประสบการณ์รูปแบบการสืบเสาะที่ต่างกัน เช่น นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองเกือบทุกบทเรียนในโรมาเนีย ส่วนในเกาหลีได้อธิบายแนวคิดของตนเองในบางบทเรียน หรือในฝรั่งเศสนักเรียนได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเองไม่กี่บทเรียนแต่ใช้เวลาไปกับการทดลองในหลายบทเรียน ในขณะที่นักเรียนในบัลกาเรีย ใช้เวลาในการทำการทดลองและออกแบบการทดลองไม่กี่บทเรียน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะเกี่ยวข้องกับนักเรียนที่มีผลการทดสอบในระดับสูงที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศ

เจียง เฟิง แมคโคมาส (Jiang, Feng McComas, William F., 2015, pp. 554-576) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ในด้านผลการทดสอบ และทัศนคติ โดยใช้หลักฐานการวิเคราะห์ข้อมูลของ PISA พบข้อสรุปที่น่าสนใจ คือระดับการสอนแบบสืบเสาะในระดับปานกลางจะมีประสิทธิภาพมากกว่าในแง่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ อาจอธิบายได้ว่าการสอนแบสืบเสาะขั้นสูงจะใช้เวลามากกว่าการสอนสืบเสาะแบบขั้นต่ำ นักการศึกษาทราบดีว่าการสอนแบบ

สืบเสาะเป็นการสอนที่มีความซับซ้อนสูงและไม่สามารถนำมาใช้ได้เท่าเทียมกันในทุกสถานการณ์ได้ ครูวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถจะเข้าใจดีว่าควรปรับใช้การสืบเสาะให้อย่างไรให้เหมาะกับสถานการณ์ โดยคำนึงถึงจุดอ่อนและจุดแข็งของแต่ละระดับการสืบเสาะ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทเนื้อหาและผู้เรียน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐ-บุตรบำเพ็ญ ปีการศึกษา 2565 จำนวน 16 ห้องเรียน จำนวน 637 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐ-บุตรบำเพ็ญ ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 66 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน ที่ได้รับจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียนจำนวน 32 คน ที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ 5 ซึ่งมีทั้งหมด 10 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1.1 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 วิชาวิทยาศาสตร์ มาตรฐานและตัวชี้วัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ จุดประสงค์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา

แผนการจัดการเรียนรู้	**มาตรฐานและตัวชี้วัดและกิจกรรม**	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์**
แผน 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี (2 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/3 (แบบจำลองเป็นฐาน)	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายโดยใช้สมการข้อความได้ (P) 3. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1/A3 - C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/C2/C3
แผน 2 แบบจำลองจากสมการข้อความ(2 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/3 (แบบจำลองเป็นฐาน)	1. นักเรียนสามารถอธิบายการจัดการเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P) 3. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1/A2/A3 - C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/C2/C3
แผน 3 กฎทรงมวล (2 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/4 (การสืบเสาะหาความรู้ 5E)	1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวลได้ (K) 2. นักเรียนสามารถออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกฎทรงมวลได้ (P) 3. นักเรียนสามารถคำนวณมวลของสารก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1/A3 - B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B1/B2/B3/B4

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	มาตรฐานและตัวชี้วัดและกิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
		4. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	
แผน 4 สืบค้นกฎทรงมวล (2 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/4 (การสืบเสาะหาความรู้ 5E)	1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวลโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (K) 2. นักเรียนสามารถประเมินวิธีการสืบเสาะเรื่องกฎทรงมวล (P) 3. นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (P) 4. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1 - B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B4/B5 - C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/C2/C3
แผน 5 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี (2 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/5 (การสืบเสาะหาความรู้ 5E)	1. นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างของปฏิกิริยาดูดความร้อนและปฏิกิริยาคายความร้อนได้ (K) 2. นักเรียนสามารถจำแนกปฏิกิริยาดูดความร้อน และปฏิกิริยาคายความร้อนได้ (P) 3. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1/A3 - B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B1/B2/B3/B4

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	มาตรฐานและตัวชี้วัดและกิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
แผน 6 ประโยชน์ปฏิกิริยาดูดความร้อนและคายความร้อน (1 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/5 (การสืบเสาะหาความรู้ 5E)	1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเภทของปฏิกิริยาเคมีได้ (K) 2. นักเรียนสามารถอธิบายประเภทของปฏิกิริยาโดยใช้ข้อมูลหลักฐาน และประจักษ์พยานได้ (P) 3. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1 - C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/C2/C3
แผน 7 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ตอน 1 (1 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/6 (การสืบเสาะหาความรู้ 5E)	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้ (K) 2. นักเรียนสามารถทดลองการเกิดปฏิกิริยาเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ (P) 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1/A2/A3 - B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B1/B2/B3/B4 - C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/C2/C3

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	มาตรฐานและตัวชี้วัดและกิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
แผน 8 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ตอน 2 (1 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/6 (การสืบเสาะหาความรู้ 5E)	1. นักเรียนสามารถอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสืบค้น เพื่อสร้างคำอธิบาย แปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (P) 3. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1/A2/A3 - C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/C2/C3
แผน 9 ประโยชน์และโทษของการเกิดปฏิกิริยาเคมี (2 ชั่วโมง)	ว 2.1 ม.3/7 (การสืบเสาะหาความรู้ 5E)	1. นักเรียนสามารถระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (K) 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างวิธีป้องกันและแก้ปัญหาจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน (K) 3. นักเรียนสามารถสืบค้นและอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (P) 4. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1/ A3 - C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/C2/C3

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	มาตรฐานและตัวชี้วัดและกิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
แผน 10 ออกแบบนวัตกรรมปฏิกิริยาเคมี (3 ชั่วโมง)	ว 2.1 ม.3/8 (สะเต็มศึกษา)	1. นักเรียนสามารถอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรมหรือวิธีแก้ปัญหาในกิจกรรมได้ (K) 2. นักเรียนสามารถออกแบบวิธีแก้ปัญหาในกิจกรรม โดยใช้การบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ได้ (P) 3. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ A1/ /A3 - B การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ B1/B2/B3/B4 - C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ C1/C2/C3

2.1.2 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 10 แผน รวม 18 ชั่วโมง

2.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้และหน่วยการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แบบประเมินตามระดับคุณภาพ 5 ระดับ

ระดับคะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับคะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับคุณภาพดี
ระดับคะแนน 2.51 – 2.50 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับคะแนน 1.51– 2.50 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับคะแนน 1.00– 1.50 หมายถึง ระดับคุณภาพควรปรับปรุงแก้ไข

2.1.4 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ และหน่วยการเรียนรู้ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ โดยกำหนดให้คะแนนความคิดเห็นต้องมีค่า 3.51 ขึ้นไปอยู่ในระดับคุณภาพดี ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการ

เรียนรู้ปรากฏว่า มีค่าเฉลี่ย 4.71 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และผลการประเมินหน่วยการจัดการเรียนรู้ปรากฏว่า มีค่าเฉลี่ย 4.75 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่สอนแบบปกติ

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ 5 ซึ่งมีทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.2.1 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 วิชาวิทยาศาสตร์ มาตรฐานและตัวชี้วัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้จุดประสงค์

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	**มาตรฐานและตัวชี้วัด**	**จุดประสงค์การเรียนรู้**
แผน 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี (3 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/3	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K) 2. นักเรียนสามารถจำแนกสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเคมีได้ (P) 3. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P) 4. นักเรียนสามารถดุลสมการของการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P) 5. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P) 6. นักเรียนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (P) 7. นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
แผน 2 กฎทรงมวล (3 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/4	1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวลได้ (K) 2. นักเรียนสามารถคำนวณมวลของสารก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P) 3. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P) 4. นักเรียนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (P) 5. นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	มาตรฐานและตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
แผน 3 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี (3 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/5	1. นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างของปฏิกิริยาดูดความร้อน และปฏิกิริยาคายความร้อนได้ (K) 2. นักเรียนสามารถจำแนกปฏิกิริยาดูดความร้อนและปฏิกิริยาคายความร้อนได้ (P) 3. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P) 4. นักเรียนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (P) 5. นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
แผน 4 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน 1 (3 ชั่วโมง)	ว.2.1 ม.3/6	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันได้ (P) 3. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P) 4. นักเรียนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (P) 5. นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
แผน 5 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน 2 (3 ชั่วโมง)	ว 2.1 ม.3/7	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันได้ (P) 3. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P) 4. นักเรียนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (P) 5. นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	มาตรฐาน และตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
แผน 6 ออกแบบนวัตกรรม ปฏิกิริยาเคมี	ว 2.1 ม.3/8	1. นักเรียนสามารถอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรม หรือวิธีแก้ปัญหาในกิจกรรมได้ (K) 2. นักเรียนสามารถออกแบบวิธีแก้ปัญหาในกิจกรรม โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีได้ (P) 3. นักเรียนสามารถออกแบบวิธีแก้ปัญหาในกิจกรรม โดยใช้การบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ได้ (P) 4. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (P) 5. นักเรียนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (P) 6. นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

2.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผน รวม 18 ชั่วโมง

2.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้และหน่วยการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แบบประเมินตามระดับคุณภาพ 5 ระดับ

ระดับคะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับคะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับคุณภาพดี
ระดับคะแนน 2.51 – 2.50 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับคะแนน 1.51– 2.50 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับคะแนน 1.00– 1.50 หมายถึง ระดับคุณภาพควรปรับปรุงแก้ไข

2.2.4 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ และหน่วยการเรียนรู้ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ โดยกำหนดให้คะแนนความคิดเห็นต้องมีค่า 3.51 ขึ้นไปอยู่ในระดับคุณภาพดี ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ปรากฏว่า มีค่าเฉลี่ย 4.67 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และผลการประเมินหน่วยการจัดการเรียนรู้ปรากฏว่า มีค่าเฉลี่ย 4.75 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

มีการดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.3.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จากหนังสือ คู่มือเรียน เอกสารและงานวิจัยต่างๆ

2.3.2 วิเคราะห์เนื้อหา มาตรฐานและตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้นำมาสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

2.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 40 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหา

2.3.4 นำข้อสอบที่คัดเลือกแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและจุดประสงค์ (IOC) จากนั้นผู้วิจัยนำข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาใช้ทดลอง

2.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปทดลองใช้ Try-out กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาก่อนแล้ว

2.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้แล้วมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) โดยคัดเอาเฉพาะข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เพื่อคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ได้แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.58 - 0.79 และค่าอำนาจการจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.30 - 0.79

2.3.7 คัดเลือกข้อสอบนำไปใช้ทดลอง จำนวน 30 ข้อ ไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 0.95

2.4 แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

มีการดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.4.1 ศึกษาลักษณะแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง PISA จากเอกสารอ้างอิง

2.4.2 คัดเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบ PISA ที่เกี่ยวข้องกับสาระวิชา ให้ครอบคลุมทุกสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

2.4.3 นำข้อสอบที่คัดเลือกแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและจุดประสงค์ (IOC) จากนั้นผู้วิจัยนำข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาใช้เป็นเครื่องมือวัดสมรรถนะ

2.4.4 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ Try-out กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาก่อนแล้ว

2.4.5 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้แล้วมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) โดยคัดเอาเฉพาะข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เพื่อคัดเลือกข้อสอบจำนวน 17 ข้อ ได้แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.45 - 0.80 และค่าอำนาจการจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.22 - 0.68

2.4.6 คัดเลือกข้อสอบนำไปใช้ทดลอง จำนวน 17 ข้อ ไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟ่า ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 0.82

3. การเก็บรวมรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ดังนี้

3.1 ก่อนการดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้เตรียมความพร้อมในกับกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มปกติ โดยได้ทำความเข้าใจในการมาเข้าเรียนครบตามเกณฑ์ มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงชิ้นงาน ภาระงานที่ต้องส่งตามกำหนด

3.2 ทดสอบก่อนเรียน Pre-test กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3.3 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลองและการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มปกติ เวลา 18 ชั่วโมง

3.4 หลังจากดำเนินการสอนทุกแผนแล้ว ทดสอบหลังเรียน Post-test กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีการดำเนินการดังนี้

4.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent sample)

4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Independent sample)

4.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Dependent sample)

4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Dependent sample)

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติพื้นฐาน

5.1.1 ค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน ($\overline{X}$) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

สูตร $$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

5.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

5.2.1 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา จะวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruence : IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (หรือผู้ทรงคุณวุฒิ) ที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สูตร ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2564)

สูตร $$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามข้อนั้นๆ

Σ แทน การรวม

R แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยที่
ถ้าเห็นด้วย มีค่าเท่ากับ 1.00 คะแนน
ถ้าไม่แน่ใจ มีค่าเท่ากับ 0.00 คะแนน
ถ้าไม่เห็นด้วย มีค่าเท่ากับ -1.00 คะแนน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5.2.2 หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดังนี้

สูตร $p = \frac{p_H + p_L}{2n}$

$r = \frac{p_H - p_L}{n}$

เมื่อ p_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

p_L แทน จำนวนนักเรียนตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

5.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ Kuder - Richardson โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder – Richardson

สูตร $r_{tt} = \frac{N}{N-1}\left[1-\frac{\Sigma pq}{s_t^2}\right]$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

N แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ คือ 1- p

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

5.2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α- Coefficient) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\propto = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-test dependent or t-test pair sample) มีสูตรการวิเคราะห์ ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2564)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \sum D^2}{N-1}}}$$

$$df = N - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที

D แทน ผลต่างระหว่างข้อมูลแต่ละคู่

D^2 แทน กำลังของผลต่างระหว่างข้อมูลแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่ของข้อมูล (หรือจำนวนคน)

df แทน องศาหรือชั้นความเป็นอิสระ

5.3.2 สถิติทดสอบทีแบบอิสระ (t-test for independent sample) มีสูตรการวิเคราะห์ ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2564)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(s_p^2/n_1) + (s_p^2/n_2)}}$$

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

s_p^2 แทน ความแปรปรวนรวม (Pooled variance)

n1, n2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แล้วนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ซึ่งได้วิเคราะห์ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ

ตารางที่ 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ

การทดสอบ	n	*M*	*SD*	t	p
กลุ่มปกติ	32	21.44	3.49	0.46	.65
กลุ่มทดลอง	34	21.06	3.21		

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ โดยหลังเรียนกลุ่มปกติมีคะแนนเฉลี่ย 21.44 ส่วนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 21.06 เมื่อทดสอบค่าที พบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ

ตารางที่ 4.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ

การทดสอบ	n	*M*	*SD*	t	p
กลุ่มปกติ	32	15.06	2.15	8.30*	.00
กลุ่มทดลอง	34	20.91	3.40		

**p < .05*

จากตารางที่ 4 .2 พบว่าคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ โดยหลังเรียนกลุ่มปกติมีคะแนนเฉลี่ย 15.06 ส่วนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 20.91 เมื่อทดสอบค่าที พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การทดสอบ	n	*M*	*SD*	t	p
ก่อนเรียน	34	10.97	2.30	17.69*	.00
หลังเรียน	34	21.06	3.21		

**p < .05*

จากตารางที่ 4.3 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 10.97 คะแนน และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 21.06 คะแนน เมื่อทดสอบค่าที พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.4 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การทดสอบ	n	*M*	*SD*	t	p
ก่อนเรียน	34	11.71	2.18	23.96*	.00
หลังเรียน	34	20.91	3.40		

**p < .05*

จากตารางที่ 4.4 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเฉลี่ย 11.71 คะแนน และหลังเรียนเฉลี่ย 20.91 คะแนน เมื่อทดสอบค่าที พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ 2) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 4) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบเน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1. สรุปการวิจัย

1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ ไม่แตกต่างกัน

1.2 คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการออกแบบกิจกรรมในรูปแบบปกติจะเป็นการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่มีการทำการทดลองเพื่อยืนยันข้อมูล หรือมีการคาดการณ์คำตอบไว้ล่วงหน้า ทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสแสดงศักยภาพในการสืบเสาะด้วยตนเองเท่าที่ควร แต่ก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระวิชาตามหลักสูตรกำหนดได้ เมื่อพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่แตกต่างจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้ โดยการเรียนรู้แต่ละรูปแบบก็มีข้อจำกัดและข้อดีแตกต่างกัน จึงไม่อาจตอบสนองการเรียนรู้ในทุกด้านพร้อมกันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2562) การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาและรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนของทั้งสองรูปแบบการจัดการเรียนรู้สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียน และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ทั้งสองรูปแบบไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ทั้งรูปแบบสะเต็มศึกษาและรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้

2.2 เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการออกแบบกิจกรรมและเลือกใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตรงตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา ครบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้เหมาะสมกับมาตรฐานและตัวชี้วัด เน้นให้นักเรียนได้คิด ออกแบบการสืบเสาะ ลงมือปฏิบัติ จนถึงอภิปรายให้เหตุผลเพื่อลงข้อสรุปมากกว่าการที่ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อยืนยันข้อมูล จึงกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ควรจะตรงมากเกินไป เช่น การทดลองง่ายๆ ที่มีการสังเกตและตั้งเป้าหมายการสังเกตไว้ล่วงหน้าหรือการสาธิตอย่างง่ายมุ่งเน้นที่จะยืนยันแนวคิดเดิม (ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ, 2562) สอดคล้องกับงานวิจัยของ

รัชฎา ศิลมั่น (2552) ได้ประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยทั้ง 3 องค์ประกอบเพิ่มขึ้น และงานวิจัยของ จุฑามาศ กันทะวัง (2563) นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป ประกอบกับ งานวิจัยของ พัทธดนย์ อุดมสันต, ธิติยา บงกชเพชร และทนงศักดิ์ โนไชยา (2562, น. 118-130) การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด (ร้อยละ 71.83) สมรรถนะการประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์(ร้อยละ66.67) และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 56.99) ตามลำดับ ครบทั้ง 3 ด้านของสรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการที่หลากหลาย เนื่องจากเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความหลากหลาย จึงเลือกใช้วิธีการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและสมรรถนะที่ต้องการพัฒนา โดยมีวิธีการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 3 วิธีการ ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้ (5E) เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะทำการทดลองที่ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ และการแปลความหมายข้อมูลได้ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บันทึกตรวจสอบสิ่งที่เรียนรู้ทำให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา เนื่องจากการทำการจัดการเรียนรู้แบบเน้นสมรรถนะนั้นในแต่ละขั้นจะต้องใช้เวลาให้เหมาะสมและผู้สอนต้องมีทักษะการใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายจึงจะทำให้ผู้เรียนได้แสดงออกเชิงพฤติกรรม ตลอดจนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีบุญตา โจมศรี (2554) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำให้เกิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากเมื่อพิจารณาแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่าผู้วิจัยได้เลือกการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด โดยระบุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนาให้เหมาะสมกับตัวชี้วัด โดยมีการสะท้อนออกมาจากพฤติกรรมการเรียนรู้

2. การใช้แบบจำลองเป็นฐาน การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบนี้ในแผน 2 แบบจำลองจากสมการข้อความ โดยใช้สื่ออุปกรณ์ คือ ดินน้ำมันสีต่างๆ กับแท่งพลาสติก ให้การสร้างแบบจำลองและนำมา

แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน โดยให้เพื่อนประเมินเพื่อนถึงความเหมาะสม ความถูกต้อง การนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจแบบจำลองได้ จะเห็นได้ในการสร้างแบบจำลองหนึ่งๆ ในคาบเรียนสามารถทำให้ผู้เรียนเกิด สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จนการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ (2558) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ช่วยให้ผู้เรียนได้มีแบบจำลองทางความคิดและเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยครูผู้สอนก็มีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลอง และเห็นถึงความสำคัญของแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรมก็สามารถใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานได้ดี เช่น ดาราศาสตร์ ชีววิทยา หรือฟิสิกส์ โดยเฉพาะเนื้อหาเคมี มีการใช้แบบจำลองที่หลากหลายทั้งนี้เพราะเนื้อหาวิชาเคมีส่วนใหญ่ค่อนข้างซับซ้อนยากต่อการทำความเข้าใจ แต่หากนักเรียนเข้าใจแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองก็จะสามารถเข้าใจแนวคิดในวิชาเคมีได้ง่ายขึ้น

3. สะเต็มศึกษา ในการการบูรณาการองค์ความรู้ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบนี้ในแผน 10 ออกแบบนวัตกรรมปฏิกิริยาเคมี โดยตัวชี้วัด ว 2.1 ม.3/8 ได้ระบุว่า ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสามารถบูรณาการกับคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อใช้ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามต้องการ หรืออาจสร้างนวัตกรรมเพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี ซึ่งผู้สอนได้นำความรู้ในชีวิตประจำวันคือการผลิตสบู่ โดยผู้เรียนทำงานร่วมกันตั้งแต่ ระบุปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับสบู่ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยหาข้อมูลพื้นฐานของสบู่ประเภทต่างๆ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานที่นักเรียนสามารถดำเนินได้ โดยมีการวางแผนดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน ไปสู่การทดสอบ ประเมินและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน จนถึงการนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองเพื่ออภิปรายจุดเด่นจุดด้อยของผลิตภัณฑ์ และยังบูรณาการกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านมาแล้วในเรื่องวัสดุรอบตัว เกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่และความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2562) ได้วิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบนพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้เทคโลยีค้นคว้าหาข้อมูลและออกแบบผลงานโดยนักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบและคิดวิธีการแก้ปัญหาตามสภาพจริง ลงมือปฏิบัติทดลองผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ การทดสอบผลิตภัณฑ์ และนำเสนอผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ได้

จะเห็นได้ว่าในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาสมรรถนะสามารถใช้กิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี โดยต้องเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา เนื่องจากการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะต้องใช้การเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ ยิ่งทำซ้ำหลายครั้ง ผู้เรียนจึงจะเกิดสมรรถนะเพิ่มขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิริยาภรณ์ พิลาชัย (2560) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 วงจรปฏิบัติการ พบว่ามีคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA ซึ่งครูผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดกิจการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน เนื้อหา รวมถึงหลักสูตรและมาตรฐานและตัวชี้วัด ทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหา 1 บท อาจจะไม่สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ครบทั้ง 3 ด้านได้ ครูผู้สอนจึงต้องมีการสอนแบบเน้นสมรรถนะอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาผู้เรียนมีสมรรถนะอย่างแท้จริงจนสามารถคิดแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน เนื่องจากในการวัดและประเมินผลในระดับนานาชาติ ข้อสอบจะไม่ถูกยึดติดกับเนื้อหาวิชาที่ได้เรียนแต่จะเน้นการใช้แก้ปัญหามากกว่าการจดจำได้ในชั้นเรียน

3.1.3 การจัดกิจกรรมที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนในช่วงเริ่มต้นอาจจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแสดงศักยภาพออกมาได้อย่างเต็มที่ แต่เมื่อผู้เรียนมีการปรับตัวแล้ว จะกล้าแสดงความคิดเห็น เข้าใจการเรียนรู้ร่วมกันแบบกลุ่ม และอภิปรายโต้แย้งกลุ่มเพื่อนในเชิงสร้างสรรค์และมีเหตุผลมากขึ้น ครูผู้สอนจึงต้องสร้างบรรยากาศให้เหมาะสมกับการเรียนรู้เสมอ

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรทำการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะในเนื้อหา และระดับชั้นต่างๆ โดยปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับชั้น และช่วงวัย เพราะหากนักเรียนได้รับการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องก็จะเกิดการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียน

3.2.2 ควรมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นๆ ที่สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อีก เพื่อให้ได้นวัตกรรมการเรียนรู้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์-เกษตรแห่งประเทศไทย.

กุลิสรา จิตรชญาวณิช. (2564). *การจัดการเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะทำงานโครงการสมรรถนะ. (2548). *คู่มือสมรรถนะราชการพลเรือนไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงาน ก.พ.

จุฑามาศ กันทะวัง. (2563). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ชวนัท มณีกร และวิชัย เสวกงาม. (2561). แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดมูลนิธิแห่งสภาคริสตจักรในประเทศไทย. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา OJED,* 13, 2 (เมษายน – มิถุนายน), 121-133.

ชัยวิชิต เชียรชนะ. (2560). การสร้างและการพัฒนาโมเดล/รูปแบบ/แบบจำลอง/ตัวแบบ. *วารสารศิลปากร ศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 9,1 (มกราคม - มิถุนายน), 1-11.

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 29, 3 (กันยายน - ธันวาคม), 86-99.

ณชิตา หิรัญพิชา. (2561). *ทัศนะของผู้บริหารที่มีต่อสมรรถนะของผู้ปฏิบัติงานเลขานุการ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.,* 12, 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม), 118-132.

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

พจีพร ศรีแก้ว. (2560). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเกมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิจัยและประเมินผล ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัทธดนย์ อุดมสันต, ธิติยา บงกชเพชร และทนงศักดิ์ โนไชยา. (2562). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,* 13, 3 (กรกฎาคม - กันยายน), 118-130.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ออฟเคอร์มิสท์.

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

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟแมนเนจเม้นท์.

พิริยาภรณ์ พิลาชัย. (2560). *การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์} สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม. (2562). การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,* 21,2 (เมษายน-มิถุนายน), 212-224.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

รัชฎา ศิลมั่น. (2552). การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 69 (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

รัตนะ บัวสนธ์. (2564). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราตรี ยะคำ, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์. (2563). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนา สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,* 22, 1 (มกราคม-มีนาคม), 190-203.

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ. (2562). การเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 42, 4 (ตุลาคม - ธันวาคม), 1-19.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม.* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1-3.* กรุงเทพฯ: องค์การค้า-ของ สกสค.

_____. (2560). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ**.**

_____. (2564 ก). “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา” สะเต็มศึกษาแห่งประเทศไทย. สืบค้นจาก http://www.stemedthailand.org.

_____. (2564 ข). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สสวท.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สุดหทัย รุจิรัตน์. (2558). การเสริมพลังเพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความสุขของนักเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร,* 13, 1 (มิถุนายน - ตุลาคม), 104-113.

Benjamin S. Bloom, B.S. (1975). *Taxonomy of Education*. New York: David McKay.

Bloom, B. S. (1976). *Human Characteristic and School Learning*. New York: McGraw-Hill.

Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-877. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1021/ed063p873.

Book Company. Bruner, J.S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, Mass: Belkapp Press.

BSCS. (1997). *Teacher' Guide BSCS Biology : A Human Approach*. Kendell: Hunt Publishing.

Buckley, B. C., and Boulter, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building mental models. In *J. K. Gilbert, & C. J. Boulter(Eds.), Developing Models in Science Education*, (pp. 119-135). Springer, Dordrecht. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1_6.

Forbes et al. (2020). Patterns of inquiry-based science instruction and student science achievement in PISA 2015. *International Journal of Science Education,* 42(5), 783-806.

Gobert, J. D., and Buckley, B. C. (2002). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894. Retrieved from https://doi.org/10.1080/095006900416839.

Jiang, Feng McComas, William F. (2015) The Effects of Inquiry Teaching on Student Science Achievement and Attitudes: Evidence from Propensity Score Analysis of PISA Data. *International Journal of Science Education, 37(3),* 554-576.

Sandra K. Abell. (2002). *Trends and issues in science education; research policy and practice in teachingScience as inguiry*. [n.p.].

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชื่อ นางเฉลิมศรี จักษุพา
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
   วุฒิการศึกษา (ศศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยม
   ปัจจุบันตำแหน่ง ครู วิทยาฐานะครูชำนาญการพิเศษ
   กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ชื่อ นางสาวพิสมัย รุ่งเรือง
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร
   วุฒิการศึกษา (วท.ม.) เคมีสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยม
   ปัจจุบันตำแหน่ง ครู วิทยาฐานะครูชำนาญการ
   กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ชื่อ นางสาวฉมานันท์ ไพรหลวง
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนมัธยมวัดบึงทองหลาง
   วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยม
   ปัจจุบันตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคผนวก ข

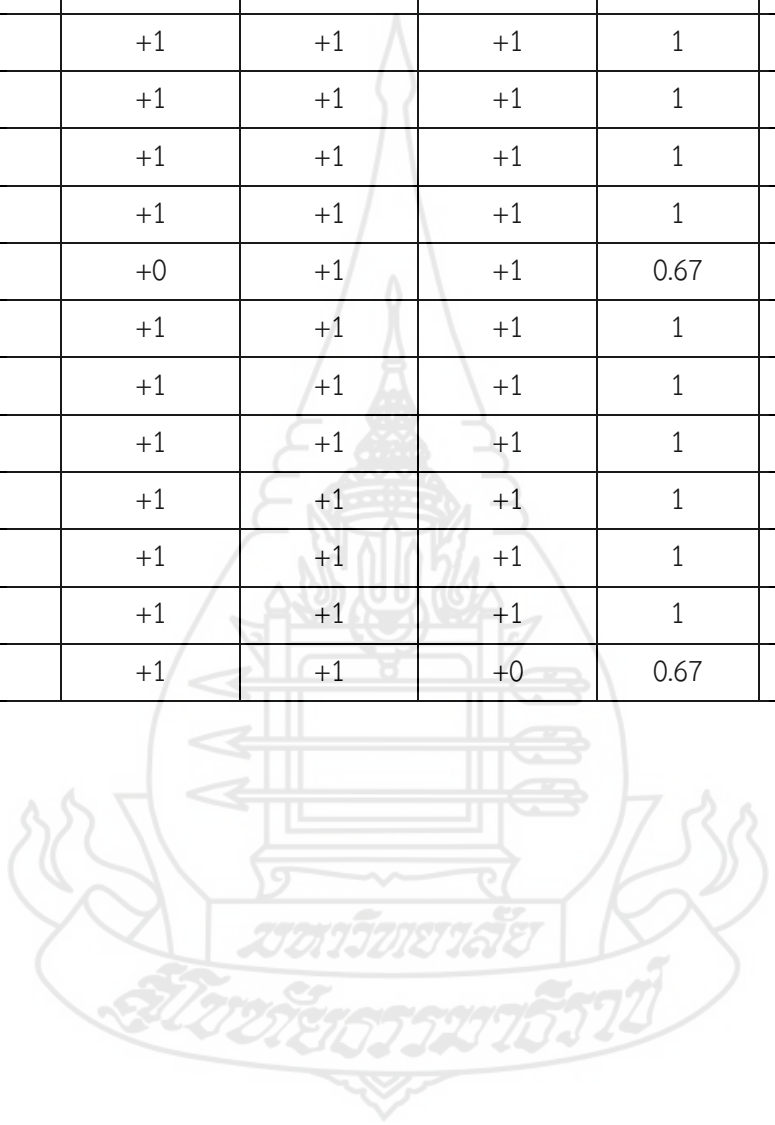
ผลการวิเคราะห์

- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจการจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจการจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบเน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ตาราง ผ -1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
2	+1	+1	+1	1	คัดไว้
3	+1	+1	+1	1	คัดไว้
4	+1	+1	+1	1	คัดไว้
5	+1	+1	+1	1	คัดไว้
6	0	+1	+1	0.67	คัดไว้
7	+1	+1	+1	1	คัดไว้
8	+1	+1	+1	1	คัดไว้
9	+1	+1	+1	1	คัดไว้
10	+1	+1	+1	1	คัดไว้
11	+1	+1	+1	1	คัดไว้
12	+1	+1	+1	1	คัดไว้
13	+1	+1	+1	1	คัดไว้
14	+1	+1	+1	1	คัดไว้
15	+1	+1	+0	0.67	คัดไว้
16	+1	+1	+1	1	คัดไว้
17	+1	+1	+1	1	คัดไว้
18	+1	+1	+1	1	คัดไว้
19	+1	+1	+1	1	คัดไว้
20	+1	+1	+1	1	คัดไว้
21	+1	+1	+1	1	คัดไว้
22	+1	+1	+1	1	คัดไว้
23	+1	+1	+1	1	คัดไว้
24	+1	+1	+1	1	คัดไว้
25	+1	+1	+1	1	คัดไว้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
26	+1	+1	+1	1	คัดไว้
27	+1	+1	+1	1	คัดไว้
28	+1	+1	+1	1	คัดไว้
29	+1	+1	+1	1	คัดไว้
30	+1	+1	+1	1	คัดไว้
31	+1	+1	+1	1	คัดไว้
32	+1	+1	+1	1	คัดไว้
33	+0	+1	+1	0.67	คัดไว้
34	+1	+1	+1	1	คัดไว้
35	+1	+1	+1	1	คัดไว้
36	+1	+1	+1	1	คัดไว้
37	+1	+1	+1	1	คัดไว้
38	+1	+1	+1	1	คัดไว้
39	+1	+1	+1	1	คัดไว้
40	+1	+1	+0	0.67	คัดไว้



ตาราง ผ – 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
บทความที่ 1 ฟันผุ					
1.1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
1.2	+1	+1	+1	1	คัดไว้
1.3	+1	+1	+1	1	คัดไว้
บทความที่ 2 เครื่องแปลงไอเสีย					
2.1	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
2.2	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
2.3	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
บทความที่ 3 แป้งขนมปัง					
3.1	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
3.2	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
3.3	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
3.4	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
บทความที่ 4 กันแดด					
4.1	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
4.2	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
4.3	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
4.4	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
บทความที่ 5 ลิปมัน					
5.1	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
5.2	+1	+1	+1	+1	คัดไว้
5.3	+1	+1	+1	+1	คัดไว้

ตาราง ผ – 3 ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจการจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจการจำแนก (r)	แปลผล
1	0.73	0.65	ใช้ได้
2	0.76	0.55	ใช้ได้
3	0.67	0.79	ใช้ได้
4	0.76	0.49	ใช้ได้
5	0.67	0.67	ใช้ได้
6	0.76	0.50	ใช้ได้
7	0.64	0.30	ใช้ได้
8	0.64	0.31	ใช้ได้
9	0.67	0.72	ใช้ได้
10	0.70	0.30	ใช้ได้
11	0.58	0.76	ใช้ได้
12	0.58	0.59	ใช้ได้
13	0.76	0.38	ใช้ได้
14	0.79	0.35	ใช้ได้
15	0.73	0.40	ใช้ได้
16	0.70	0.47	ใช้ได้
17	0.73	0.66	ใช้ได้
18	0.79	0.34	ใช้ได้
19	0.64	0.79	ใช้ได้
20	0.58	0.45	ใช้ได้
21	0.42	0.46	ใช้ได้
22	0.73	0.65	ใช้ได้
23	0.79	0.47	ใช้ได้
24	0.67	0.79	ใช้ได้
25	0.70	0.65	ใช้ได้
26	0.79	0.55	ใช้ได้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจการจำแนก (r)	แปลผล
27	0.73	0.65	ใช้ได้
28	0.67	0.79	ใช้ได้
29	0.70	0.62	ใช้ได้
30	0.67	0.72	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.947

ตาราง ผ – 4 ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจการจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจการจำแนก (r)	แปลผล
1.1	0.633	0.376	ใช้ได้
1.2	0.766	0.458	ใช้ได้
1.3	0.716	0.636	ใช้ได้
2.1	0.750	0.372	ใช้ได้
2.2	0.450	0.218	ใช้ได้
2.3	0.667	0.481	ใช้ได้
3.1	0.633	0.323	ใช้ได้
3.2	0.600	0.422	ใช้ได้
3.3	0.733	0.306	ใช้ได้
3.4	0.533	0.349	ใช้ได้
4.1	0.733	0.494	ใช้ได้
4.2	0.800	0.643	ใช้ได้
4.3	0.767	0.248	ใช้ได้
4.4	0.578	0.451	ใช้ได้
5.1	0.700	0.681	ใช้ได้
5.2	0.766	0.432	ใช้ได้
5.3	0.700	0.418	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.822

ตาราง ผ – 5 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบเน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	**ผู้เชี่ยวชาญ**		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
แผน 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี (2 ชั่วโมง)	4.53 / ดีมาก	4.67 / ดีมาก	4.53 / ดีมาก
แผน 2 แบบจำลองจากสมการข้อความ (2 ชั่วโมง)	4.53 / ดีมาก	4.67 / ดีมาก	4.53 / ดีมาก
แผน 3 กฎทรงมวล (2 ชั่วโมง)	4.67 / ดีมาก	4.46 / ดี	4.46 / ดี
แผน 4 สืบค้นกฎทรงมวล (2 ชั่วโมง)	4.67 / ดีมาก	4.46 / ดี	4.33 / ดี
แผน 5 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี (2 ชั่วโมง)	4.67 / ดีมาก	4.46 / ดี	4.46 / ดี
แผน 6 ประโยชน์ปฏิกิริยาดูดความร้อนและคายความร้อน (1 ชั่วโมง)	4.46 / ดี	4.33 / ดี	4.46 / ดี
แผน 7 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ตอน 1 (1 ชั่วโมง)	4.67 / ดีมาก	4.73 / ดีมาก	4.5 / ดีมาก
แผน 8 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ตอน 2 (1 ชั่วโมง)	4.67 / ดีมาก	4.73 / ดีมาก	4.53 / ดีมาก
แผน 9 ประโยชน์และโทษของการเกิดปฏิกิริยาเคมี (2 ชั่วโมง)	4.53 / ดีมาก	4.33 / ดี	4.53 / ดีมาก
แผน 10 ออกแบบนวัตกรรมปฏิกิริยาเคมี (3 ชั่วโมง)	4.67 / ดีมาก	4.73 / ดีมาก	4.53 / ดีมาก

ภาคผนวก ค

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เวลา 60 นาที

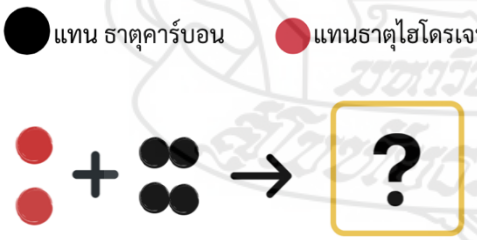
คำชี้แจง ข้อสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

---

1. ข้อใด***<u>ไม่ใช่</u>***ข้อสังเกตของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
   1. มีตะกอนเกิดขึ้น
   2. มีแก๊สเกิดขึ้น
   3. มีสีเปลี่ยนแปลง
   4. มีสถานะเปลี่ยนแปลง

2. การเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใด เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
   1. การระเหิดของลูกเหม็น
   2. ปูนขาวละลายในน้ำแล้วได้น้ำปูนใส
   3. การเหม็นหืนของน้ำมันเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานาน
   4. การผสมเอนานอลกับน้ำ ให้มีความเข้มข้น 70%

3. จากแบบจำลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ข้อใดจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอม หลังเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้ถูกต้อง

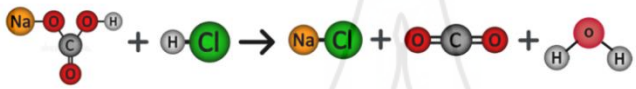
1.

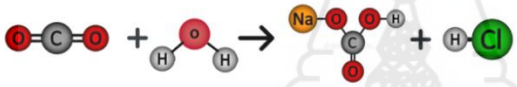
2.

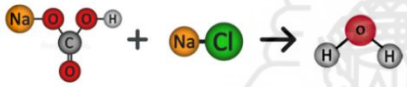
3.

4.

4. หลังเกิดปฏิกิริยาเคมี เกิดผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมคลอไรด์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ข้อใดแสดงแบบจำลองของการเกิดปฏิกริยาเคมีนี้ได้ถูกต้อง

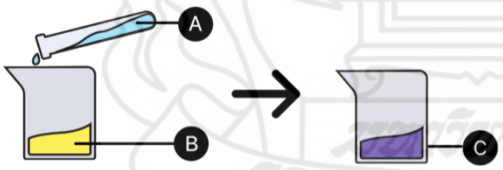
1. 

2. 

3. 

4.

5. สมการข้อความในข้อใดสอดคล้องกับสถานการณ์การทดลอง ดังภาพ



เมื่อ A คือ กรดไฮโดรคลอริก

B คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์

C คือ โซเดียมคลอไรด์ และ น้ำ

1. กรดไฮโดรคลอริก → โซเดียมไฮดรอกไซด์ + โซเดียมคลอไรด์ + น้ำ
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ + กรดไฮโดรคลอริก→ โซเดียมคลอไรด์ + น้ำ
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ + กรดไฮโดรคลอริก → น้ำ + กรดไฮโดรคลอริก
4. กรดไฮโดรคลอริก + โซเดียมคลอไรด์ → โซเดียมไฮดรอกไซด์ + น้ำ

6. จากสมการเคมี

$$A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow C_{(s)} + D_{(aq)}$$

หากทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามสมการ ผลการทดลองในข้อใดถูกต้อง

1. มวลหลังเกิดปฏิกิริยาลดลงเล็กน้อย
2. มวลหลังเกิดปฏิกิริยาเท่าเดิม
3. มวลหลังเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
4. มวลหลังเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น 2 เท่า

7. เมื่อผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต 5 กรัม กับ กรดไฮโดรคลอริก 150 กรัม ลงในบีกเกอร์ สังเกตได้ว่า เกิดฟองแก๊ส เมื่อทำปฏิกิริยาผ่านไป 3 นาที นำสารที่เหลือมาชั่งมวลหลังเกิดข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด

1. 152 กรัม
2. 155 กรัม
3. 158 กรัม
4. 162 กรัม

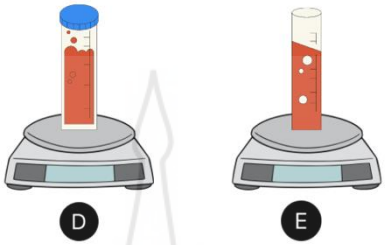
8. เมื่อนำโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) 142 กรัม มาทำปฏิกิริยากับแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) 208 กรัม ได้ผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 117 กรัม และแบเรียมซัลเฟต ($BaSO_4$) ถ้าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวล จะเกิดแบเรียมซัลเฟตกี่กรัม

1. 350
2. 345
3. 259
4. 233

9. แมกนีเซียม (Mg) 25.7 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl) 28.2 กรัม และแก๊สไฮโดรเจน (H_2) 18.3 กรัม หากปฏิกิริยานี้เป็นไปตามกฎทรงมวล กรดไฮโดรคลอริกตั้งต้นมีมวลกี่กรัม

1. 53.9
2. 46.5
3. 20.8
4. 18.3

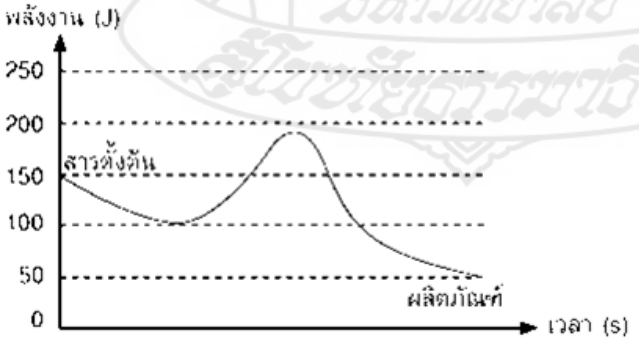
10. การทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2 ชุดการทดลอง โดยใช้สารตั้งต้นชนิดเดียวกันในปริมาตรที่เท่ากัน จากนั้นสังเกตเห็นฟองแก๊สระหว่างการเกิดปฏิกิริยา เมื่อทำการทดลองในระบบปิด และ ระบบเปิดดังภาพ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง



1. ชุดการทดลอง D ชั่งมวลได้มากกว่า E
2. ชุดการทดลอง D ชั่งมวลได้น้อยกว่า E
3. ชุดการทดลอง D ชั่งมวลได้เท่ากับ E
4. ชุดการทดลอง D ชั่งมวลได้เป็น 2 เท่าของ E

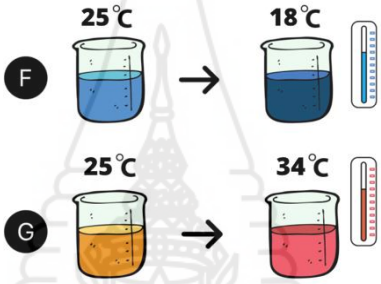
11. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
1. การเผาไหม้เชื้อเพลิง
2. ทาเอทานอลลงบนผิวหนังแล้วรู้สึกเย็น
3. เปิดถังไนโตรเจนเหลว แล้วมีควันสีขาวลอยออกมา
4. ละลายเกลือแกงในน้ำ เมื่อจับภาชนะแล้วรู้สึกเย็น

จากกราฟการเปลี่ยนแปลงพลังงานเมื่อเวลาผ่านไปของการเกิดปฏิกิริยาเคมี



12. ปฏิกิริยาเคมีในข้อใด มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานดังกราฟที่แสดง
    1. การละลายของเกลือในน้ำ
    2. การละลายโซดาไฟในน้ำ
    3. ฉีดเอทานอลลงบนผิวหนัง
    4. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

13. จากการทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยวัดอุณหภูมิของสารก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้ผลการทดลองดังภาพ ข้อใดกล่าวถูกต้อง



    1. ชุดการทดลอง F พลังงานเข้าไปสลายพันธะน้อยกว่าที่คายออกมาสร้างพันธะ
    2. ชุดการทดลอง F สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น
    3. ชุดการทดลอง G พลังงานเข้าไปสลายพันธะมากกว่าที่คายออกมาสร้างพันธะ
    4. ชุดการทดลอง G สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น

14. เมื่อผสมสารสองชนิดเข้าด้วยกันในหลอดทดลอง พบว่ามีเกล็ดน้ำแข็งเกาะอยู่รอบๆหลอดทดลอง ปฏิกิริยาเคมีนี้เป็นประเภทใด เพราะเหตุใด
    1. ปฏิกิริยาดูดความร้อน เพราะ ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าไป
    2. ปฏิกิริยาดูดความร้อน เพราะ ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมออกมา
    3. ปฏิกิริยาคายความร้อน เพราะ ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าไป
    4. ปฏิกิริยาคายความร้อน เพราะ ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมออกมา

15. การเผาไหม้แก๊สหุงต้ม ที่สมบูรณ์ จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ และความร้อน จัดเป็นปฏิกิริยาประเภทใด
    1. ปฏิกิริยาดูดความร้อน เพราะ ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าไป
    2. ปฏิกิริยาดูดความร้อน เพราะ ความร้อนส่วนเกินออกสู่สิ่งแวดล้อม
    3. ปฏิกิริยาคายความร้อน เพราะ ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าไป
    4. ปฏิกิริยาคายความร้อน เพราะ ความร้อนส่วนเกินออกสู่สิ่งแวดล้อม

16. ข้อใดกล่าวถึงการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาฝุ่น PM 2.5 ได้ถูกต้อง
    1. เป็นการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์
    2. เกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์
    3. เกิดขึ้นเมื่อมีปริมาณแก๊สออกซิเจนมากเพียงพอในการทำปฏิกิริยา
    4. เกิดจากการเผาไหม้ของแก๊สมีเทนเท่านั้น

17. พิจารณาสมการต่อไปนี้ สมการใดแสดงปฏิกิริยาการเผาไหม้
    1. แคลเซียมคาร์บอเนต $\longrightarrow$ แคลเซียมออกไซด์ + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
    2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ + สังกะสี $\longrightarrow$ เกลือของสังกะสี + แก๊สไฮโดรเจน
    3. แก๊สมีเทน + แก๊สออกซิเจน $\longrightarrow$ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ
    4. กรดซัลฟิวริก+สังกะสี $\longrightarrow$ เกลือของสังกะสี +แก๊สไฮโดรเจน

18. เมื่อนำตะปูเหล็กใส่ลงไปในบีกเกอร์ที่มีสารละลายกรดเกลือพบว่าเกิดฟองแก๊สชนิดหนึ่ง จะเป็นแก๊สชนิดใด

    1. แก๊สไฮโดรเจน
    2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
    3. แก๊สไนโตรเจน
    4. แก๊สออกซิเจน

19. เมื่อเกิดปฏิกิริยาการสะเทิน ตามสมการ X และ y คือสารใด

กรด + เบส → x + y

1. x คือ เบส , y คือ กรด
2. x คือ กรด , y คือ แก๊ส
3. x คือ เกลือ , y คือ น้ำ
4. x คือ แก๊ส , y คือ เบส

20. เพราะเหตุใดเมื่อทดลองนำตะปูเหล็กมา 2 อัน อันหนึ่งทาวาสลีนให้ทั่ว อีกอันตั้งทิ้งไว้ เมื่อเวลาผ่านไป ตะปูเหล็กที่ไม่ทาวาสลีนจะเกิดสนิม ส่วนตะปูเหล็กที่ทาวาสลีนจะไม่เกิดสนิม

1. เพราะวาสลีนช่วยควบคุมอุณหภูมิของตะปูเหล็ก
2. เพราะวาสลีนทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีกับตะปูเหล็ก
3. เพราะวาสลีนสามารถกัดกร่อนสนิมได้
4. เพราะวาสลีนช่วยป้องกันเหล็กสัมผัสกับน้ำและอากาศ

21. งานสถาปัตยกรรมที่สร้างด้วยหินอ่อน ตั้งอยู่กลางแจ้ง เมื่อเวลาผ่านไป 10 ปี ทำให้เกิดความผุกร่อน หรือเป็นคราบสีดำได้ เกิดความเสียหาย นักเรียนคิดว่าการปฏิบัติตนของใครไม่ช่วยลดปัญหานี้

1. เจนนี่ ใช้โซลาเซลล์ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
2. ลิซ่า ใช้เชื้อเพลิงที่กำจัดซัลเฟอร์ก่อนที่นำไปเผาไหม้
3. จีซู ขับรถโดยใช้เครื่องยนต์ขับเคลื่อนเร็วเพื่อเร่งการเผาไหม้เชื้อเพลิง
4. โรเซ่ ทาสีชนิดพิเศษเพื่อเคลือบงานสถาปัตยกรรมให้ทนทานต่อฝนกรด

22. น้ำยาล้างห้องน้ำทุกชนิดจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ คือ กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) ข้อใด**ไม่ใช่**วิธีป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่ถูกต้อง
    1. ก่อนใช้ควรผสมน้ำ เพื่อให้ลดความเข้มข้น
    2. นำไปผสมกับสารเคมีอื่นก่อนใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
    3. ห้ามเอาเข้าใกล้โลหะ เพราะจะปฏิกิริยาทำให้ระคายเคืองต่อระบบหายใจ
    4. ขณะใช้ควรสวมถุงมือยาง รองเท้าบูท ป้องกันการสัมผัสโดยตรง

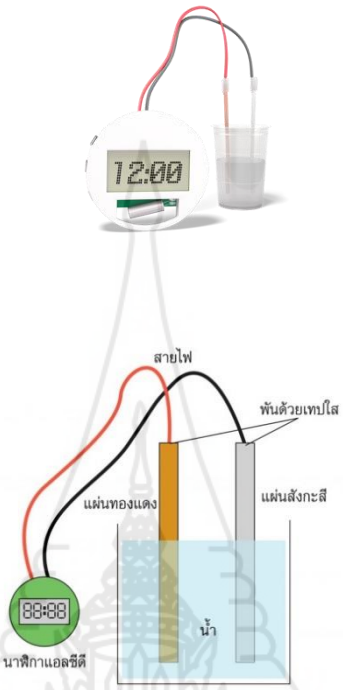
23. เพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้หม้ออะลูมิเนียมเป็นภาชนะประกอบอาหารประเภทแกงส้ม หรือต้มยำ
    1. อะลูมิเนียมไม่นำความร้อน
    2. อะลูมิเนียมอันตรายเมื่อโดนความร้อน
    3. อาหารที่มีรสเปรี้ยว มีฤทธิ์เป็นกรดปฏิกิริยากับอะลูมิเนียมได้ ทำให้โลหะหนัก
    4. อาหารที่มีรสเปรี้ยวทำให้หม้อ อะลูมิเนียมเสียหาย

24. การปรับสภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสมบัติเป็นกรด ต้องใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยาเคมีชนิดใด
    1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้
    2. ปฏิกิริยาสะเทิน
    3. ปฏิกิริยาเบสกับเกลือ
    4. ปฏิกิริยากรดกับโลหะ

25. ฟองที่เกิดขึ้นขณะที่เราเปิดขวดน้ำอัดลม ฟองที่เกิดขึ้น คือ สารชนิดใด
    1. แก๊สออกซิเจน
    2. แก๊สไฮโดรเจน
    3. แก๊สไนโตรเจน
    4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 26 - 27

การทดลองนาฬิกาพลังน้ำ มีการตั้งชุดการทดลองโดยใช้หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังภาพ



ตารางแสดงผลการทดลองเมื่อจับเวลาที่นาฬิกาแสดงผล จาก 4 ชุดการทดลอง ที่ใช้สารต่างชนิดกันชนิดของสาร

ชนิดของสาร	เวลาที่นาฬิกาแสดงผล (วินาที)
น้ำส้มสายชู	40
น้ำอัดลม	30
น้ำเชื่อม	0
น้ำเกลือ	60

26. นักเรียนจะเลือกใช้น้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า ให้นาฬิกาใช้งานได้นานที่สุด ควรเลือกใช้น้ำที่มีสมบัติใด

1. สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส
2. สารละลายมีสมบัติเป็นกรด
3. สารที่ละลายน้ำที่แตกตัวเป็นไอออนได้มาก
4. สารที่ละลายน้ำที่แตกตัวเป็นไอออนได้น้อย

27. หากนักเรียนต้องการใช้งานนาฬิกาจากชุดทดลอง ให้แสดงผลได้ 1 นาที คงเดิมเสมอ นักเรียนจะต้องออกแบบการทดลองอย่างไร

1. ใช้สารละลายกรดเข้มข้นสูงขึ้น
2. ใช้สารละลายน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นเท่าเดิม
3. ใช้น้ำอดลมปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า
4. แผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีแผ่นบาง

ลักษณะของสารที่มีพื้นที่ผิวต่างกัน ดังภาพ ใช้ตอบคำถามข้อ 28-29

28. หากนักเรียนต้องการผลิตการบูร เพื่อใช้ลดกลิ่นอับในห้อง โดยไม่ให้ได้กลิ่นการบูรมากจนเกินไปและใช้งานได้นาน ควรเลือกใช้การบูรที่มีรูปร่างใด

1. H
2. I
3. J
4. แบบใดก็ได้

29. เมื่อใช้สารชนิดเดียวกัน มวลเท่ากัน แต่มีพื้นที่ผิวแตกต่างกัน นำไปเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาเคมี คนใดสามารถออกแบบและสรุปวิธีการทดลองได้ถูกต้อง

1. อแมนด้า เลือกใช้แบบ H เพราะมวลหลังเกิดปฏิกิริยาจะได้มากกว่าก่อนเกิดเกิดปฏิกิริยา
2. มารีญา เลือกใช้แบบ J เพราะมวลหลังเกิดปฏิกิริยาจะได้น้อยกว่าก่อนเกิดเกิดปฏิกิริยา
3. พรฟ้า เลือกใช้แบบ I เพราะ จะเกิดปฏิกิริยาได้ช้าที่สุด
4. เลือกใช้แบบ J เพราะจะเกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็วที่สุด

30. คุณแม่กำลังคิดค้นสูตรขนมปัง จากการทดลองทำครั้งแรก ปรากฏว่าขนมปัง มีเนื้อขนมปังที่เหนียว หากคุณแม่ต้องการให้ขนมปังนิ่มฟู เมื่อนักเรียนได้ศึกษาเรื่องปฏิกิริยาเคมีมาแล้ว จะแนะนำคุณแม่ว่าอย่างไร

1. เพิ่มเนย เพื่อเกิดปฏิกิริยาให้ได้กรดไขมันอิ่มตัวเพิ่มขึ้น
2. เพิ่มเบกกิ้งโซดา เพื่อเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวและได้คาร์บอนไดออกไซด์
3. เพิ่มนม เพื่อให้เกิดปฏิกิริยารวมตัวได้แก๊สออกซิเจน
4. เพิ่มน้ำ เพื่อให้ เกิดปฏิกิริยาสลายตัว ได้แก๊สไฮโดรเจน

แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ประกอบไปด้วย 5 บทความ ดังนี้

บทความที่ 1 ฟันผุ	จำนวน 3 ข้อ 6 คะแนน
บทความที่ 2 เครื่องแปลงไอเสีย	จำนวน 3 ข้อ 6 คะแนน
บทความที่ 3 แป้งขนมปัง	จำนวน 4 ข้อ 6 คะแนน
บทความที่ 4 กันแดด	จำนวน 4 ข้อ 6 คะแนน
บทความที่ 5 ลิปมัน	จำนวน 3 ข้อ 6 คะแนน
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านบทความแล้วตอบคำถาม โดยมีรูปแบบข้อสอบ 3 รูปแบบ ได้แก่

1. แบบเลือกตอบ 2. แบบเลือกตอบเชิงซ้อน 3. แบบสร้างคำตอบอิสระ โดยให้นักเรียนเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด หรือ เขียนบรรยายคำตอบให้สมบูรณ์

เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

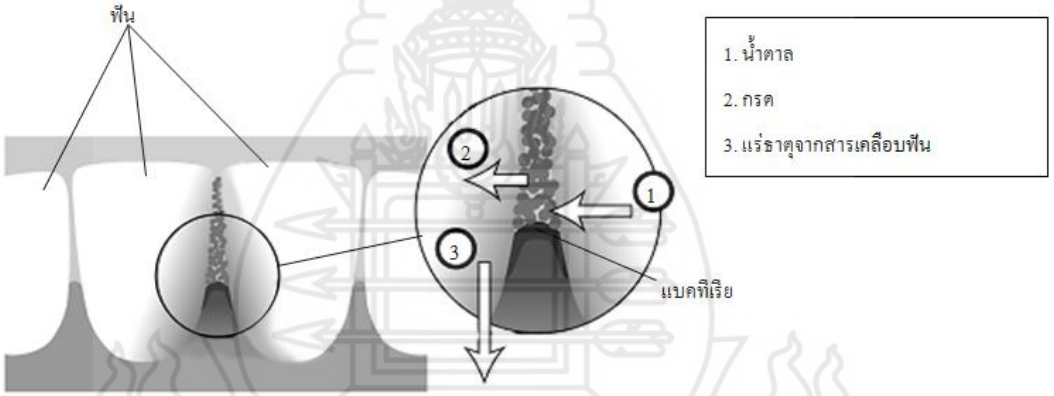
บทความที่ 1

ฟันผุ

แบคทีเรียที่อยู่ในปากเป็นสาเหตุของฟันผุ ฟันผุเป็นปัญหามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1700 นับตั้งแต่มีน้ำตาลจากการขยายอุตสาหกรรมน้ำตาลจากอ้อย

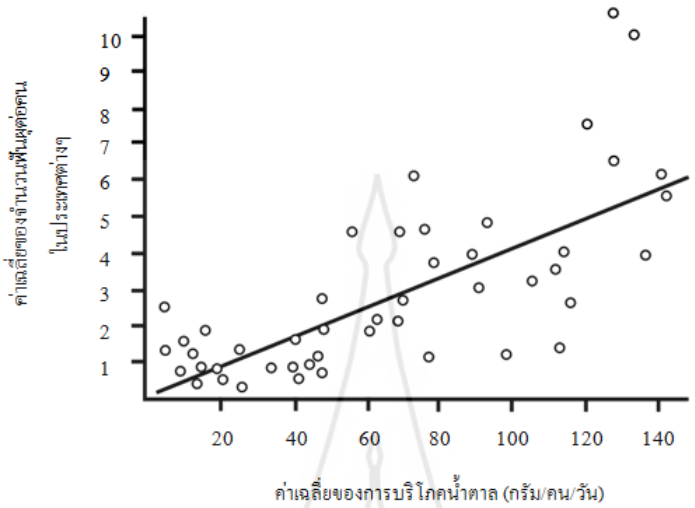
ปัจจุบันนี้ เรามีความรู้มากเกี่ยวกับฟันผุ ตัวอย่างเช่น:

- แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของฟันผุกินน้ำตาลเป็นอาหาร
- น้ำตาลถูกเปลี่ยนไปเป็นกรด
- กรดทำลายผิวของฟัน
- การแปรงฟันช่วยป้องกันฟันผุ



ฟันผุ

กราฟต่อไปนี้ แสดงถึงการบริโภคน้ำตาลและจำนวนของฟันผุในประเทศต่างๆ แต่ละประเทศแสดงด้วยจุดบนกราฟ



1. แบคทีเรียมีบทบาทใดที่ทำให้ฟันผุ
    1. แบคทีเรียสร้างสารเคลือบฟัน
    2. แบคทีเรียสร้างน้ำตาล
    3. แบคทีเรียสร้างแร่ธาตุ
    4. แบคทีเรียสร้างกรด

2. ข้อมูลจากกราฟสนับสนุนข้อความใดต่อไปนี้
    1. ในบางประเทศ คนแปรงฟันบ่อยครั้งกว่าประเทศอื่น
    2. ยิ่งคนกินน้ำตาลมาก อัตราเกิดฟันผุก็ยิ่งมากขึ้น
    3. เมื่อไม่กี่ปีมานี้ อัตราของการเกิดฟันผุเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ
    4. เมื่อไม่กี่ปีมานี้ การบริโภคน้ำตาลเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ

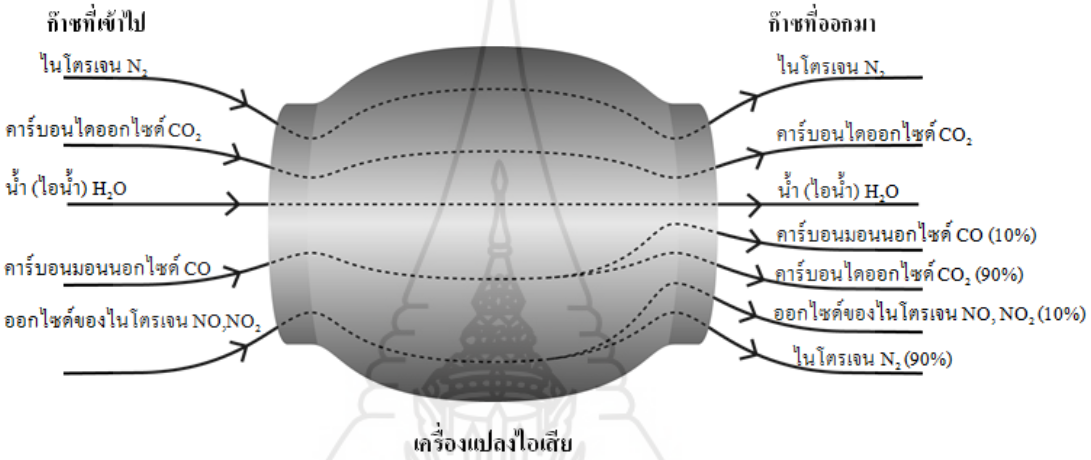
3. ในประเทศหนึ่ง มีจำนวนฟันผุต่อคนสูงมาก คำถามต่อไปนี้เกี่ยวกับฟันผุในประเทศนี้ สามารถตอบได้โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เลือกตอบ "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในแต่ละข้อ

คำถามที่เกี่ยวกับฟันผุเหล่านี้สามารถตอบได้โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่	**ใช่**	**ไม่ใช่**
การใส่ฟลูออไรด์ในน้ำประปาจะมีผลต่อฟันผุอย่างไร		
การไปหาทันตแพทย์ควรเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด		

บทความที่ 2

เครื่องแปลงไอเสีย

รถยนต์รุ่นใหม่ส่วนใหญ่ได้ติดตั้งเครื่องแปลงไอเสีย ซึ่งทำให้ไอเสียของรถยนต์เป็นอันตรายต่อคนและสิ่งแวดล้อมน้อยลง ประมาณ 90% ของก๊าซอันตรายถูกแปลงเป็นก๊าซที่มีอันตรายน้อยลง ต่อไปนี้คือก๊าซบางชนิดที่เข้าไปในเครื่องแปลงและออกมาจากเครื่อง



1. จงใช้ข้อมูลจากแผนผังข้างบน เพื่อยกตัวอย่างว่าเครื่องแปลงไอเสียทำให้ไอจากท่อไอเสียเป็นอันตรายน้อยลงได้อย่างไร

ตอบ .....

.....

2. จงอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอม และ โมเลกุล ในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับก๊าซในเครื่องแปลงไอเสีย

ตอบ .....

.....

3. ตรวจดูก๊าซที่ปล่อยออกมาจากเครื่องแปลงไอเสีย วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ที่ทำเครื่องแปลงไอเสียเพื่อให้ผลิตก๊าซที่เป็นอันตรายน้อยลงยังมีปัญหาที่ควรต้องแก้ไข ปัญหาหนึ่งนั้นคืออะไร

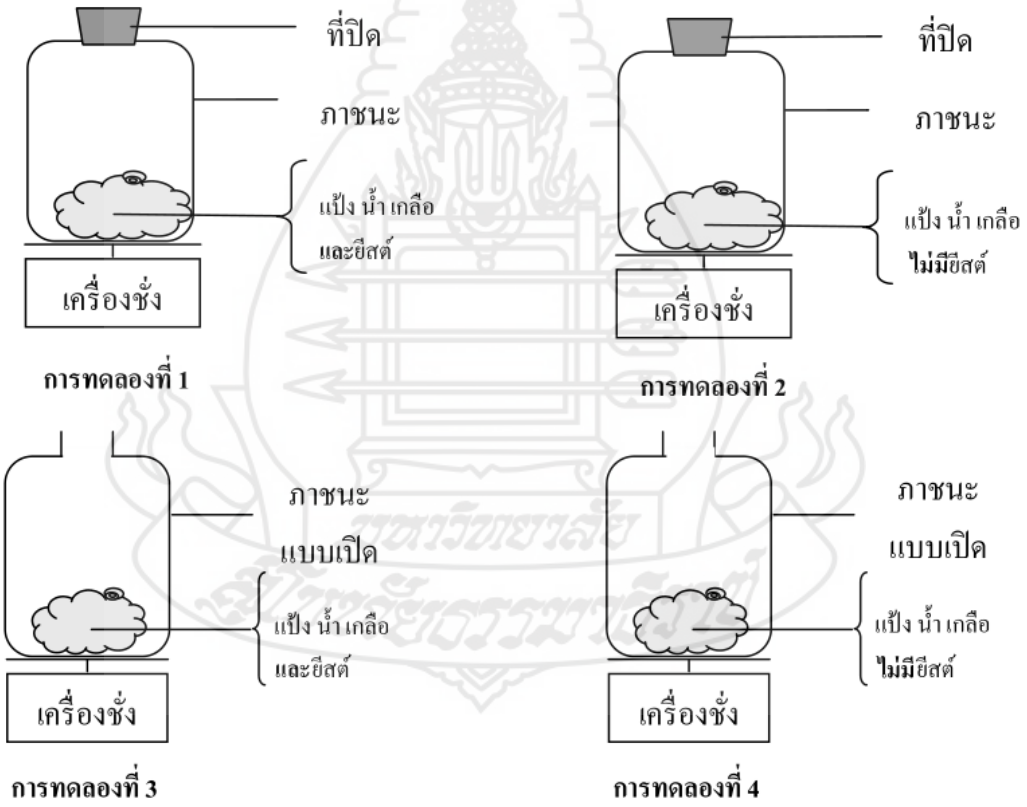
ตอบ .....

.....

แป้งขนมปัง

การทำแป้งขนมปัง คนที่ทำจะผสมแป้ง น้ำ เกลือ และยีสต์เข้าด้วยกัน หลังจากผสมแล้วจะเก็บแป้งไว้ในภาชนะหลายชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหมัก ในระหว่างหมักมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นในแป้งโดยยีสต์ (เห็ดราเซลล์เดียว) ช่วยเปลี่ยนแป้งและน้ำตาลในแป้งให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

ตอนเริ่มต้นการทดลองทั้งสี่ตามรูปข้างล่าง แป้งมีน้ำหนักเท่ากัน หลังจากผสมแป้งขนมปังแล้วสองถึงสามชั่วโมงคนทำขนมปังชั่งแป้งและเห็นว่าน้ำหนักของแป้งลดลง



1. การหมักทำให้แป้งขนมปังฟูขึ้น ทำไมแป้งขนมปังจึงฟูขึ้นได้

1. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะแอลกอฮอล์ถูกสร้างขึ้นและเปลี่ยนเป็นก๊าซ
2. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะยีสต์เกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน
3. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกสร้างขึ้น
4. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะการหมักทำให้น้ำกลายเป็นไอ

2. ถ้าต้องการทดสอบว่ายีสต์เป็นต้นเหตุให้น้ำหนักหายไปหรือไม่ คนทำขนมปังควรทดสอบการทดลองคู่ใด
   1. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 1 และ 2
   2. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 1 และ 3
   3. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 2 และ 4
   4. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 3 และ 4

3. ในแป้งขนมปัง ยีสต์ช่วยทำให้แป้งและน้ำตาลในแป้งเปลี่ยนแปลงมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ซึ่งในระหว่างมีปฏิกิริยานั้นเกิดคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ คาร์บอนอะตอม ในคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์มาจากไหน

คำอธิบายนี้อธิบายได้ถูกต้องใช่หรือไม่ว่าคาร์บอนอะตอมมาจากไหน	**ใช่**	**ไม่ใช่**
คาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล		
คาร์บอนอะตอมบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลของเกลือ		
คาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำ		

4. เมื่อแป้งขนมปังที่ฟูขึ้น (มีระดับสูงขึ้น) ถูกนำไปอบในตู้อบ ฟองอากาศและไอน้ำ ในแป้งขนมปังจะขยายตัวทำไมก๊าซและไอน้ำจึงขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน
   1. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำใหญ่ขึ้น
   2. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำเคลื่อนที่เร็วขึ้น
   3. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น
   4. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำมีการชนกันลดลง

บทความที่ 4

กันแดด

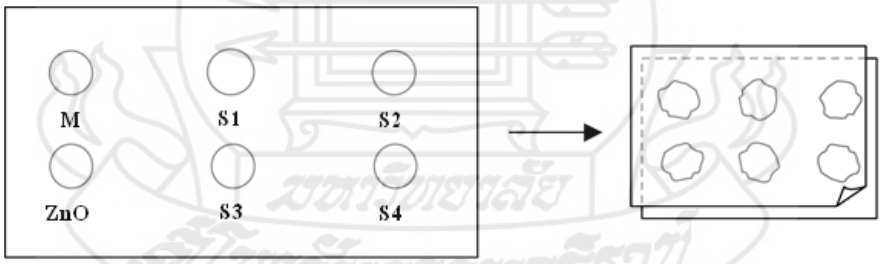
มีนาและดนัย สงสัยว่าสารกันแดดชนิดใดจะป้องกันผิวจากแสงแดดได้ดีที่สุด สารกันแดดมีค่า *การป้องกันแสงแดด (SPF)* ที่ชี้บอกว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ (SPF ย่อมาจาก Sun Protection Factor)

ทั้งสองคนหาวิธีเปรียบเทียบสารกันแดดชนิดต่างๆ จึงได้รวบรวมสิ่งต่อไปนี้

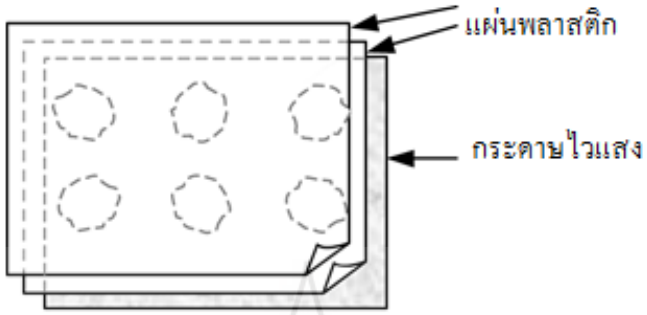
- แผ่นพลาสติกใสที่ไม่ดูดกลืนแสงแดดสองแผ่น
- กระดาษไวแสงหนึ่งแผ่น
- น้ำมันแร่ (M) และครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ (ZnO) และ
- สารกันแดดสี่ชนิด ใช้ชื่อ S1 S2 S3 และ S4

เขาใช้น้ำมันแร่เพราะว่ายอมให้แสงแดดผ่านไปได้เกือบทั้งหมด ส่วนซิงค์ออกไซด์จะกันแสงแดดได้เกือบสมบูรณ์

ดนัยหยดสารชนิดละหนึ่งหยดลงภายในวงกลมที่เขียนไว้บนแผ่นพลาสติกแผ่นที่หนึ่ง แล้วใช้แผ่นพลาสติกแผ่นที่สองวางทับด้านบน กดทับบนแผ่นพลาสติกทั้งสองด้วยหนังสือเล่มใหญ่ๆ



ต่อจากนั้น มีนาวางแผ่นพลาสติกทั้งสองบนกระดาษไวแสง กระดาษไวแสงมีสมบัติเปลี่ยนสีจากเทาเข้มเป็นสีขาว (หรือสีเทาอ่อนมาก) ขึ้นอยู่กับว่ามันจะถูกแสงแดดนานเท่าใด แล้วดนัยนำทั้งหมดไปวางไว้กลางแดด

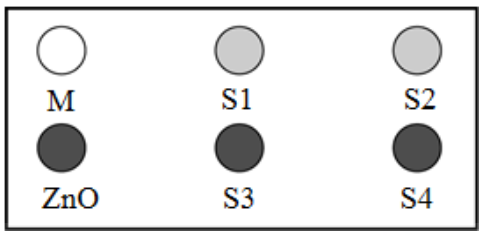


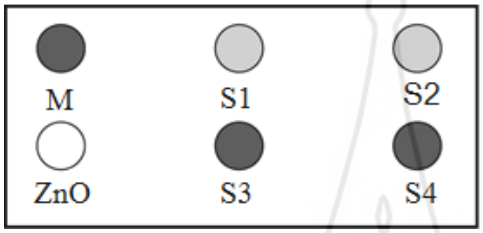
1. ข้อความใดต่อไปนี้บอกถึงบทบาทของน้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์ ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกันแดด
    1. น้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์เป็นตัวที่ถูกทดสอบทั้งคู่
    2. น้ำมันแร่เป็นตัวที่ถูกทดสอบ ซิงค์ออกไซด์เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง
    3. น้ำมันแร่เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง และซิงค์ออกไซด์เป็นตัวที่ถูกทดสอบ
    4. ทั้งน้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง

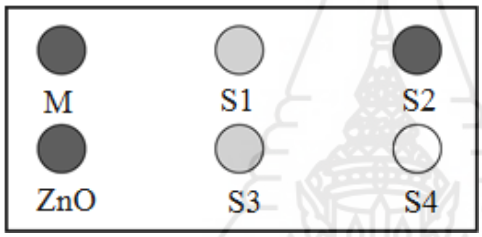
2. มีนาและดนัยพยายามหาคำตอบของคำถามข้อใด ต่อไปนี้
    1. สารกันแดดแต่ละชนิดกันแดดได้ดีเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น
    2. สารกันแดดปกป้องผิวของเราจากรังสีอัลตราไวโอเลตได้อย่างไร
    3. มีสารกันแดดชนิดใดหรือไม่ ที่ให้การปกป้องน้อยกว่าน้ำมันแร่
    4. มีสารกันแดดชนิดใดหรือไม่ ที่ให้การปกป้องมากกว่าซิงค์ออกไซด์

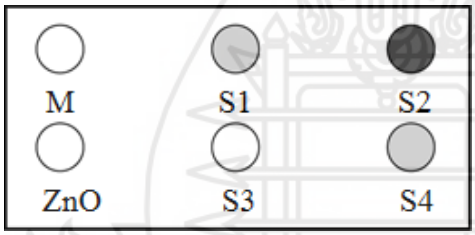
3. ทำไมจึงต้องกดแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองลงบนแผ่นแรก
    1. เพื่อไม่ให้หยดของสารแห้งไป
    2. เพื่อให้หยดของสารกระจายตัวออกมากที่สุด
    3. เพื่อเก็บหยดของสารให้อยู่ในเครื่องหมายวงกลม
    4. เพื่อทำให้หยดของสารมีความหนาเท่ากัน

4. กระดาษไวแสงที่มีสีเทาเข้ม และจะจางลงเป็นสีเทาอ่อนเมื่อถูกแสงแดดเล็กน้อย จนเป็นสีขาวเมื่อถูกแสงแดดมากๆ รูปในข้อใดต่อไปนี้จะเกิดขึ้นจากการทดลอง และจงอธิบายว่าทำไมนักเรียนจึงเลือกข้อนี้

1. 

2. 

3. 

4. 

จงอธิบายว่าทำไมนักเรียนจึงเลือกข้อนี้

ตอบ .....

.....

บทความที่ 5

ลิปมัน

ตารางข้างล่างนี้ แสดงส่วนผสมที่แตกต่างกันสองสูตร ของเครื่องสำอางที่นักเรียนสามารถทำเองได้ลิปสติกจะแข็งกว่าลิปมันซึ่งอ่อนและเป็นมันกว่า

ลิปมัน		**ลิปสติก**	
ส่วนผสม	ปริมาณ	ส่วนผสม	ปริมาณ
น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม	น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม
ไขผึ้ง	0.2 กรัม	ไขผึ้ง	1 กรัม
ไขมันปาล์ม	0.2 กรัม	ไขมันปาล์ม	1 กรัม
สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา	สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา
สารแต่งรสชาติ	1 หยด	สารแต่งรสชาติ	1 หยด
วิธีทำ : อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน		วิธีทำ : อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน	

1. ในการทำลิปมันและลิปสติก น้ำมันและไขถูกผสมเข้าด้วยกัน แล้วเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ ลิปสติกที่ทำจากส่วนผสมนี้จะแข็งและใช้ยาก นักเรียนจะเปลี่ยนสัดส่วนของส่วนผสมอย่างไรเพื่อทำให้ลิปสติกอ่อนลงกว่าเดิม

ตอบ .....

.....

2. น้ำมันและไขเป็นสารที่ผสมกันได้อย่างดี น้ำมันไม่ผสมกับน้ำและไขก็ไม่ละลายในน้ำข้อใดต่อไปนี้น่าจะเกิดขึ้นได้มากที่สุด ถ้าน้ำจำนวนมาก หกลงในส่วนผสมของลิปสติกในขณะกำลังอุ่น

    1. ได้ของผสมที่มันและอ่อนตัวกว่า
    2. ของผสมจับตัวกันแน่นขึ้น
    3. ของผสมแทบจะไม่เปลี่ยนไปเลย

4. มีก้อนไขมันลอยอยู่เหนือน้ำ

3. เมื่อเติมสารที่เรียกว่าอิมัลซิฟายเออร์ลงไปจะทำให้น้ำมันและไขผสมกับน้ำได้ทำไมสบู่และน้ำจึงสามารถลบลิปสติกออกได้

1. น้ำมีอิมัลซิฟายเออร์ที่ทำให้สบู่และลิปสติกผสมกันได้
2. สบู่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ ทำให้น้ำและลิปสติกผสมกันได้
3. อิมัลซิฟายเออร์ในลิปสติกทำให้สบู่และน้ำผสมกันได้
4. สบู่และลิปสติกผสมกันจนเป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่ผสมกับน้ำได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปฏิกิริยาเคมี **เรื่อง** การเกิดปฏิกิริยาเคมี
รหัส ว23101 **ชื่อรายวิชา** วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 **กลุ่มสาระการเรียนรู้** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **ภาคเรียนที่** 1 **เวลา** 2 **ชั่วโมง**
ผู้สอน นางสาวจิตสุภา ฤกษ์อำนวยชัย

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด	หลักฐาน/ชิ้นงาน/ภาระงาน
1. ว.2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ	ใบกิจกรรม

2. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร ทำให้เกิดสารใหม่ โดยสารที่เข้าทำปฏิกิริยาเรียกว่า สารตั้งต้น และสารที่เกิดขึ้นใหม่ เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากสารตั้งต้น เนื่องจากมีการจัดเรียงอะตอมใหม่ของสารตั้งต้นขณะเกิดปฏิกิริยา ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวสามารถเขียนได้เป็นสมการข้อความที่แสดงถึงจำนวนอะตอมแต่ละชนิดก่อนและหลังการทำปฏิกิริยาเคมี

3. สมรรถนะหลักและสมรรถนะย่อย

- A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
  A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
  A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้
- C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
  C1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

C3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายโดยใช้สมการข้อความได้ (P)
3. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)

5. สาระการเรียนรู้

5.1 ความรู้ (K)

1) ความหมายของปฏิกิริยาเคมี
2) ลักษณะการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี
4) สมการข้อความ

5.2 ทักษะศตวรรษที่ 21 (3R 8C) / กระบวนการ (P)

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   - ทักษะการสังเกต
   - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1) มีวินัย
2) ใฝ่เรียนรู้
3) มุ่งมั่นในการทำงาน

6. สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร

6.2 ความสามารถในการคิด

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

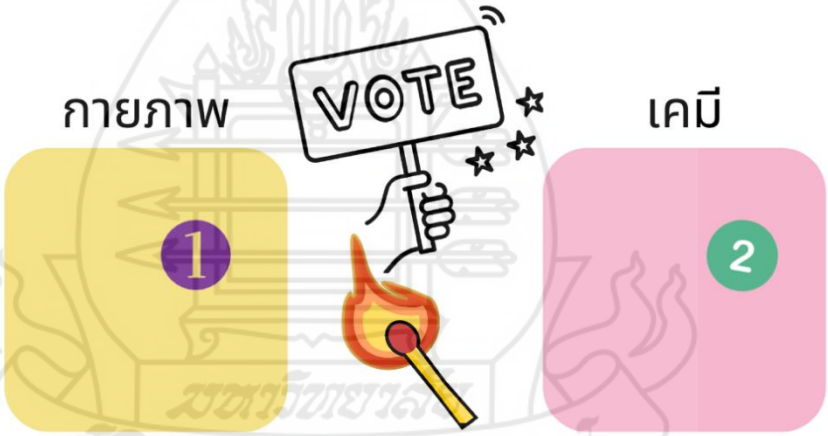
1. ครูเตรียมการสาธิตการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยให้นักเรียนสังเกตร่วมกัน การจุดไม้ขีดไฟ / การฉีกกระดาษ / การละลายน้ำแดงในน้ำเปล่า / การละลายของน้ำแข็ง / ยาเม็ดฟูใส่ในน้ำ เพื่อเป็นการสร้างความสนใจ

2. ใช้คำถาม “สารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร?” และทบทวนความรู้เดิมเรื่องสาร ก่อนเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)

1. ใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและเพราะเหตุใด” โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นผ่านผลโหวตจากนั้นให้นักเรียนบอกเกณฑ์การแบ่งของตนเอง โดยผ่านการ vote

A3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้



2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ผลการ vote ของทั้งห้องเรียน รวมทั้งตัวแทนกลุ่ม ให้เหตุผลเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มตัวเอง ความคิดที่เหมือนกัน และแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม และเชื่อมโยงความรู้เข้าสู่ขั้นสรุป

ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปคำอธิบายจากการทำกิจกรรม การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (เกิดเสียง การระเบิด แสง ฟองแก๊ส)

2. นักเรียนและครูร่วมกันลงข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิยาเคมี ดังนี้ “ปฏิกิริยาเคมีแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท โดยทุกปฏิกิริยาล้วนเกิดจากการที่สารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทำให้เกิดสารชนิดใหม่ และการเกิดปฏิกิริยาเคมีล้วนประกอบด้วยสาร 2 กลุ่ม คือ สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของสาร การเกิดตะกอน การเกิดฟองแก๊ส การระเบิดหรือการเกิดประกายไฟ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ทำให้สารที่เกิดขึ้นมีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม”

3. นักเรียนภายในกลุ่มระดมความคิดและสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบาย เขียนสมการข้อความโดยระบุสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จากการทดลอง เมื่อได้สมการข้อความจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นแล้วครูให้นักเรียนติดแสดงผลการทดลองที่ได้ปฏิบัติหน้าชั้นเรียน

(A1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล)

C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

C3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกียวกับวิทยาศาสตร์)

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1. ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน มีสารใหม่ที่เกิดขึ้นเสมอ ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ต่างๆ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์และระดมความคิด หากนักเรียนต้องการอธิบายเหตุการณ์ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะสามารถเขียนอธิบายอย่างไร เพื่อสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างเข้าใจ

สถานการณ์ 1 การเผาไหม้ของไม้ขีดไฟ การเผาไหม้ของบิวเทน (พบได้ทั่วไปในไฟแช็ค)

$$2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \longrightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g)$$

สถานการณ์ 2 การสลายตัวของผงฟู

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{ความร้อน}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

2. ครูให้ความรู้เรื่องประโยคสัญลักษณ์ **สารตั้งต้น → ผลิตภัณฑ์** และ สมการเคมี

3. เขียนสมการข้อความและสมการเคมี จากปฏิกิริยาเคมีที่ได้ศึกษา จากนั้นตรวจสอบร่วมกัน

C1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

1. ประเมินรายงานการทดลองและการตอบคำถามท้ายกิจกรรม (K)

2. ประเมินพฤติกรรมที่สะท้อนการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายของข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (P)

3. ประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม และการตอบคำถามในชั้นเรียน (A)

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	ตรวจใบกิจกรรม	ประเมินใบกิจกรรม	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายโดยใช้สมการข้อความได้	ตรวจใบกิจกรรม	ประเมินใบกิจกรรม	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
3. นักเรียนมีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	สังเกตการตอบคำถาม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ได้ระดับคุณภาพพอใช้

สมรรถนะ	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	ตรวจใบกิจกรรม	ประเมินใบกิจกรรม	ได้ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป
C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ตรวจใบกิจกรรม	ประเมินใบกิจกรรม	ได้ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
A การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	อธิบายปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและครอบคลุม	อธิบายปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	อธิบายปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่เหมาะสมและไม่ครอบคลุม
C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	สามารถสรุปข้อมูลและนำเสนอได้อย่างเหมาะสมครอบคลุม แสดงให้เห็นถึงการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	สามารถสรุปข้อมูลและนำเสนอได้อย่างเหมาะสม แสดงให้เห็นถึงการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ไม่สามารถสรุปข้อมูลและนำเสนอได้อย่างเหมาะสมหรือไม่แสดงให้เห็นถึงการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การสังเกตพฤติกรรม

ดี ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง แสดงความคิดเห็นบ่อยครั้ง

พอใช้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง แสดงความคิดเห็นบางครั้ง

ปรับปรุง ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในการทดลองหรือแสดงความคิดเห็น

8. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

8.1 ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหาอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวจิตสุภา ฤกษ์อำนวยชัย
วัน เดือน ปีเกิด	20 ธันวาคม 2534
สถานที่เกิด	มีนบุรี กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่จบ พ.ศ. 2557
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ มีนบุรี กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	ครู

มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ