การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สรวีย์ นาคเกษม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สรวีย์ นาคเกษม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

A STUDY OF SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC PROBLEMS SOLVING USING PROBLEM-BASED LEARNING WITH STEM EDUCATION IN WORK AND ENERGY OF EIGHT GRADE STUDENTS

SORRAWEE NAKKASEM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF EDUCATION
IN SCIENCE TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY
2021

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ สรวีย์ นาคเกษม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

..... ประธาน
(ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)

..... กรรมการ
(ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

..... กรรมการ
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายุ ธีระวณิชตระกูล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

61920127: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์, การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สรวีย์ นาคเกษม : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (A STUDY OF SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC PROBLEMS SOLVING USING PROBLEM-BASED LEARNING WITH STEM EDUCATION IN WORK AND ENERGY OF EIGHT GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, กศ.ด., เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2564.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) ศึกษาขนาดของผลจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ได้มาจากวิธีการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้องเรียน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ 16 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .21-.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .24-.53 และค่าความเชื่อมั่นของ โลเวทท์ เท่ากับ .78 และ 3) แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .43 - .70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27- .80 และค่าความเชื่อมั่นของโลเวทท์ เท่ากับ .84 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าขนาดของผล

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่า 5.39 อยู่ในระดับมาก

4. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

6. ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่า 2.21 อยู่ในระดับมาก

61920127: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)
KEYWORDS: SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENCTIFIC PROBLEM SOLVING, PROBLEM-BASED LEARNING WITH STEM EDUCATION

SORRAWEE NAKKASEM : A STUDY OF SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC PROBLEMS SOLVING USING PROBLEM-BASED LEARNING WITH STEM EDUCATION IN WORK AND ENERGY OF EIGHT GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: THANAWUTH LATWONG, Ed.D., CHADE SIRISAWAT, Ed.D. 2021.

The purposes of this research were to: 1) study the science learning achievement of students before and after learning by using problem-based learning with STEM education, and after learning with the set criteria of 70 percent.; 2) study the scientific problem solving of students before and after learning by using problem-based learning with STEM education , and after learning with the set criteria of 70 percent. and 3) to study the effect size by using problem-based learning with STEM education on science learning achievement and scientific problem solving. The research target, derive by purposive selection, was 24 grade eight students who was studying in the first semester of the academic year 2020 at Wat Prachabamrungkit School. The research instruments consisted of: 1) 4 lesson plans, for 16 hours learning, based on problem-based learning with STEM education for grade eight students with validity between .67-1.00; 2) a science achievement test of 32 questions with difficulty index between .21–.73, power of discrimination between .24–.53, and Lovett's reliability of .78. and 3) a test on problem scientific solving of 20 questions with difficulty index between .43–.70, power of discrimination between .27–.80, and Lovett's reliability of .84. Data were analyzed with mean, standard deviation percentage and effect size.

The findings of this research were as follows:

1. the students' science learning achievement after learning by using problem-based learning with STEM education was higher than that of before.

2. the students' science learning achievement after learning by using problem-based learning with STEM education was higher than the set criteria of 70 percent.

3. the results of the effect size by using problem-based learning with STEM education On academic achievement in the science learning achievement of 5.39 in the high level.

4. the students' problem scientific solving after learning by using problem-based learning with STEM education was higher than that of before.

5. the students' problem scientific solving after learning by using problem-based learning with STEM education was higher than the set criteria of 70 percent.

6. the results of the effect size by using problem-based learning with STEM education On academic achievement in the scientific problem solving of 2.21 in the high level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการศึกษาหาความรู้ และดำเนินงานให้ความช่วยเหลือ สละเวลาตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจ ข้อคิดต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ และการดำเนินชีวิต ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน กรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ดร.สรพงษ์ เจริญกฤตยาวุฒิ อาจารย์ยงยุทธ มานะประดิษฐ์ และอาจารย์บุษรา อิสระกุล ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ สละเวลาในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผอ.ทวี เพชรพยอม ผอ.นิมิตร อิสระกุล คณะครูโรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ และโรงเรียนวัดจุกเฌอ ที่อำนวยความสะดวก ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมืออย่างดียิ่ง

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณแม่วาสนา นาคเกษม คุณพ่อนิกร นาคเกษม คุณณัฐพงศ์ นิชเปี่ยม และพี่ ๆ เพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจสำคัญคอยให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ราบรื่น และสำเร็จด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมี จากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาบุพการีบูรพาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สรวีย์ นาคเกษม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 1

ความเป็นมา และความสำคัญของการวิจัย 1

คำถามการวิจัย 7

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

ประโยชน์ที่ได้รับ 8

ขอบเขตการวิจัย 8

นิยามศัพท์เฉพาะ 10

บทที่ 2 15

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) 15

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) 35

การจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) 53

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 63

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 68

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 73
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 79
บทที่ 3 83
การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย 83
รูปแบบการวิจัย 83
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 84
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 84
วิธีการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 98
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 98
บทที่ 4 103
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 103
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 104
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 104
บทที่ 5 111
สรุปผลการวิจัย 112
อภิปรายผลการวิจัย 113
ข้อเสนอแนะ 117
บรรณานุกรม 119
ภาคผนวก 126
ภาคผนวก ก 127
ภาคผนวก ข 135
ภาคผนวก ค 162
ประวัติย่อของผู้วิจัย 202

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....23
ตารางที่ 2-2โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3.....27
ตารางที่ 2-3 ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลา ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน.....34
ตารางที่ 2-4 การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของผู้วิจัย.....64
ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design.....84
ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด แผนการจัดการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้
และจุดประสงค์การเรียนรู้.....85
ตารางที่ 3-3 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้อง ระหว่างจุดประสงค์
การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....91
ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน เพื่อสร้างจำนวน
สถานการณ์ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....96
ตารางที่ 4-1 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายด้าน ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ก่อนเรียน และหลังเรียน.....105
ตารางที่ 4-2 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับ
เกณฑ์ร้อยละ 70.....106
ตารางที่ 4-3 ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....107
ตารางที่ 4-4 คะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นและมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการจัดการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนหลังเรียน.....108
ตารางที่ 4-5 คะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับ
เกณฑ์ร้อยละ 70.....109

หน้า

ตารางที่ 4-6 ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การหาขนาดของผล (Effect Size).....110
ตารางที่ ข-1 ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 1 งานและกำลัง.....136
ตารางที่ ข-2 ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย 138
ตารางที่ ข-3 ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์.....140
ตารางที่ ข-4 ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 4 กฎการอนุรักษ์พลังงานกล.....142
ตารางที่ ข-5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....144
ตารางที่ ข-6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ข้อคำถามตรงกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการวัด.....147
ตารางที่ ข-7 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....149
ตารางที่ ข-8 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....153
ตารางที่ ข-9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน.....156
ตารางที่ ข-10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่ละด้าน ที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน.....157
ตารางที่ ข-11 คะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน.....159

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....8

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของการวิจัย

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 30) ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) พัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้เพื่อให้เป็นไปตาม พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 มาตรา 22 ได้กำหนดแนวการจัดการศึกษา โดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และมาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องนอกจากนี้ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาดังกล่าวเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในระดับที่สูงขึ้นและเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ (สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ, 2542, หน้า 12) และการที่จะขับเคลื่อนประเทศชาติให้ก้าวไปข้างหน้าได้ ผู้เรียนซึ่งเป็นกำลังหลักของชาติ จะต้องมีทักษะในการค้นหาความรู้ รู้จักคิด ใช้เหตุผล และสามารถนำองค์ความรู้ต่าง ๆ นั้น มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาในระดับสูง ใช้แก้ปัญหาที่มีความยากและสลับซับซ้อนได้ผลที่สุด และถือเป็นความสามารถที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการขยายตัวทาง

เศรษฐกิจมากขึ้น ทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนนำวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อพัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 1) ดังนั้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นทักษะที่มีความจำเป็น ในการช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้บุคคล ตลอดจนสังคม มีความสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต เพื่อเป็นรากฐานของการพัฒนาประเทศที่มั่นคงในศตวรรษที่ 21 ได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2557, หน้า 3) การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะต้องพัฒนาด้วยรูปแบบการสอนที่มีความถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากผลคะแนนเฉลี่ยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประเทศ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2559-2561 มีคะแนนเฉลี่ย 34.99, 32.28, 36.10 คะแนนตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 50 และยิ่งไปกว่านั้นค่าคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ มีคะแนนเฉลี่ย 32.20, 30.92, 33.36 คะแนนตามลำดับ จะเห็นได้ชัดว่าผลคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ มีค่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศทั้ง 3 ปีการศึกษา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) และจากข้อมูลการรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2561 พบว่าผลการประเมินสมรรถนะ 5 ด้าน คือ ความสามารถในการสื่อสาร, ความสามารถในการคิด, ความสามารถในการแก้ปัญหา, ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 181 คน มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมินในแต่ละด้านดังนี้ 177 , 165 , 165, 177 และ 177 คน ตามลำดับ และคิดเป็นร้อยละ 97.79, 91.16, 91.16, 97.79 และ 97.79 ตามลำดับ (รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR) , 2561, หน้า 14) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสมรรถนะทั้ง 5 ด้านของนักเรียนโรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ ถือว่าผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับมาก แต่ในด้านความสามารถในการคิด และการแก้ปัญหา มีจำนวนนักเรียนผ่านการประเมินน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้และทักษะการคิด การแก้ปัญหาที่ยังไม่ประสบผลสำเร็จ สะท้อนให้เห็นการจัดการศึกษา จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุง เพื่อพัฒนาศักยภาพ การคิดการแก้ปัญหา ของนักเรียนเพื่อให้สามารถใช้ชีวิตอยู่ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และมี

การแข่งขันของประชาคมต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล เต็มศักยภาพ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

จากประสบการณ์ตรงที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาส 1 ชั้น มีจำนวน 1 ห้องเรียน โดยมีผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คนต่อการสอนหลายห้อง พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังขาดการเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ขาดการบูรณาการความรู้อย่างเป็นระบบ เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งเน้นคำตอบมากกว่ากระบวนการในการหาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้มานั้นมักได้จากการจดจำคำตอบ แต่เมื่อเจอปัญหาหรือสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปจากเดิม นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหา โดยนำความรู้เชิงวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาของนักเรียนยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร (นิตยา อุ่นเจริญ, สัมภาษณ์, 2 ตุลาคม 2562) และในด้านความพร้อมต่อการเรียนรู้ รวมถึงพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน เป็นอุปสรรคหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียน เรียนไม่เข้าใจ เพราะครูสอนโดยใช้การบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ผู้เรียนขาดแรงกระตุ้น และความสนใจในการเรียน ดังนั้น ครูผู้สอนควรให้ผู้เรียน เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง (ธีรเดช เดชศักดา,สัมภาษณ์ , 1 ตุลาคม 2562) และเนื้อหาเรื่อง งานและพลังงาน ที่มีการสอนด้วยวิธีการบรรยาย การท่องจำสูตรเป็นหลัก ขาดการบูรณาการความรู้ และการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งงานมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ และพลังงานมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานของวัตถุ และสามารถทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น การทำให้วัตถุร้อนขึ้น การทำวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ มีการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหลายรูปแบบ เช่น พลังงานกล พลังงานความร้อน เป็นต้น ดังนั้นวิธีการจัดการเรียนรู้เรื่อง งานและพลังงาน ที่สอนด้วยการบรรยายเป็นสำคัญ จึงควรได้รับการปรับปรุง มีสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ฝึกการบูรณาการความรู้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักแก้ไขปัญหาอย่างมีความหมายด้วยตนเอง

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดของ ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสรัคติวิซึม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งดึงความรู้ตามศาสตร์ในสาขาที่ศึกษามาใช้ในการเรียนรู้ ดังนั้นการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจ และการแก้ปัญหาเป็นหลัก (มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2559) เป็นการเรียนการสอนที่เริ่มต้นด้วยปัญหา เพื่อ

เป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และไปแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อนำมาแก้ปัญหา ซึ่งอยู่บนพื้นฐานความต้องการของผู้เรียน เป็นกระบวนการที่คล้ายกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และให้ผู้เรียนมีการทำงานเป็นทีม และเป็นกระบวนการเรียนที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่อาจพบได้จริง โดยผ่านกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้นเพื่อทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผล (เจษฎายุทธ์ ไกรกลาง, 2560, หน้า 72) ดังนั้นการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนจัดให้ผู้เรียนไปเผชิญกับ สถานการณ์ปัญหาจริง หรือจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาแล้ว เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถนำไปใช้ได้ จึงเป็นสิ่งกระตุ้นทำให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา และยังช่วย ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต (ทิศนา แขมมณี, 2556, หน้า 134)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถเปลี่ยนแปลงผลการเรียน และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นไปในทางที่ดีขึ้น เช่น งานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐาน ของเจษฎายุทธ ไกรกลาง (2560, หน้า 71) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และคะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ งานวิจัยของ มัสยมาศ ด่านแก้ว (2557, หน้า 68) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องระบบร่างกายมนุษย์และสัตว์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ รุสดา จะปะเกีย (2557, หน้า 91) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สะท้อนให้เห็นว่าจากการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นตามลำดับ

นอกจากนี้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะสามารถช่วยส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ ซึ่งเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่าง 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นรูปธรรมโดยในสถานการณ์โลกปัจจุบัน จำเป็นต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนมีทักษะการทำงานกลุ่มและทักษะการสื่อสาร (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, หน้า 50) การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ประกอบความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชามาบูรณาการ เพื่อมุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง (อุปการ จีระพันธ์, 2556, หน้า 33)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิด และมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา หรือมโนทัศน์ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา และยังสามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อีกด้วย (Householder and Hailey, 2012, p.5) ซึ่งสิ่งสำคัญที่จะเกิดขึ้นกับตัวนักเรียนคือ ความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากปัญหาที่เกี่ยวกับการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นเป็นปัญหาที่ไม่มีวิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ตายตัว หรือที่เรียกว่า ill-structure problems นักเรียนจะต้องเรียนรู้วิธีการหรือกระบวนการที่จะนำไปสู่การค้นหาหนทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด (จรูญพงษ์ ชลสินธุ์, 2559, หน้า 19) สอดคล้องกับ ดารารัตน์ ชัยพิลา (2558, หน้า 78) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับดีและมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มากขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น การจัด

การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จึงเหมาะสมที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ การที่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมได้มากเท่าใด ก็จะทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งมากเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ตามแนวสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียน เรียนรู้จากการสร้างสิ่งที่มีความหมายกับตนเอง โดยผู้สอนจะเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติหรือสร้างงานที่ตนเองสนใจ ในขณะเดียวกันก็เปิดโอกาสให้สัมผัสและแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกในกลุ่ม เมื่อผู้เรียนสร้างบางสิ่งเท่ากับการสร้างความรู้ด้วยความรู้ใหม่นี้นำไปสร้างสิ่งต่าง ๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นไปอีก เกิดความรู้เพิ่มมากขึ้นด้วยและเป็นวงจรเสริมพลังภายในตนเองตนเอง (สุชิน เพ็ชรักษ์, 2544, หน้า16-17)

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ควรเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ หรือการให้ผู้เรียนได้เผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหา แล้วหาวิธีการแก้ไข ซึ่งสามารถจัดการเรียนรู้ได้หลายรูปแบบ ดังเช่น งานวิจัยของสมหวัง อังสนุ (2554) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 70.73 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนร้อยละ 78.04 ของนักเรียนทั้งหมดได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ งานวิจัยของ อาทิตย์ ฉิมกุล (2554) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนเท่ากับ 76.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75 จัดอยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนเท่ากับ 75.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 จัดอยู่ในระดับดี

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้ศึกษาค้นคว้าในฐานะครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้ตระหนักในปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ข้อเท็จจริงในผ่านกระบวนการวิเคราะห์ และรู้จักแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต การแก้ปัญหา และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้มีศักยภาพมากขึ้นด้วย

คำถามการวิจัย

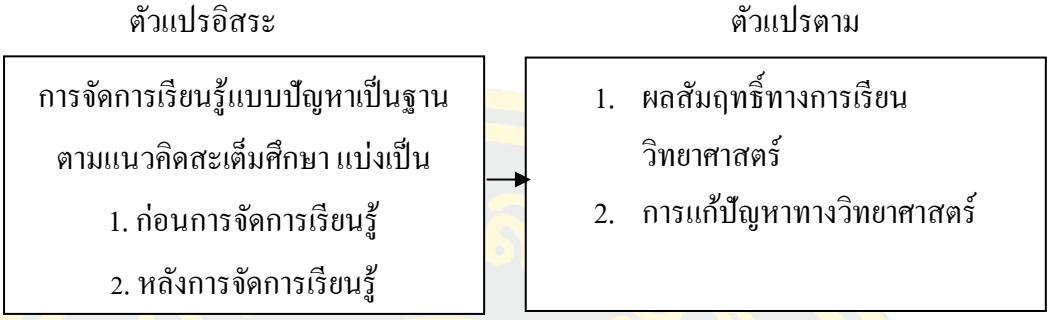
1. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่
2. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ส่งผลต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียน และหลังเรียน
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน
5. เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
6. เพื่อศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน

2. นักเรียนได้รับการพัฒนาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3. นักเรียนได้รับพัฒนาทักษะด้านสะเต็มศึกษา เพื่อเพิ่มศักยภาพการเป็นพลเมืองไทยแห่งศตวรรษที่ 21

4. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาเทคนิคการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5. สามารถนำหลักการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่น ๆหรือใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ไว้ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 24 คน

2. ตัวแปรในการวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง ดังนี้ 1) ก่อนการจัดการเรียนรู้ และ 2) หลังการจัดการเรียนรู้

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2.2 การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้เนื้อหา 4 สาขาวิชา คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ซึ่งอยู่ใน สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ จังหวัดฉะเชิงเทรา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อยดังต่อไปนี้

3.1.1 งานและกำลัง

3.1.2 เครื่องกลอย่างง่าย

3.1.3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์

3.1.4 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

3.2 เนื้อหาวิชาเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งอยู่ใน สาระที่ 4 เทคโนโลยี เน้นการออกแบบเทคโนโลยี การวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

3.3 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเน้นการนำความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานมาประยุกต์ใช้ ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ได้แก่ การคำนวณพื้นที่ผิว การคำนวณหาปริมาตรของรูปเรขาคณิต และการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น ได้แก่ ใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล นำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

3.4 เนื้อหาด้านวิศวกรรมศาสตร์ เน้นการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย

การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ประกอบด้วยการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง การทดลอง 16 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

นิยามศัพท์เฉพาะ

นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดการเรียนการสอนที่ต้องมีสถานการณ์ปัญหา ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เป็นจุดเริ่มต้นกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ ความอยากรู้ แสวงหาความรู้และเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหาที่หลากหลายด้วยตนเอง ภายใต้กระบวนการกลุ่ม มีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน จนเกิดการเรียนรู้ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดตามขั้นตอนของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, หน้า 8) มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยน ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด เพียงพอกับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่

เพียงพอ กลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนเพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้ นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องบูรณาการความรู้จาก 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2557) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

3. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา หรือ สถานการณ์ปัญหา เป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยบูรณาการความรู้ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในรูปแบบของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ที่มีความเหมาะสม และมีความเป็นไปได้มากที่สุด ให้เกิดประสิทธิภาพและเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ เกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ และวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใดใน การประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการของกลุ่มตนเอง โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด และทุกกลุ่มช่วย กันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้เรียนนำแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน เพื่อได้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

4. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยเป็นกระบวนการคิดอย่างมีขั้นตอนและต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์เดิมเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาด้วย สามารถวัดได้จากแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ โดยแต่ละสถานการณ์วัด และประเมินผลตามวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของเวียร์ (Weir, 1974) มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของสถานการณ์กำหนดให้

4.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์

4.3 ขั้นนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4.4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถบอกได้ถึงผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาตามวิธีที่เสนอรวมไปถึงข้อมูล หลักฐานที่ใช้ประกอบการพิจารณาแนวทางดังกล่าว

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ โดยวัดและประเมินผลความสามารถตามแนวคิดของคลอฟเฟอร์ (Klopfer, 1971) ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้

5.1 ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มา เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

5.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและ แปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.3 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

5.4 การนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

6. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกินร้อยละ 70 จัดว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับดีถึงดีมาก ซึ่งงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ยึดตามแนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)
3. การจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)
4. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ 4 สาระ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1-2)

สรุปได้ว่า การเรียนรู้ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ จะทำให้ผู้ที่เรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งที่สร้างสรรค์ โดยสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้กับธรรมชาติในการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งช่วยให้ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ และ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ได้นำสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ในมาตรฐาน ว 2.3 มาใช้ในการวิจัยในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไว้ดังนี้

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.2/1 ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจ

ว 1.2 ม.2/2 อธิบายกลไกการหายใจเข้าและออกโดยใช้แบบจำลองรวมทั้งอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส

ว 1.2 ม.2/3 ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหายใจโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหายใจให้ทำงานเป็นปกติ

ว 1.2 ม.2/4 ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไต

ว 1.2 ม.2/5 ตระหนักถึงความสำคัญของระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไตโดยการบอกแนวทางในการปฏิบัติตน ที่ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำหน้าที่ได้อย่างปกติ

ว 1.2 ม.2/6 บรรยาย โครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจหลอดเลือด และเลือด

ว 1.2 ม.2/7 อธิบายการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือด โดยใช้แบบจำลอง

ว 1.2 ม.2/8 ออกแบบการทดลองและทดลองในการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจขณะปกติและหลังทำกิจกรรม

ว 1.2 ม.2/9 ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือดโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดให้ทำงานเป็นปกติ

ว 1.2 ม.2/10 ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบประสาทส่วนกลาง ในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย

ว 1.2 ม.2/11 ตระหนักถึงความสำคัญของระบบประสาท โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษา รวมถึงการป้องกันการกระทบกระเทือนและอันตรายต่อสมองและไขสันหลัง

ว 1.2 ม.2/12 ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ของเพศชาย และเพศหญิงโดยใช้แบบจำลอง

ว 1.2 ม.2/13 อธิบายผลของฮอร์โมนเพศชาย และเพศหญิงที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว

ว 1.2 ม.2/14 ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาวโดยการดูแลรักษาร่างกายและจิตใจของตนเองในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลง

ว 1.2 ม.2/15 อธิบายการตกไข่ การมีประจำเดือน การปฏิสนธิ และ การพัฒนาของไซโกต จนคลอดเป็นทารก

ว 1.2 ม.2/16 เลือกวิธีการคุมกำเนิดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด

ว 1.2 ม.2/17 ตระหนักถึงผลกระทบของการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร โดยการประพฤติตนให้เหมาะสม

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโท กราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.1 ม.2/2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย

ว 2.1 ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

ว 2.1 ม.2/4 ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลายชนิดตัวทำละลายอุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสารรวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร โดยใช้สารสนเทศ

ว 2.1 ม.2/5 ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลายในหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร

ว 2.1 ม.2/6 ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารไปใช้โดยยกตัวอย่าง การใช้สารละลายในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.2/1 พยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นผลของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.2 ม.2/2 เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน

ว 2.2 ม.2/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลว

ว 2.2 ม.2/4 วิเคราะห์แรงพยุงและการจม การลอยของวัตถุในของเหลวจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.2 ม.2/5 เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว

ว 2.2 ม.2/6 อธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์จากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.2 ม.2/7 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ ขนาดของแรงเสียดทาน

ว 2.2 ม.2/8 เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ

ว 2.2 ม.2/9 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องแรงเสียดทานโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานที่เป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

ว 2.2 ม.2/10 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายโมเมนต์ของแรง เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และคำนวณโดยใช้สมการ $M = Fl$

ว 2.2 ม.2/11 เปรียบเทียบแหล่งของสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วงและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแต่ละสนามจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.2 ม.2/12 เขียนแผนภาพแสดงแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้าและแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ

ว 2.2 ม.2/13 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงแม่เหล็กแรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามนั้น ๆ กับระยะห่างจากแหล่งของสนามถึงวัตถุจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.2 ม.2/14 อธิบายและคำนวณอัตราเร็วและความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้สมการ $v = \frac{s}{t}$ และ $\bar{v} = \frac{\bar{s}}{t}$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.2 ม.2/15 เขียนแผนภาพแสดงการกระจัดและความเร็ว

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.2/1 วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.3 ม.2/2 วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.3 ม.2/3 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่ายโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ว 2.3 ม.2/4 ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง

ว 2.3 ม.2/5 แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.3 ม.2/6 วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลกรวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.2/1 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดสมบัติ และการใช้ประโยชน์รวมทั้งอธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์จากข้อมูล ที่รวบรวมได้

ว 3.2 ม.2/2 แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

ว 3.2 ม.2/3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น

ว 3.2 ม.2/4 สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 3.2 ม.2/5 อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลองรวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

ว 3.2 ม.2/6 อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดินจากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน

ว 3.2 ม.2/7 ตรวจวัดสมบัติบางประการของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน

ว 3.2 ม.2/8 อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง

ว 3.2 ม.2/9 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำและนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง

ว 3.2 ม.2/10 สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 4.1 ม.2/1 คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นโดยพิจารณาจากสาเหตุ หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และวิเคราะห์เปรียบเทียบ ตัดสินใจเลือกใช้ เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

ว 4.1 ม.2/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่นสรุปกรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ว 4.1 ม.2/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจวางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

ว 4.1 ม.2/4 ทดสอบประเมินผล และอธิบายปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้ง หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา

ว 4.1 ม.2/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไกไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด

ว 4.2 ม.2/1 ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่พบในชีวิตจริง

ว 4.2 ม.2/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมที่ใช้ตรรกะและฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

ว 4.2 ม.2/3 อภิปรายองค์ประกอบและหลักการ ทำงานของระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสารเพื่อประยุกต์ใช้งานหรือแก้ปัญหาเบื้องต้น

ว 4.2 ม.2/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยมีความรับผิดชอบ สร้างและแสดงสิทธิในการเผยแพร่ผลงาน

ในงานวิจัยครั้งนี้ มีเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัยอยู่ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางไว้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 2.3 ม.2/1 วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	• เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยแรงอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่จะเกิดงาน งานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของแรงและระยะทางในแนวเดียวกับแรง • งานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า กำลัง หลักการของงานนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่าง ง่าย ได้แก่ คาน พื้นเอียง รอก เดี่ยว ลิ่ม สกรู ล้อและเพลา ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ในชีวิต ประจำวัน
ว 2.3 ม.2/2 วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้	
ว 2.3 ม.2/3 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่ายโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	
ว 2.3 ม.2/4 ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	• พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่เคลื่อนที่ พลังงานจลน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวล และ อัตราเร็ว ส่วนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับ ตำแหน่งของวัตถุ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวล และตำแหน่งของวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ใน

ตาราง 2-1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	สนามโน้มถ่วง วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานกล
ว 2.3 ม.2/5 แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว จากข้อมูลที่รวบรวมได้	• ผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ เป็นพลังงานกล พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุหนึ่ง ๆ สามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้ โดยผลรวมของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์มีค่าคงตัว นั่นคือ พลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว
ว 2.3 ม.2/6 วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน	• พลังงานรวมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งอาจเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง เช่นพลังงานกล เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานแสง เนื่องมาจาก แรงเสียดทาน พลังงานเคมีในอาหารเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ไปใช้ในการทำงานของสิ่งมีชีวิต • นอกจากนี้พลังงานยังสามารถถ่ายโอนไปยังอีกระบบหนึ่งหรือได้รับพลังงานจากระบบอื่นได้ เช่น การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารการถ่ายโอนพลังงานของการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงไปยังผู้ฟัง ทั้งการเปลี่ยนพลังงานและการถ่ายโอนพลังงาน พลังงานรวมทั้งหมดมีค่าเท่าเดิมตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาในงานวิจัย คือรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ซึ่งอยู่ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ จังหวัดฉะเชิงเทรา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วย คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด และโครงสร้างรายวิชา ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว 22102 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา อธิบายและวิเคราะห์เกี่ยวกับการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง การเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว การเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน กระบวนการเกิดสมบัติ ผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท แนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น กระบวนการผุพังอยู่กับที่การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน รวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลก เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดิน ปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน สมบัติบางประการของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม แนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน ปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง การใช้น้ำและแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง กระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ สำรวจ อธิบาย อภิปราย สืบค้นและเปรียบเทียบ ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่อง ที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้ นำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ คำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการ สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ตรวจวัดสมบัติบางประการของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำและนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด

เพื่อให้ผู้เรียนเกิด ความรู้ นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารไปใช้โดยยกตัวอย่าง การใช้สารละลายในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.2/1 , ม.2/2 , ม.2/3, ม.2/4, ม.2/5, ม.2/6

ว 2.3 ม.2/1 , ม.2/2, ม.2/3, ม.2/4, ม.2/5, ม.2/6

ว 3.2 ม.2/1 , ม.2/2, ม.2/3, ม.2/4, ม.2/5, ม.2/6,ม.2/7, ม.2/8, ม.2/9, ม.2/10

รวมทั้งหมด 22 ตัวชี้วัด

โครงสร้างรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้กำหนดโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3 มีทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
1. การแยกสาร	ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ว 2.1 ม.2/2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	การแยกสารผสม - อธิบายและทำการแยกสารผสม 1. การระเหยแห้ง 2. การตกผลึก 3. การกลั่นอย่างง่าย 4. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ 5. การสกัดด้วยตัวทำละลาย 6. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	12	15
	ว 2.1 ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	การแยกสารผสม - การนำวิธีการแยกสารผสมไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม		

ตาราง 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
2. โลกและการเปลี่ยนแปลง	ว 3.2 ม.2/4 สร้างแบบจำลอง ที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้	โครงสร้างภายในโลก - อธิบายและสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลก	23	20
	ว 3.2 ม.2/5 อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลองรวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	กระบวนการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก - อธิบายการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง - ยกตัวอย่างผลของกระบวนการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก		
	ว 3.2 ม.2/6 อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดินจากแบบจำลองรวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	ลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน - อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดินจากแบบจำลอง - ระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน		

ตาราง 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
	ว 3.2 ม.2/7 ตรวจวัดสมบัติบางประการของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม และนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน	สมบัติบางประการของดิน - ตรวจวัดสมบัติบางประการของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม - นำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน		
	ว 3.2 ม.2/8 อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง	แหล่งน้ำผิวดิน - อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน - อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดิน		
	ว 3.2 ม.2/9 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำและนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	การใช้น้ำ - สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำ - นำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืน		

ตาราง 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
	ว 3.2 ม.2/10 สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	ผลกระทบของน้ำ - อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำ		
3. ทรัพยากรพลังงาน	ว 3.2 ม.2/1 เปรียบเทียบกระบวนการเกิด สมบัติ และการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้	เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ - เปรียบเทียบกระบวนการเกิด สมบัติ และการใช้ประโยชน์ - อธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	9	15
	ว 3.2 ม.2/2 แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	ผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ - ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม - ผลต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของโลก - การเลือกใช้พลังงานทดแทนหรือเทคโนโลยีที่ลดการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์		

ตาราง 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
	ว 3.2 ม.2/3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น	ข้อดีและข้อจำกัด เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์		
4. งานและพลังงาน	ว 2.3 ม.2/1 วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	งานและกำลัง - ความหมายของงานและกำลัง - การคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลัง - วิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับงานและกำลัง	16	20

ตาราง 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
	ว 2.3 ม.2/2 วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ว 2.3 ม.2/3 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่ายโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	เครื่องกลอย่างง่าย - หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย - การนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน		
	ว 2.3 ม.2/4 ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	พลังงานจลน์,พลังงานศักย์โน้มถ่วง - ความหมายของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง - ออกแบบการทดลองและทดลองปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง		
	ว 2.3 ม.2/5 แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและ	กฎการอนุรักษ์พลังงาน - ความหมายของพลังงานกลและ การเปลี่ยนแปลง พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง - ความหมายของ		

ตาราง 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
	พลังงาน จลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว จากข้อมูลที่รวบรวมได้ ว 2.3 ม.2/6 วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน	กฎการอนุรักษ์พลังงาน - ออกแบบและทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน		
	รวมตลอดภาคเรียน		60	100

ผู้วิจัยกำหนดเนื้อหาในการวิจัย คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 4 เรื่อง โดยคัดเลือกสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือ งานและกำลังเครื่องกลอย่างง่าย พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ และกฎการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งหมด 16 คาบ ซึ่งมีตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลา ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลา ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
4. งานและพลังงาน	ว 2.3 ม.2/1 วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้สมการ W = Fs และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	งานและกำลัง - ความหมายของงานและกำลัง - การคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลัง - วิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับงานและกำลัง	3	5
	ว 2.3 ม.2/2 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่ายโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	เครื่องกลอย่างง่าย - หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย - การนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	3	5
	ว 2.3 ม.2/4 ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	พลังงานจลน์,พลังงานศักย์โน้มถ่วง - ความหมายของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง - ออกแบบการทดลองและทดลองปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	3	5

ตาราง 2-3 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
	ว 2.3 ม.2/5 แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว จากข้อมูลที่รวบรวมได้ ว 2.3 ม.2/6 วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน	กฎการอนุรักษ์พลังงาน - ความหมายของพลังงานกล และการเปลี่ยนแปลง พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง - ความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงาน - ออกแบบและทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน	4	5
	รวม		16	20

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)

ประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดของนักการศึกษาในช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 John Dewey นักการศึกษา ชาวอเมริกันเป็นผู้ต้นคิดวิธีสอนแบบแก้ปัญหา และเป็นผู้เสนอแนวคิดว่า การเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วยตนเอง แนวคิดของ John Dewey ได้นำไปสู่แนวคิดในการสอนรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แนวคิดของ PBL (Problem -Based Learning) ก็มีรากฐานแนวความคิดจาก Dewey เช่นเดียวกัน (มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, หน้า 14-15) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานพัฒนาขึ้นครั้งแรก โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพของมหาวิทยาลัย McMaster ประเทศแคนนาดา โดยนำมาใช้ในกระบวนการติวให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด วิธีดังกล่าวนี้ได้กลายเป็นรูปแบบที่ทำให้มหาวิทยาลัยใน สหรัฐอเมริกานำไปใช้เป็นแบบอย่างบ้าง โดยเริ่มจากปลาย ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัย Case

Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรก และได้จัดตั้งเป็นห้องทดลองพหุ-วิทยาการเพื่อเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับ รูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้น ได้กลายมาเห็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย ในช่วงปลายศตวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ ที่ใช้ Problem -Based Learning ในการสอนเป็นครั้งแรก ทำให้ มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลก

ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เกิดจากแนวคิดว่า การเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วยตนเอง และได้พัฒนาขึ้นครั้งแรก โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพของมหาวิทยาลัย McMaster ประเทศแคนนาดา และประเทศไทยการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับหลักสูตรแพทยศาสตร์บัณฑิตนับตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2499 ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่ ส่งเสริมนิสัยในการศึกษาด้วยตนเองไปตลอดชีวิตแห่งวิชาชีพ และส่งเสริมคุณลักษณะที่คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น คิดอย่างวิทยาศาสตร์และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งนี้รวมถึงการจัดหลักสูตรที่เป็นแบบบูรณาการ โดยให้เรียนด้วยตนเองมากขึ้นและ ขณะเดียวกันก็ลดการบรรยายให้น้อยลง

ความหมายของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากภาษาอังกฤษว่า Problem-Based Learning มีนักการศึกษาหลายคนได้ให้ชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียน รู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้จากปัญหา และการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 และมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีสอนที่ท้าทายให้นักเรียนเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถทำงานกลุ่มเพื่อแสวงหาคำตอบในปัญหาที่เกี่ยวกับบริบทชีวิตจริง โดยปัญหาเหล่านี้ใช้เพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน และเพื่อให้เกิดการเริ่มต้นของการเรียนรู้ในวิชานั้น ๆ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเตรียมและฝึกนักเรียนให้เป็นผู้คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา (Duch, 2000, pp.66-68)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้าง ความเข้าใจหรือหาทางแก้ปัญหาที่ได้ประสบ เป็นการนำสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่มี

แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับกิจกรรมการเรียนรู้โดยอยู่บนพื้นฐานความต้องการของผู้เรียนที่จะเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรมส่งผลให้ผู้เรียน เข้าใจปัญหา เห็นทางเลือกในการแก้ปัญหา เกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา (บุญนำ อินทนนท์, 2551, หน้า 13)

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแบบหนึ่งเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิด โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นจุดเริ่มต้นเพื่อกระตุ้นแรงจูงใจ เร้าความสนใจเพื่อเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งปัญหานั้นต้องเป็นปัญหาที่มาจากตัวผู้เรียน เป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ ต้องการแสวงหา ค้นคว้าคำตอบ และหาเหตุผลมาแก้ปัญหา หรือทำให้ปัญหานั้นชัดเจนจนมองเห็นแนวทางแก้ไข ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้สามารถผสมผสานความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่สำคัญการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะส่งเสริมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นของผู้เรียน (วัชรา เล่าเรียนดี, 2550, หน้า 94)

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตามแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เป็นการค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยให้นักเรียนช่วยกันแสวงหาความรู้ และคิดแก้ปัญหาและผู้สอนเป็นผู้คอยให้การสนับสนุนในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขากลุ่มสาระที่ตนศึกษาด้วย ดังนั้นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก (วัลลี สัตยาศัย, 2547, หน้า 16)

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ ขบวนการที่แสวงหาความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติ จากสถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน เป็นการรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์นั้น ๆ เป็นกระบวนการทางการศึกษาที่ออกแบบอย่างเหมาะสมและกระตุ้นเร้าให้เกิดการเรียนรู้ แต่ควรให้โอกาสผู้เรียนในการฝึกวิเคราะห์ใช้เหตุผลอย่างต่อเนื่อง และสร้างโครงความคิดของผู้เรียนอย่างมีแบบแผน (สุปรียา วงษ์ตระหง่าน, 2546, หน้า 33)

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาที่ตนศึกษาด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก (มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, หน้า 13)

ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วย ที่สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานความต้องการของผู้เรียน และได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม แล้วนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาร่วมกันอภิปราย โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและสนับสนุนในการเรียน

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่เริ่มต้นด้วยปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้อยากเห็น และต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว ซึ่งแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีนักการศึกษาได้ให้ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Hmelo & Evenson (2000 อ้างถึงใน บุญนำ อินทนนท์, 2551, หน้า 13) ได้สนับสนุนว่า การเรียนรู้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ เพียเจต์ และ ไวก้อตสกี้ โดยเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญา ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้าง สติปัญญา โดยให้ประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่

Schmidit (1983, p.11-12) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีหลักการ 3 ประการ คือ

1. ความรู้เดิม (Prior Knowledge) การเรียนสิ่งใหม่เป็นผลมาจากเรียนที่ผ่านมา ความรู้เดิมของผู้เรียนจึงมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจและสร้างความรู้ใหม่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียน

2. การเสริมความรู้ใหม่ (Encoding Specificity) ประสบการณ์ที่จัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความรู้ใหม่มากขึ้น ถ้ายิ่งมีความคล้ายคลึงกันระหว่างสิ่งที่เรียนมา และสิ่งที่จะนำไปประยุกต์ใช้มากเท่าไรก็จะยิ่งเรียนรู้ได้ดีมากขึ้นเท่านั้น

3. การต่อเติมความเข้าใจให้สมบูรณ์ (Elaboration of Knowledge) ความเข้าใจ ข้อมูลต่าง ๆ จะสมบูรณ์ได้ถ้าหากมีการต่อเติมความเข้าใจด้วยการตอบคำถาม การอภิปรายกับผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย

Gijselaers (1996, p. 4) กล่าวถึง หลักการของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้าง ไม่ใช่กระบวนการรับ การเรียนรู้ที่เกิดจากการ สร้างความรู้เชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายมโนทัศน์ที่มีความหมาย จะช่วยในการจำและระลึกข้อมูลซึ่งความรู้เดิมนี้จะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่

2. เมตาค๊อกนิชั่น (Metacognition) เป็นองค์ประกอบของทักษะที่จำเป็นสำหรับ การเรียน มีผลกับการเรียน การตั้งเป้าหมายว่าจะทำสิ่งใด การเลือกวิธีการว่าจะทำอย่างไร และการประเมินผลว่าสิ่งนั้นได้ผลหรือไม่ เป็นการตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง

3. ปัจจัยทางสังคมและสภาพแวดล้อม ทำให้ผู้เรียนได้ประสบปัญหาที่เป็นจริง หรือ การได้ปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีพ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา ปัจจัยทางสังคมมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล การทำงานเป็นกลุ่มทำให้มีการแสดงและแลกเปลี่ยนความคิดก่อให้เกิดทางเลือกหลายแนวทาง

ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์ (2531, หน้า 3-4) กล่าวถึง แนวคิดของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีอยู่ 2 ประการ คือ การเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student- Centered Learning) และการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (Individualized Learning) ซึ่งสรุป ได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีแนวคิดอยู่บนพื้นฐานทฤษฎีมนุษยนิยมของ Rogers ซึ่งมีความเชื่อว่าเป็นเป้าหมายของการศึกษา คือการอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียน เห็นการเปลี่ยนแปลงในโลก และเกิดการเรียนรู้ การที่คนเราอยู่ในโลกที่สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องได้อย่างมั่งคงนั้น คนต้องเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร เนื่องจากไม่มีความรู้ใดที่มั่นคง ดังนั้น การที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการแสวงหาความรู้เท่านั้นจึงจะทำให้เกิดพื้นฐานที่มั่นคง ซึ่ง Rogers ได้เน้น ความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) เพราะถือว่าในการเปลี่ยนแปลงนั้น กระบวนการสำคัญกว่าความรู้ที่หยุดนิ่ง เป้าหมายของการศึกษา คือ การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้บุคคลมีพัฒนาการและเจริญเติบโตไปสู่การทำงานได้เต็มศักยภาพ

2. การเรียนรู้แบบเอกัตภาพ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกันให้กับกลุ่มผู้เรียน เทคนิคการสอนอาจใช้อย่างเดียวหรือหลายอย่างร่วมกันโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนระบุเป้าหมาย เลือกวิธีการเรียน สื่อและอุปกรณ์การเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน การเรียนรู้แบบเอกัตภาพ ไม่สามารถจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แม้ว่าการเรียนแบบนี้จะได้ผลดีมาก แต่จะทำให้ผู้เรียนเป็นผู้คับแคบ ซึ่งในการทำงานใด ๆ จะสำเร็จได้ดีต้องอาศัยความร่วมมือของทีมงาน โดยเฉพาะบุคลากรทางการแพทย์ ต้องมีผู้ร่วมงานในทีมสุขภาพหลายระดับ วิธีสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงใช้การเรียนเป็นกลุ่มโดยให้ผู้สอนอยู่ด้วย เพื่อทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ให้เกิดการเรียนรู้ในกลุ่มมาเป็นหลักในการเรียน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนที่เป็นกระบวนการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความรู้ที่มีอยู่ ซึ่งแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้

1. ทฤษฎีสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piajet และ Vygotsky ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง ความรู้ด้วยตนเอง กระบวนสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ (Gijselaers,1996, p.13)

2. ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศหรือข้อมูลข่าวสาร (Information Processing Theories) มีความคิดพื้นฐานว่าในการเรียนรู้สิ่งใด ๆ ก็ตามผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราความเร็วของ การเรียนรู้และขั้นตอนของการเรียนรู้ได้ และการเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียนทั้ง ทางด้านปริมาณและคุณภาพ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2541, หน้า 220) ซึ่งสนับสนุนโดย Hmelo & Lin กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการประมวลสารสนเทศหรือข้อมูล ข่าวสาร คือเป็นการนำข้อมูลข่าวสารหรือสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา (Hmelo & Lin, 2000 , pp. 231-232)

3. ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม (Sociocultural Theories) เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการฝึกงานทางพุทธิปัญญา (Cognitive Apprenticeship) ซึ่งสนับสนุนโดย Hmelo & Lin กล่าวว่า ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรมซึ่งเป็นทฤษฎีที่สนับสนุนการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Hmelo and Lin, 2000, pp. 231-232 อ้างถึงใน อาภรณ์ แสงรัศมี, 2543, หน้า 16)

ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดพื้นฐานมาจาก กระบวนการสร้างความรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้เป็นไปตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับสภาพปัญหาจริง ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับดูดซึมประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างให้เข้ากับประสบการณ์นั้น ๆ สามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะที่สำคัญ ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ดังนี้

Dolmans & Schmidt (1995, หน้า 1) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยรูปแบบปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดให้ผู้เรียนพบกับปัญหาในกลุ่มย่อย ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอนประจำกลุ่ม ปัญหาส่วนมากเป็นการบรรยายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่สามารถรับรู้ในสภาพที่เป็นจริง ปรากฏการณ์จะถูกอธิบายโดยกลุ่มย่อยบนพื้นฐานของหลักการ กลไกการทำงานหรือกระบวนการ

ทิศนา แขมมณี (2556, หน้า 138) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือตามความต้องการของผู้เรียน

2. ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาอย่างแท้จริง หรือผู้สอนมีการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา

3. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา

4. ผู้เรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน

5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

6. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีการพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม

7. ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

8. ผู้เรียนลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล

9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา

10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการของผู้เรียน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 2-3) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนรูปแบบปัญหาเป็นฐาน (Problem– Based Learning) ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ต้องมีสถานการณ์ปัญหา และเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหา กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ โดยปัญหานั้นควรเป็นปัญหาที่พบได้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อให้มองเห็นถึงประโยชน์อย่างแท้จริง ผู้เรียนค้นหาและแสวงหาความรู้ ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบตนเอง กล่าวคือต้องรู้จักวางแผนการเรียนด้วยตนเอง มีการบริหารเวลารวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนมีการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อร่วมกันค้นหาความรู้ ส่งเสริมให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล เชื่อถือได้ เรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคลและฝึกควบคุมตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม เนื่องจากความรู้มีหลากหลายมาก ดังนั้นเนื้อหาที่ได้มาจะถูกนำมาวิเคราะห์โดยกลุ่มและมีการสังเคราะห์ร่วมกันเพื่อให้ตกผลึกเป็นความรู้ของกลุ่ม ส่วนการประเมินผลเป็นลักษณะการประเมินผลที่เกิดจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าในการทำงานของตัวผู้เรียนเอง

วัลลี สัตยาศัย (2547, หน้า 16) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสรุปได้ ดังนี้

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

2. การเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยความหลากหลายของบุคคลต่าง ๆ

3. มีผู้สอนประจำกลุ่มเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือแนะแนวทาง ไม่บอกข้อมูล และไม่สอนแบบบรรยาย ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือผิด และสิ่งใดที่ผู้เรียนต้องศึกษาหรืออ่านแต่มีบทบาทในการตั้งคำถามให้ผู้เรียนถามตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. รูปแบบของปัญหามุ่งให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียนที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้

หาทางแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และ รวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่าง ๆ

5. ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก

6. ความรู้ใหม่ได้มาโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น อภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน และโต้แย้งสิ่งที่เรียน

7. ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน ปัญหา 1 ปัญหาอาจมีคำตอบได้ หลายคำตอบหรือมีทางแก้ไขปัญหาได้หลายทาง (Ill - structured problem)

8. ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (self-directed - learning)

9. ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (authentic - assessment)

10. ผู้เรียนมีโอกาสขยายและต่อเติมความรู้ความเข้าใจให้สมบูรณ์และเป็นระบบ

11. เป็นการเรียนที่เริ่มต้นด้วยปัญหา ซึ่งรูปแบบของการเรียนจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา

12. ครูเป็นผู้ฝึกสอนทางความคิด แทนการเป็นผู้เชี่ยวชาญหรือผู้สั่งสอนมีบทบาทที่ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคำถาม ระหว่างการระบุปัญหา การจำกัดข้อมูล การวิเคราะห์ สังเคราะห์โดยผ่านการตีความที่มีศักยภาพและการแก้ปัญหา

ดังนั้น สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนด้วยรูปแบบปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดการเรียนการสอนที่ต้องมีสถานการณ์ปัญหา ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เป็นจุดเริ่มต้นกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ ความอยากรู้ แสวงหาความรู้และเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหาที่หลากหลายด้วยตนเอง ภายใต้กระบวนการกลุ่ม มีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน จนเกิดการเรียนรู้ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

Delisle (1997, pp. 26-36) เสนอกระบวนการ เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยง ความรู้เดิมกับประสบการณ์ของผู้เรียนหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้

ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้ผู้สอนต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย แล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

2. การกำหนดกรอบการศึกษา (Setting up the structure) ผู้เรียนอ่านข้อมูลและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา จากนั้นร่วมกันวางแนวทางในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดกรอบการศึกษา 4 กรอบ ดังนี้

2.1 แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas) คือวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

2.2 ข้อเท็จจริง (Facts) คือ ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็น ความรู้หรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกัน หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

2.3 ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาแต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะอยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยามหรือประเด็นการศึกษาอื่น ๆ ที่ต้องการทราบ

2.4 วิธีการศึกษาค้นคว้า (Action Plan) คือวิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

3. การดำเนินการศึกษาค้นคว้า (Visiting the Problem) แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการศึกษาค้นคว้า และดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

4. รวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งว่าข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่น่าสนใจมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรจะตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดการตัดสินใจ รวมทั้งผู้เรียนจะค้นพบแนวทาง ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

5. สร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a Product or Performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้วแต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม

6. ประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุด ผู้เรียนประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเอง ของกลุ่มและคุณภาพของปัญหา และผู้สอนประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน

Good (1973, pp. 25 - 30) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจ ข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่ม หรือทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราหรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

2. กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ ที่กล่าวถึงในปัญหานั้น

3. กลุ่มผู้เรียนระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ รวมถึงอธิบายความเชื่อมโยงต่าง ๆ ของข้อมูลหรือปัญหา

4. กลุ่มผู้เรียนกำหนดและจัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน พยายามหาเหตุผล ที่จะอธิบายปัญหาหรือข้อมูลที่พบ โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน การแสดงความคิดอย่างมีเหตุผลตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผลสำหรับปัญหานั้น

5. กลุ่มผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อมูลหรือความรู้ที่จะอธิบายหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวน ส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม

6. ผู้เรียนค้นคว้ารวบรวมสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. จากรายงานข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้มา กลุ่มผู้เรียนนำมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการและประเมินผลการเรียนรู้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 8) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยน ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด เพียงพอกับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอ กลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนเพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้ นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

วัลลี สัตยาศัย (2547, หน้า 17-19) กล่าวถึง ขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับศัพท์และมโนทัศน์ (Clarify terms and concepts not readily comprehension) ผู้เรียนจะต้องพยายามทำความเข้าใจกับคำศัพท์ หรือมโนทัศน์ของโจทย์ปัญหาที่ได้รับก่อน หากมีคำศัพท์ หรือมโนทัศน์ใดที่ยังไม่เข้าใจ หรือเข้าใจไม่ตรงกัน จะต้องพยายามหาคำอธิบายให้ชัดเจนโดยใช้ความรู้เดิมของสมาชิกในกลุ่มหรือในบางกรณีอาจต้องใช้พจนานุกรมมาใช้ในการอธิบาย

2. ระบุปัญหา (Define the problem) หลังจากที่ได้ทำความเข้าใจกับคำศัพท์ หรือ มโนทัศน์ในขั้นตอนแรกแล้ว กลุ่มผู้เรียนจะต้องช่วยกันระบุปัญหาจากโจทย์ปัญหาดังกล่าว โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาที่ตรงกันหรือสอดคล้องกัน

3. วิเคราะห์ปัญหา (Analyze the problem) สมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยกันระดม สมอง วิเคราะห์ปัญหาและหาเหตุผลมาอธิบาย โดยอาศัยความรู้เดิมของสมาชิกในกลุ่ม เป็นการใช้ brain-storming ในการคิดอย่างมีเหตุผล สรุปรวบรวมความรู้และแนวคิดของสมาชิกเกี่ยวกับ ขบวนการและกลไกการเกิดปัญหา เพื่อที่จะนำไปสู่การสร้างสมมุติฐานต่าง ๆ (hypothesis) อัน สมเหตุสมผลสำหรับใช้ในการแก้ปัญหานั้น

4. การตั้งและจัดลำดับความสำคัญของสมมุติฐาน (Identify the priority of hypotheses Formulate hypotheses) หลังจากที่ได้วิเคราะห์แล้ว สมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันตั้ง สมมติฐานที่เชื่อมโยงปัญหาดังกล่าวตามที่ได้วิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3 แล้วนำสมมติฐานดังกล่าวมาจัดเรียงลำดับความสำคัญ โดยอาศัยข้อมูลสนับสนุนจากความจริงและความรู้เดิมของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อพิจารณาหาข้อยุติสำหรับสมมติฐานที่สามารถปฏิเสธได้ในขั้นต้น และคัดเลือกสมมติฐานที่สำคัญที่จำเป็นต้องแสวงหาความรู้มาเพิ่มเติมต่อไป

5. สร้างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Formulate learning objective) สมาชิกในกลุ่มจะร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมที่จำเป็น เพื่อนำมาใช้ในการพิสูจน์หรือล้มล้างสมมติฐานที่ได้คัดเลือกไว้

6. แสวงหาความรู้เพิ่มเติมนอกกลุ่ม (Collect additional information outside the group) สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะมีหน้าที่รับผิดชอบในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมตาม วัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

7. สังเคราะห์ข้อมูลและพิสูจน์สมมติฐาน (Synthesize and test newly acquired information) สมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลที่หามาได้เพื่อพิสูจน์สมติฐานที่วางไว้ สรุปผลการเรียนรู้ที่ได้มาจากการศึกษาปัญหา รวมทั้งแนวทางในการนำความรู้ หลักการไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไป

ดังนั้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เริ่มจากการกำหนดปัญหา จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้เป็นอันดับแรก จากนั้นทำความเข้าใจกับปัญหา โดยช่วยกันวิเคราะห์ ระดมสมอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาวิธีการในการหาคำตอบ และสร้างเป็นประเด็นการเรียนรู้ขึ้นมา จากนั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม แล้วนำข้อค้นพบมารวบรวม

แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ ความรู้ที่ได้ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด แล้วทำการสรุปประเมินค่าหาคำตอบ เพื่อนำเสนอและประเมินผลงาน กับเพื่อนในชั้นเรียนต่อไป โดยผู้วิจัยจะยึดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 2-3) มี 6 ขั้น ดังนี้ กำหนดปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา ดำเนินการศึกษาค้นคว้า สังเคราะห์ความรู้ สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นำเสนอและประเมินผลงาน

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

บทบาทของผู้สอน

บทบาทของผู้สอนประจำกลุ่มในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นผู้ฝึกสอนทางความคิดแทนที่จะเป็นผู้เชี่ยวชาญหรือผู้สั่งสอน ให้อำนาจแก่ผู้เรียน เป็นผู้กระตุ้นการเรียนทำให้ผู้เรียนเข้าใจคำถามและเกิดความคิด ชี้แนะการอภิปรายระหว่างผู้เรียนด้วยกันไปในแนวทางที่จะทำให้ เกิดความคิดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและให้ข้อมูลหรือเนื้อหาทางวิชาการที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนะแนวทางด้วยวิธีการตรงหรือทางอ้อมเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและหาวิธีการประเมินผลให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (Gallagher, 1995, p. 138; Allen, et al., 1996, p.45; อ้างถึงใน ซาฟีนา หลักแหล่ง, 2552, หน้า 32)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 9-13) สรุปบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลเข้าใจศักยภาพของผู้เรียน เพื่อสามารถให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเมื่อทุกเวลา

3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำ ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง

4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และการติดตาม ประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน

5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุน สื่ออุปกรณ์เรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียม ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา

7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้

8. ผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริงให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (ซาฟีนา หลักแหล่ง, 2552, หน้า 32)

1. เป็นผู้คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากค้นคว้าหาความรู้ในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้การวิธีการตั้งคำถามที่เหมาะสม และเป็นคำถามปลายเปิดที่ต้องการคำอธิบาย

2. เป็นผู้แนะนำและช่วยสนับสนุนด้านสื่ออุปกรณ์ หนังสือ หรือเอกสารที่ให้ ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบที่ต้องการได้ โดยที่ผู้เรียนจะต้องไปศึกษาด้วยตนเอง

3. เป็นผู้คอยกำกับดูแลให้ผู้เรียนในกลุ่มได้แสดงความรู้ที่ตนค้นคว้ามา และสามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ตนรู้

4. เป็นผู้จัดเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้ และจัดเตรียมทรัพยากรการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนจัดระบบการเรียนและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

5. เป็นผู้ช่วยเหลือให้แนวทาง มีส่วนร่วมในการอภิปรายและให้แรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงประเด็นที่ศึกษา และต้องชี้แนะข้อบกพร่องให้แก่ผู้เรียนอีกด้วย

ดังนั้นสรุปได้ว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ จุดประกายความคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน รวมทั้งจัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยควบคุมกระบวนการ เรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ และคอยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนดำเนินงานไปได้อย่างราบรื่น ตลอดจนเป็นผู้ชี้แนะแหล่งข้อมูล ประสานแหล่งวิทยาการในการเรียนรู้ และเป็นผู้คอยให้ คำปรึกษาเมื่อผู้เรียนพบกับปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขด้วยตนเองมีความรู้ความสามารถด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง

บทบาทของผู้เรียน

Barrows & Tamblyn (1980, p. 82) กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนว่า ผู้เรียนเป็น ผู้กระทำโดยตรง ไม่ใช่ผู้รับ ผู้เรียนไม่ใช่ผู้ฟัง สังเกต เขียน และจดจำ แต่เป็นการถามเพื่อปฏิบัติคิด เข้ามามีส่วนร่วม แสดงความคิดเห็นอย่างเปิดเผยและเรียนด้วยความพยายาม

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 13) สรุปบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า

1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง

2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ

3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงาน และการประเมินผล

4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

วัลลี สัตยาศัย (2547, หน้า 58-59) สรุปบทบาทหน้าที่ของผู้เรียนหรือผู้นำกลุ่มไว้ดังนี้

1. เป็นผู้ริเริ่มหรือนำการอภิปราย

2. กระตุ้นให้สมาชิกภายในกลุ่มทุกคนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน

3. ควบคุมดูแลให้กระบวนการอภิปรายเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้วางไว้

4. คอยจับประเด็นที่สมาชิกกลุ่มอภิปราย

5. ควบคุมและรักษาเวลาให้เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้

6. ดูแลให้ผลของกระบวนการกลุ่มเป็นไปตามวัตถุประสงค์

อาภรณ์ แสงรัศมี (2543, หน้า 25) สรุปบทบาทของผู้เรียนว่า ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตัดสินใจว่าอะไรและอย่างไรที่พวกเขาจะต้องเรียน ผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบ เรียนรู้ด้วยความริเริ่มของตนเองตั้งแต่การวางแผน การดำเนินการ และการประเมินผล บทบาทของผู้เรียนเปรียบเสมือนผู้แก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างแท้จริง

ดังนั้นสรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ผ่านกระบวนการกลุ่ม ทำการสำรวจค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะในการแก้ปัญหา

ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสรุปได้ดังนี้ (Walton & Matthew, 1989; Wilkerson & Feletti, 1989 อ้างถึงใน พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์, 2544, หน้า 44; วัลลี สัตยาศัย, 2547, หน้า 96)

ข้อดี

1. สนับสนุนให้มีการเรียนรู้อย่างลุ่มลึก (Deep Approach) ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเรียน อย่างเข้าใจและสามารถจดจำได้นาน เกิดเป็นการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2. สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นคุณสมบัติจำเป็นที่ทุกคนควรมี เพราะสามารถพัฒนาไปเป็นผู้ที่มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต

3. โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ จะส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนกับการปฏิบัติงานในอนาคต ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้สามารถจดจำได้ดีขึ้น

4. ทั้งครูและผู้เรียนสนุกกับการเรียน ในส่วนผู้เรียนรู้สึกสนุกกับการเรียนเพราะได้มีบทบาทในการเรียนรู้เอง เช่น การอภิปรายถกเถียงในระหว่างการทำกลุ่มย่อย ฝ่ายครูเห็นพัฒนาการทางด้านความคิดและทักษะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน นอกจากนี้ครูยังได้มีโอกาสเรียนรู้ข้ามสาขาที่ตนชำนาญ เนื่องจากโจทย์เป็นแบบบูรณาการโดยเรียนรู้ไปกับผู้เรียน สามารถเห็นความเชื่อมโยงของศาสตร์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น ทำให้เกิดความคิดกว้างไกล

5. ส่งเสริมสนับสนุนการทำงานเป็นทีม ช่วยให้เกิดการตัดสินใจแบบองค์รวม ซึ่งมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากกว่าการทำงานเดี่ยว

6. ส่งเสริมสนับสนุนให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสารการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การหาข้อสรุปเมื่อมีความขัดแย้ง เป็นต้น

7. ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างชัดเจน

8. เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะเปลี่ยนจากการเรียนแบบรับฟัง และท่องจำ มาเป็นผู้มีส่วนร่วม กำกับ และรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน

9. มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชา สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงทางวิชาชีพที่ ต้องใช้หลาย ๆ วิชามารวมกันในการวินิจฉัยและแก้ปัญหา

10. เป็นการเรียนรู้แบบความคิดสร้างสรรค์ เพราะผู้เรียนต้องอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา

11. เสริมสร้างความสามารถในการใช้ทรัพยากรของผู้เรียนได้ดีขึ้น

12. ส่งเสริมการสะสมการเรียนรู้และการคงรักษาข้อมูลใหม่ไว้ได้ดีขึ้น

ข้อจำกัด

1. ผู้เรียนอาจไม่มั่นใจในความรู้ที่ตนค้นคว้ามา เพราะไม่สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ อาจมีผลกระทบในทางลบเกี่ยวกับการเรียนได้

2. ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น ทั้งฝ่ายผู้เรียนและผู้สอน ฝ่ายผู้เรียน เนื่องจากต้องค้นคว้าและ ศึกษาด้วยตนเองจึงต้องการเวลามากขึ้นเมื่อเทียบกับการเรียนโดยการฟังบรรยาย ฝ่ายผู้สอนจะต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในช่วงเตรียมการ

3. เนื้อหาในส่วนวิทยาศาสตร์พื้นฐานถูกตัดทอนลง ข้อความดังกล่าวเป็นความจริง แต่สิ่งที่ถูกตัดทอนออกไปอาจไม่มีความจำเป็นในการเรียนการสอนในสาขาวิชาแพทยศาสตร์หรืออาจ ไม่จำเป็นในการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ดังนั้นเนื้อหาที่คงไว้จะเป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้อง กับวิชาชีพ หรือการเรียนรู้ในชั้นปีที่สูงขึ้นต่อไป (Clinical Years)

4. การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักนี้ อาจไม่เหมาะกับผู้เรียนที่ไม่ชอบการอภิปรายถกเถียง ชอบฟังมากกว่า

5. ในกรณีที่จำนวนผู้เรียนมาก ต้องการการลงทุนมาก ทั้งวัสดุ เวลา และยากในการบริหารจัดการแต่สามารถเป็นไปได้ในส่วนที่เป็นข้อเสีย จะเห็นได้ว่าจะต้องมีการติดตามและเฝ้าระวัง การจัดการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง และทำการปรับเปลี่ยนแก้ไขตามเห็นสมควร ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสูดแก่ผู้เรียน นอกจากนี้จะต้องมีการเตรียมผู้เรียนให้รับรู้และตระหนักถึงหน้าที่รับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้คำปรึกษาในระยะแรกของการเรียนที่อาจยังปรับตัวไม่ได้และต้องเตรียม ครูให้ตระหนักถึงบทบาทที่เปลี่ยนไป ไม่ว่าจะเป็นการสอนในกลุ่มย่อย การเตรียมบทเรียน การวัดและการประเมินผล เป็นต้น ทั้งนี้หากได้ดำเนินการอย่างครบถ้วนจะสามารถลดทอนปัญหาหรือข้อเสียของ การเรียนแบบนี้ลงได้บ้าง

6. เป็นการเรียนรู้ที่ต้องใช้ความรับผิดชอบและความมีวินัยในตัวเองสูง

7. ครูผู้สอนอาจไม่สามารถใช้ความรู้ของตนเองที่มีอยู่มาถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้

8. การเรียนรู้ที่เกิดจากผู้เรียนเป็นคนกำกับดูแลเอง มีแนวโน้มที่จะเป็นการเรียนรู้ อย่างไม่เป็นระบบ ไม่รู้ว่าอะไรสำคัญและไม่สำคัญ

ดังนั้นสามารถสรุปถึงข้อดีของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นการช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน และพัฒนาทักษะการค้นคว้าความรู้ได้ด้วยตนเอง ช่วยฝึกทักษะในการแก้ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่เรียนรู้นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้

ผู้เรียน แสดงออกทางความคิด การใช้เหตุผล การวิเคราะห์ และการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น โดยใช้ กระบวนการกลุ่มมีการทำงานร่วมกันเป็นทีม แต่การเรียนแบบใช้ปัญหานั้นยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับ ความสำเร็จในการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับการฝึกฝนของผู้เรียน อาจไม่กระตุ้นความคิดความสนใจของ ผู้เรียนที่ไม่มีความกระตือรือร้น หรือผู้เรียนที่ไม่ชอบการค้นคว้าด้วยตนเอง ดังนั้น ครูผู้สอนจึงจำเป็นที่ จะต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนการสอน เตรียมสื่ออุปกรณ์การเรียนการสอนให้รอบคอบด้วย ซึ่งไม่สามารถใช้ได้กับทุกวิชา คุณภาพของโจทย์ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญควบคู่กับคุณภาพของครูและ ผู้เรียน โดยผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองด้วย

การจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ประวัติความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

การพัฒนาประเทศในยุคศตวรรษที่ 21 กำลังเป็นประเด็นสำคัญและท้าทายสำหรับนานาอารยประเทศทั่วโลก สิ่งสำคัญที่นานาอารยะประเทศต่างมุ่งหวัง คือ การพัฒนาให้เยาวชนภายในประเทศมีความรู้ความสามารถทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีควบคู่ไปกับการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศหนึ่งที่กำลังประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีคุณภาพ เยาวชนไม่สนใจในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งเมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษา ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ เพื่อการประกอบอาชีพโดยเฉพาะอาชีพวิศวกร ซึ่งกำลังเป็นอาชีพที่กำลังขาดแคลนมากในสหรัฐอเมริกา (Koehler,et al., 2013 อ้างอิงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 84) ดังนั้น ประเทศสหรัฐอเมริกาจึงได้ดำเนินการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยตั้งเป้าหมายว่า ต้องพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความรู้และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันวิจัยแห่งชาติหรือ National Research Council: NRC (2012) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติที่นับได้ว่าเป็นชาติแรกที่ผนวกศาสตร์ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความรู้และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ไว้ด้วยกัน และเน้นการสร้างแรงจูงใจให้เยาวชนของชาติหันมาสนใจอาชีพที่ขาดแคลน หลักสูตรจึงมีการแทรกเนื้อหา/แนวคิด ด้านวิศวกรรรมศาสตร์และเทคโนโลยีลงสู่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาอย่างเป็นรูปธรรม กลายเป็นที่มาของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีการบูรณาการศาสตร์ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าไว้ด้วยกัน (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 85)

สำหรับในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เล็งเห็นความจำเป็นในการเร่งพัฒนากำลังคนที่ไม่เพียงพอแต่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี แต่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ดังกล่าวในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ อีกทั้งมีผู้ที่มีทักษะที่จำเป็นในการประกอบอาชีพ มีความคิดสร้างสรรค์ และสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต และมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการทำงาน สสวท. จึงได้ปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในอนาคต โดยเริ่มนำแนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษามาปรับหลักสูตรการศึกษา จะเห็นได้จากการมีทูตสะเต็มในทุกภาคของประเทศ ดังนั้นสะเต็มศึกษาประเทศไทยเป็นความหวังในการสร้างเยาวชนไทยรุ่นใหม่ที่มีความรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างนวัตกรรมและสิ่งใหม่ ๆ ที่จะนำไปสู่การประกอบอาชีพและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ประเทศไทยจะได้ปรับตัวจากสังคมผู้บริโภคเป็นสังคมผู้สร้างนวัตกรรม (มนตรี จุฬาวัฒนาทล, 2550, หน้า 18)

ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ ฉะนั้นความหมายของสะเต็มศึกษา จึงยังไม่ชัดเจนและไม่แน่นอน ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน รวมไปถึงองค์กรหลายแห่งพยายามให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ดังนี้

โรเบิร์ต (Robert, 2013 อ้างอิงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 86) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นวิธีการหลอมรวม 4 ศาสตร์ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งเดียว การหลอมรวมสามารถทำได้โดยจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติการออกแบบ การแก้ปัญหา การค้นพบ และการใช้ยุทธวิธีการสำรวจ ฉะนั้นโรเบิร์ต จึงแบ่งสะเต็มศึกษาเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ การบูรณาการเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร และการบูรณาการทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ลงสู่วิธีการเรียนรู้ หรือวิธีการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ไบร์เนอร์ และคณะ (Breiner, et al., 2012, p.4) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบดั้งเดิมของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ขาดการบูรณาการ ดังนั้น การศึกษา STEM จึงเป็นการรวมแนวคิดจากสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการโดยมุ่งเน้นให้นำความรู้จากวิชาเหล่านั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 4) อธิบายว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้หมายรวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

มนตรี จุฬาวัฒนาทล (2556, หน้า 16) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ตลอดจนอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือสมการคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะและการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตประจำวันได้

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556, หน้า 50) ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึงกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องบูรณาการความรู้จาก 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

กระบวนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้จากหลายสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้ อธิบายกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ศึกษาและออกแบบกระบวนการสะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สสวท., 2557) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

Robert (2013 อ้างอิงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 104-109) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นฐานมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/ สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลาง หรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บอกถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็น

หลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้รอง เช่น เลือกสาขาวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ดังนั้น สาระการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ การออกแบบเชิงวิศวกรรม และเทคโนโลยีจะเป็นสาขาวิชารอง

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รอง ที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplement Standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รองเรื่องใด ที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียน บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รองให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน/บทเรียน อาจไม่จำเป็นต้องครบทั้ง 4 สาขาวิชา แต่ให้พิจารณาภาพรวมว่า เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ครบทั้ง 4 สาขาวิชา

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามที่ได้เลือกไว้ในขั้นที่ 1) ผนวกกับการได้ใช้ความรู้รอง (ที่เลือกไว้ในขั้นที่ 3) เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ที่เชื่อมโยงไว้ในขั้นที่ 2)

ในการลงมือปฏิบัติ ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม มีการกำหนดเวลาการทำงาน อีกทั้งต้องมีการตรวจสอบความคิดของผู้เรียน เช่น อาจตั้งคำถามให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ออกแบบไว้ และพยายามไม่ให้ผู้เรียนหลงประเด็น นอกจากนี้ต้องให้ผู้เรียนจดบันทึกการทำงานของกลุ่มตน

ขั้นที่ 6 แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นการออกแบบ (Troubleshoot Designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบหน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอน และผู้เรียนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียน จะได้ฝึกการคิดวิจารณญาณควบคู่ไปด้วย

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นตอนที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 8 นำเสนอชิ้นงานที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่หรือตู้แสดงผลงานให้นักเรียนนำเสนอผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน พ่อแม่ ผู้ปกครอง ผู้สอน อาจารย์ และชุมชน การจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษา หรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงได้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งถัดไป

Morgan, Capraro and Capraro (2013) ได้อธิบายขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาและข้อจำกัดของปัญหา (Identify Problem and Constrains)

เป็นขั้นที่นักเรียนระบุปัญหา การแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่ครูนำเสนอให้ โดยการแก้ปัญหาดังกล่าวอาจเป็นวิธีการ หรือสิ่งประดิษฐ์ โดยนักเรียนจะต้องระบุขอบเขต ข้อจำกัดของปัญหารวมถึงการกำหนดเป้าหมายหรือผลสำเร็จของปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 การศึกษาค้นคว้า (Research) เป็นขั้นตอนในการค้นคว้าข้อมูลที่จำเป็นเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการแก้ปัญหา โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการในการเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล รวมทั้งการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือแอพลิเคชันต่าง ๆ เพื่อนำมาออกแบบวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ ในการแก้ปัญหา และมีความสอดคล้องกับข้อจำกัดและการและการบรรลุผลสำเร็จที่ได้กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 การคิดออกแบบ (Ideate) เป็นขั้นตอนในการระดมความคิดซึ่งผู้เรียนจะต้องร่วมกันเสนอแนวคิด แนวทางในการแก้ปัญหา มาออกแบบวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ ที่มีความเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งการระดมความคิดทำให้มองเห็นมุมมองการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ความคิด (Analyze) เป็นขั้นตอนการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหารวมถึงการออกแบบชิ้นงานอย่างเหมาะสม ผู้เรียนจะต้องพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือก

แนวทางการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ หากแนวทางการแก้ปัญหาที่ใช้นั้นไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ผู้เรียนจะต้องกำหนดวิธีการประเมิน และเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาของตนเองและกลุ่มได้อย่างเหมาะสมและเป็นระบบ

ขั้นที่ 5 การสร้างชิ้นงาน (Build) เป็นขั้นที่ทำการสร้างชิ้นงานหรือการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้ออกแบบไว้โดยอาศัยความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสร้างตัวต้นแบบสำหรับการนำไปทดสอบ และปรับปรุงต่อไป

ขั้นที่ 6 การทดสอบและปรับปรุง (Test and Refine) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียน นำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทำการทดสอบว่าสามารถทำงานหรือใช้งานได้ตามเป้าหมายที่ออกแบบไว้หรือไม่ ทั้งนี้รวมถึงการประเมินชิ้นงานที่ได้ทำการออกแบบอีกด้วย ผู้เรียนจะต้องมีการบันทึกผลการทดสอบและการประเมินต่าง ๆ ว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์ หรือไม่ เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 7 การนำเสนอและการสะท้อนผล (Communicate and Reflect) ผู้เรียนทำการรายงานผลและนำเสนอหลักการและความคิดของการออกแบบ การแก้ปัญหาเป็นการเผยแพร่ความคิดสู่สังคม ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ และทักษะด้านเทคโนโลยี สารสนเทศ ในการทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับเผยแพร่ความคิดในลักษณะของนิทรรศการ หรือเผยแพร่สู่โลกออนไลน์ นอกจากนี้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกัน เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติ งานของกลุ่มนักเรียนเอง

สถาบันวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Center for Engineering and Technology, NCETE) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการของ Hynes, et al, (2011, p.9 as cited in Householder and Hailey, 2012, p.11) ไว้ 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify Need or Problem) ในการกำหนดหรือเลือกปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้น ผู้สอนควรเลือกบริบทหรือสถานการณ์ ที่มีความสอดคล้องต่อเนื้อหารายวิชา และไม่ใช้การบังคับหรือตัดสินใจแทนผู้เรียนในการระบุ หรือกำหนดปัญหา เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความท้าทาย อีกทั้งยังไม่สามารถดึงดูด ให้ผู้เรียนสนใจหรือจดจ่ออยู่กับปัญหาได้ตลอดทั้งกระบวนการในความเป็นจริงควรให้ผู้เรียนเป็นผู้ระบุปัญหาด้วยตนเองโดยมีความสอดคล้องกับชีวิตจริง บุคคลรอบข้าง ชุมชน หรือโรงเรียน

การนิยามปัญหาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุด และเป็นขั้นตอนแรกของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการนิยามปัญหานี้จะนำไปสู่การแก้ปัญหาในที่สุด ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้สอนควรให้ความสำคัญ และควรให้ผู้เรียนได้ทำการวิเคราะห์ปัญหา ข้อจำกัด และผลกระทบตลอดจนตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อกระบวนการแก้ปัญหา เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ศึกษาปัญหา (Research Need or Problem) การวางแผน หรือออกแบบวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องทำการศึกษาค้นคว้า ข้อมูล จากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ผู้เรียนจะต้องมีความความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา จะต้องทราบว่าปัจจัยอะไรที่จะต้องนำมาศึกษาพิจารณา รวมถึงความต้องการ และข้อจำกัดของการแก้ปัญหา ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เป็นต้น การที่ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้ามาเป็นอย่างดีนั้น จะเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่า ผู้เรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ มีมุมมองต่อปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพตามมา ดังนั้น ผู้สอนควรที่จะชี้แจงและทำให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ก่อนที่จะนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการออกแบบ

ขั้นที่ 3 พัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Develop Possible Solution) วิธีการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีนั้น ควรให้ผู้เรียนได้ทำการระดมสมอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนระบุปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย หมายความว่า ในการแก้ปัญหา 1 ปัญหา สามารถมีวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี และในที่สุดจะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง หรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากของตนเอง

ขั้นที่ 4 เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Select the Best Solution) ในการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดนั้น Dym and Little (2009 as cites in Householder and Hailey, 2012, p.25) ได้แนะนำว่า ควรใช้เมตริกซ์ในการตัดสินใจ (Decision matrix) มาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำการประเมินการออกแบบเพื่อการแก้ปัญหา ในวิธีการหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เทียบกับเงื่อนไขหรือเกณฑ์ที่กำหนด การใช้เมตริกซ์ตัดสินใจจะทำให้ผู้เรียนมองปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถพิจารณาและเลือกวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อเงื่อนไข หรือเกณฑ์มากที่สุด

อย่างไรก็ตาม การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ควรระวังในเรื่องวิธีที่แก้ปัญหาที่ดีที่สุดนั้นอาจไม่ได้มาจากความเห็นชอบของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม หากกลุ่มหรือสมาชิกกลุ่มบางส่วนมีเป้าหมายกำจัดข้อมูล หรือความคิดบางอย่างของสมาชิกบางคนออกไป เท่ากับเป็นการปิดกั้น

ความคิดและจำกัดสิทธิ์ของสมาชิกบางคนในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้การออกแบบวิธีแก้ปัญหามาจากสมาชิกเพียงไม่กี่คนในกลุ่มเท่านั้น ดังนั้นการที่จะทำให้เกิดการตัดสินใจเลือกรูปแบบการออกแบบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ควรให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความเท่าเทียมกัน ทุกคนมีสิทธิ์ที่จะเสนอความคิด และมีรูปแบบการออกแบบวิธีแก้ปัญหาของตนเอง จากนั้นจึงนำสิ่งที่สมาชิกทุกคนได้นำเสนอมาพิจารณาร่วมกันให้ได้รูปแบบการออกแบบ หรือวิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดออกมา

ขั้นที่ 5 สร้างต้นแบบชิ้นงาน (Construct a Prototype) กระบวนการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ จะต้องทำการสร้างต้นแบบชิ้นงาน ที่มีลักษณะเป็นกายภาพ (Physical prototype) เพราะสามารถทดสอบและประเมินค่าได้ และผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดสอบและประเมินนี้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบและทำนายผลที่อาจจะเกิดขึ้น ดังนั้นจึงเป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนได้วางแผนและออกแบบมานั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง

ขั้นที่ 6 ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา/ชิ้นงาน (Test and Evaluate the solution) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทดสอบ ประเมิน ตัดสินคุณค่าของชิ้นงานนั้น ๆ เทียบกับเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่มี ทั้งนี้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานของผู้เรียนจะต้องอยู่ในขอบเขตของปัญหา และให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเกณฑ์การทดสอบและประเมินด้วยตนเอง สามารถสะท้อนผลการทำงานของผู้เรียนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาได้

ขั้นที่ 7 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Communicate the Solution) หลังจากที่ผู้เรียนทำการออกแบบ สร้างชิ้นงาน ตลอดการทดสอบชิ้นงาน และได้ชิ้นงานที่มีคุณสมบัติ หรือลักษณะที่ตรงตามต้องการและบรรลุเป้ามายที่ได้วางไว้ ผู้เรียนควรจัดทำการนำเสนอผลการปฏิบัติงานทั้งหมดต่อกลุ่มเป้าหมายหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องจัดทำเอกสาร หรือรายงานผลการปฏิบัติงาน และมีกรนำเสนออย่างผู้เชี่ยวชาญ สิ่งสำคัญในการนำเสนอคือ ผู้เรียนควรใช้รูปแผนภาพ การออกแบบ กราฟ ตาราง มีการใช้สถิติ หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ เช่น ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน การทำนายความเป็นไปได้ต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ฟังได้มองเห็นภาพที่ชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงแก้ไข (Redesign) กระบวนการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องมีการทวนซ้ำ ซึ่งจะทำให้คุณภาพและคุณสมบัติของชิ้นงานมีการปรับปรุงและพัฒนามากขึ้นกว่าเดิมโดยการทวนซ้ำ ซึ่งควรตั้งอยู่บนเหตุผลและหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อให้การปรับปรุงแก้ไขเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ หลักการสำคัญของการปรับปรุงแก้ไข นั่นคือ

การกำหนด หรือจำลองสภาวะเงื่อนไข ในหน่วยใหญ่ที่มีขนาดและอัตราส่วนตามความเป็นจริง เพราะว่าในสภาวะจริง นั้นมีปัจจัยที่เหนือความคาดหมาย และความไม่แน่นอนอยู่มากมาย ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องคิดและออกแบบ โดยมีความหลากหลายหรือวิธีที่เป็นไปได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ ผู้สอนสามารถใช้โอกาสนี้ในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน เพื่อเป็นการขยายความรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และสามารถปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น

การสะท้อนผลงานสามารถเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในเวลาเดียวกันกับขณะที่ผู้สอนทำการสอน หรือที่เรียกว่า การสะท้อนผลจากการดำเนินการ หรือ Reflection in action หรือสามารถเกิดขึ้นได้อย่างไม่เป็นทางการก็ได้ กล่าวคือ ผู้สอนสามารถทำการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนนอกชั่วโมงเรียนก็ได้ ทั้งนี้การสะท้อนผลที่ดีนั้นควรเป็นการเปิดโอกาสในการเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย

ขั้นที่ 9 เสร็จสิ้นการแก้ปัญหา (Finalize the Design) หลังจากที่ผู้เรียนได้วางแผนออกแบบสร้างชิ้นงาน ปรับปรุงแก้ไข มีการทำรายงานผลการปฏิบัติงาน การนำเสนอต่อสาธารณะ การสะท้อนผลต่าง ๆ เสร็จสิ้น จนได้เป็นการออกแบบ หรือวิธีการแก้ปัญหา ที่ดีที่สุดออกมาแล้ว ผู้เรียนควรมีการนำผลจากการออกแบบ หรือวิธีการแก้ปัญหาที่ได้มากับสถานการณ์และสถานที่จริง หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ ตลอดจนกระบวนการการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อสังคมนั่นเอง

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2557) ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ ระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เนื่องจากมีขั้นตอนการระบุปัญหาที่ชัดเจนรวมถึงมีกระบวนการที่เป็นขั้นเป็นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาในรูปแบบของวิธีการหรือชิ้นงาน โดยผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วม ในการสร้างชิ้นงาน ตลอดจนมีการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข ให้วิธีการหรือชิ้นงานนั้นมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ กำหนดปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา ดำเนินการศึกษาค้นคว้า สังเคราะห์ความรู้ สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นำเสนอและประเมินผลงาน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ส่วนแนวคิดสะเต็มศึกษา ของ สสวท. (2557) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน มีจุดเด่นคือ การบูรณาการความรู้จาก 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาในรูปแบบของวิธีการ หรือการสร้างชิ้นงาน ให้เกิดประสิทธิภาพและเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) และแนวคิดสะเต็มศึกษา ของ สสวท. (2557) แล้วสังเคราะห์เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของผู้วิจัย ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ กำหนดปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของผู้วิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน	กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ	**ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา** เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนด ขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา	**ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา** เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ เกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ และวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้	-	-

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน	กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการ ศึกษา ค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย	**ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา** เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด	**ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา** เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด
ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด เพียงพอกับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะ ต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนเพิ่มเติม	**ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** เป็นการประยุกต์ ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด	**ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใดในการประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน	กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูล แล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน		
-	**ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา** เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	**ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา** เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมิน ผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วย กันสรุปองค์ความรู้ในภาพ รวมของปัญหาอีกครั้ง	**ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน** เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด	**ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน** ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการของกลุ่มตนเอง โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด และทุกกลุ่มช่วย กันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน	กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกันประเมินผลงาน	**ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)** เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป	**ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน** ผู้เรียนนำแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกันประเมินผลงานเพื่อได้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

จากตารางการวิเคราะห์ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา เป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยบูรณาการความรู้ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ ใช้ในการแก้ปัญหาในรูปแบบของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ที่มีความเหมาะสม และมีความเป็นไปได้มากที่สุด ให้เกิดประสิทธิภาพและเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สรุปแนวทาง การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ขึ้นเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้ปัญหาในพบในชีวิตประจำวันเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ โดยบูรณาการความรู้จาก 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาในรูปแบบของวิธีการ หรือการสร้างชิ้นงาน และมีการสรุปเป็นองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหา มีการนำเสนอ และเผยแพร่ผลงานเพื่อให้เกิดข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลของการเรียนการสอนหรือพฤติกรรมที่แสดงออก มาถึงความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการได้รับการฝึกฝน สั่งสอน ในด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับขั้นในวิชาต่าง ๆ การฝึกอบรมทั้งในสถานศึกษา และนอกสถานศึกษา ส่งผลให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถทางด้านวิชาการ รวมทั้งความสามารถของสมอง ในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถจะประเมินได้จากระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมที่ได้จากสถาบันการศึกษา จากการทดสอบหรือวิธีการอื่น ๆ ที่เหมาะสม (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, หน้า 295)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคุณลักษณะและสมรรถนะของผู้เรียนทั้งทางด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้รับการจัดการรู้ว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ หรือไม่ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 19; ซาฟีนา หลักแหล่ง, 2552, หน้า 47)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ความรู้และทักษะที่ได้รับ ก่อให้เกิดการพัฒนาจากการฝึกฝน โดยครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษา แบบทดสอบจึงเป็นแค่เพียงแบบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้ สิ่งที่มุ่งวัดเป็นสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้หรือทักษะบางอย่าง อันบ่งบอกถึงสถานภาพของ การเรียนรู้ที่ผ่านมา ว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 166)

ดังนั้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถในการเรียนรู้ โดยวัดและประเมินผลจากคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนว่ามีความเข้าใจในเนื้อหาที่ เรียนมากน้อยเพียงใด ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ด้านคือ ความรู้ ความจำ, ความเข้าใจ, กระบวนการ และการนำความรู้ไปใช้

องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้มีนักวิชาการกล่าวไว้ ดังนี้

บลูม (Bloom, 1965, p. 201) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด ไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียน มาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้ รวมถึงการระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้น นี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่า การท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้น จึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวโยงต่าง ๆ ในขั้นนี้ จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าสูงกว่าการนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบ การทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้น มา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึงความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้น มาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้น สูงสุดของความรู้ ความจำ

คลอฟเฟอร์ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, หน้า 295-304; อ้างอิงจาก Klopfer, 1971) ได้กล่าวถึง การประเมินผลการเรียนด้านสติปัญญา หรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มา เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและ แปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์

4. การนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, หน้า 25) กล่าวว่า เพื่อความสะดวกในการประเมินผล จึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ และแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่ว

ชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการ ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำ สื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของคลอฟเฟอร์ (Klopfer, 1971) ประกอบด้วย 4 พฤติกรรม ดังนี้ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบปรนัย จำนวน 32 ข้อ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ใน สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548, หน้า 96) ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นโดยการใช้ทดสอบทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็น แบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) แบ่งออกได้อีก 2 ชนิดคือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่ กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดในอย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิด นี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพมีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 78-82) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือ เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้างและมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ลักษณะทั่วไป ถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก-ผิด คือ ข้อสอบ แบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือ ข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ลักษณะทั่วไป ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบ เติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือ ข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ ลักษณะทั่วไป ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบ ด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก และตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

ดังนั้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง งานและพลังงาน โดยในการวิจัยครั้งนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นรูปแบบของข้อสอบปรนัย 32 ข้อและแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นรูปแบบของข้อสอบอัตนัย

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญเนื่องจาก เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ในการดำเนินชีวิต และเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้จะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้นบุคคลจึงต้องมีความรู้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ความสามารถของเชาว์ปัญญา การเรียนรู้ และประสบการณ์เดิม เป็นต้น สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย ไว้ ดังนี้

กู๊ด (Good, 1973, p. 518) กล่าวว่า วิธีทางวิทยาศาสตร์ คือการแก้ปัญหา โดยเป็นการแก้ปัญหาที่เป็นแบบแผน หรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่ยากลำบาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งความเกี่ยวข้องกับปัญหามีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

กาเย (Gagne, 1970, p.63) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่ เรียกว่า ความสามารถด้านการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้เป็นพื้นฐาน โดยต้องอาศัยความสามารถในการ มองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

สุดใจ เหล่าสุนทร (2549, หน้า 20) กล่าวว่า การเรียนรู้ประเภทที่สำคัญที่สุด ในความคิดของทางการศึกษาในขณะนี้ คือ การเรียนรู้โดยการแก้ปัญหา (Problem solving) เมื่อมนุษย์เรียนรู้กฎหรือระเบียบต่าง ๆ แล้ว การจะสามารถเลือกดูว่าจะมีวิธีการอย่างไรที่จะตอบสนองสิ่งเร้าที่เกิดขึ้นเฉพาะหน้านั้น คือ ความสามารถที่จะเลือกกระทำการตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้น ฉะนั้น การเรียนรู้โดยวิธีการแก้ปัญหา คือการคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง และในการคิดแก้ปัญหาคือการหาข้อตกลงที่ตะ

ปฏิบัติตามเพื่อให้พ้นจากปัญหาที่เกิดขึ้น การเรียนรู้โดยการแก้ปัญหานี้จะทำให้เกิดความคิดใหม่หลายประการมาพิจารณากฎต่าง ๆ ฉะนั้นการศึกษาในปัจจุบันจึงมุ่งที่จะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาให้มากยิ่งขึ้น เพราะผู้เรียนจะสามารถคิด และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างกว้างขวาง อย่างมีเหตุผลมากขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 15) ได้ให้ความหมายของความสามารถของการคิดแก้ปัญหาหมายถึง ความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับมาสู่สภาวะที่เราคาดหวัง

ยุดา รักษ์ไทย (2545, หน้า 9-11) การแก้ปัญหา คือ การทำให้เกิดสภาพการณ์ที่เราคาดหวัง แต่มีคนจำนวนไม่น้อยที่ถึงแม้จะรู้ว่าสิ่งที่คาดหวังหรือเป้าหมายคืออะไร แต่ก็ไม่สามารถไปถึงเป้าหมายนั้นได้ เพราะปัญหามากมายมีความซับซ้อนคลุมเครือและแฝงไว้ด้วยปัญหาอื่น ๆ ซึ่งทำให้ยากต่อการแก้ไข และต้องมีแนวทางที่ชัดเจนในการแก้ไขปัญหานั้น ๆ รายละเอียดสำหรับขั้นตอนของการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนมี 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจสถานการณ์โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมีการรวบรวมจัด และประมวลผลข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินงานขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน เขียนสรุปปัญหาให้ชัดเจน จากนั้นระบุเป้าหมายสภาพการณ์ที่เราอยากให้เกิดขึ้นหลังจากแก้ปัญหานั้นแล้ว

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์หาสาเหตุสำคัญด้วยเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ เช่น แผนภูมิก้างปลา แผนภูมิพาเรโต เป็นต้น

ขั้นที่ 4 หาวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ ซึ่งในขั้นนี้เราต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ หาวิธีแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด จากนั้นจึงลดจำนวนวิธีแก้ลง โดยให้เหลือวิธีที่มีประสิทธิผลจำนวนหนึ่ง

ขั้นที่ 5 เลือกวิธีแก้ที่ดีที่สุด โดยเปรียบเทียบตัวเลือกทั้งหมดที่ได้จากขั้นที่ 4 ตามเกณฑ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 6 วางแผนการปฏิบัติ กำหนดว่าต้องทำอะไรบ้าง ใครเป็นผู้รับผิดชอบงานไหน เวลาในการทำงานแต่ละอย่างและค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น

ขั้นที่ 7 ติดตามและประเมินผล คอยตรวจดูความคืบหน้าของการปฏิบัติงานอยู่เสมอ เพื่อจะได้ทราบว่ามีอุปสรรคอะไรในการทำงานหรือไม่

อุดมลักษณ์ นกพึงพุ่ม (2545, หน้า 62) สรุปไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดแก้ปัญหาที่พบเพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่ต้องการ

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์ (2541, หน้า 48) ได้สรุปไว้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่บุคคลเลือกกระทำหรือปฏิบัติ ในการหาทางออกกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ ต้องเผชิญ มีลักษณะเฉพาะเอกัตบุคคล เป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ความคิด และเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องฝึกฝน และควรฝึกให้กับนักเรียน ความ สามารถในการคิดแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายด้าน เช่น ความรู้หรือประสบการณ์เดิม ความสามารถทางสติปัญญา เป็นต้น

รุ่งชีวา สุขดี (2531, หน้า 35) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จำเป็นต้องฝึกฝนอยู่เสมอ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ดังนี้

1) ประสบการณ์ หรือความรู้เดิม ของแต่ละบุคคล

2) วุฒิภาวะของสมองและความสามารถทางสติปัญญา

3) สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน

4) กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

5) ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

สุเทพ อุสาหะ (2528, หน้า 68-69) กล่าวถึง การสอนแบบแก้ปัญหาไว้ในหนังสือการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยอ้างถึง จอห์น ดิวอี้ (John Dewy) ว่า เป็นผู้คิดการสอนแบบแก้ปัญหาขึ้น เป็นวิธีสอนที่เป็นไปตามหลักจิตวิทยาแห่งการเรียนรู้ที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นโดยนักเรียนจะใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา การสอนแบ่งออกเป็น 5 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา ปัญหาควรเป็นปัญหาของผู้เรียน การทำให้ผู้เรียนเกิดปัญหาทำได้หลายวิธี เช่น

1. การถามนำเข้าสู่ปัญหา

2. การเล่าประสบการณ์ของครูหรือนักเรียน

3. การใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาตั้งเป็นปัญหาขึ้น

4. การจัดสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาตั้งเป็นปัญหาขึ้น

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานและวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ประกอบด้วย การวิเคราะห์ปัญหา คือ การแยกแยะปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ

ขั้นที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติงาน ทำการค้นคว้า ทดลอง เพื่อแก้ปัญหาด้วยกิจกรรมต่าง ๆ โดยครูคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการศึกษาค้นคว้าทดลอง

ขั้นที่ 5 การสรุปผล ครูและนักเรียนสรุปผลร่วมกันว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหาได้ดีที่สุด เพราะเหตุใด เป็นผลจากการค้นคว้าทดลองของผู้เรียน นักเรียนสามารถแก้ปัญหานั้นได้และสรุปตั้งเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการได้

จากความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเพื่อให้บรรลุ จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ความสามารถทางสติปัญญา และความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการ และขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้หลายแนวคิด เช่น ดิวอี้ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, 2525, หน้า 5-6; อ้างอิงจาก Dewey, 1971, p. 139) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey’s Problem Solution ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะพบกับความตึงเครียด ความสงสัยและความยากลำบากที่จะต้องแก้ปัญหานั้นให้หมดไป ในขั้นต้นผู้พบปัญหาจะต้อง รับรู้ และเข้าใจในตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นมีลักษณะที่แตกต่างกันมีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

1) มีตัวแปรต้น หรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2) สิ่งที่ต้องทำในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง โดยที่อาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ไม่แจ่มชัด เป็นต้น

3) มองเฉพาะสิ่งที่เราต้อการแก้ปัญหา

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

1) จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นอย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

2) สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรแล้วลองพิจารณาดูว่าควรจะใช้วิธีการใดได้บ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้

เวียร์ (Weir, 1974, หน้า 17) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem)

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features)

3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)

4. ขั้นตรวจสอบวิธีการ (Verifying the Solution)

บลูม (Bloom, 1956, p. 122) ได้ชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของขบวนการคิดแก้ปัญหานั้นมี 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้ตอบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็น และ เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะได้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

จากวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่นักการศึกษาได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยเป็นกระบวนการคิดอย่างมีขั้นตอนและต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์เดิมเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาด้วย ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัย ได้ยึดขั้นตอนของเวียร์ (Weir, 1974, หน้า 17) มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features) ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis) และขั้นตรวจสอบวิธีการ (Verifying the Solution)

การวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สุวิชา วันสุดล (2554, หน้า 73) กล่าวว่า วิธีการวัดและการประเมินพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่า ถึงแม้แบบทดสอบจะไม่สามารถวัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้จริง แต่ก็สามารถวัดมโนมติที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาได้เกือบทั้งหมด และเป็นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับรายบุคคล โดยแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถกระทำได้โดยใช้วิธีการบรรยายถึงสิ่งที่คิดว่าเป็นปัญหาในสถานการณ์ การตั้งสมมติฐานและบรรยายถึงกระบวนการสืบเสาะความรู้ใหม่มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นอาจเป็นจริงหรือสมมติขึ้น โดยสร้างเป็นแบบทดสอบประเภทเขียนตอบหรือสร้างเป็นตัวเลือกให้ผู้เรียนได้เลือกตอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548) กล่าวถึง การทดสอบด้วยแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น โดยการใช้ทดสอบทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็น แบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) แบ่งออกได้อีก 2 ชนิดคือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่ กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดในอย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิด นี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพมีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ โดยแต่ละสถานการณ์วัด และประเมินผลตามวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ เวียร์ (Weir, 1974, หน้า 17) มาใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4

ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ ขั้นตรวจสอบ เพราะมีขั้นตอนที่ชัดเจนและเหมาะสมกับผู้เรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

นันทชา อัมฤทธิ์ (2559) ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องงานและพลังงาน มีลักษณะดังนี้ คือ ขั้นยืนยันปัญหาควรยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับ เรื่องงานและพลังงาน และสามารถบูรณาการความรู้สะเต็มศึกษาได้ อีกทั้งมุ่งเน้นให้นักเรียนอภิปรายกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน พบว่า นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง โดยนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นในทุกพฤติกรรม ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน หรือบอกสาเหตุของปัญหา การเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา การเลือกวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสม และการนำวิธีการแก้ปัญหามาปฏิบัติจริงหรือทำนายผลการแก้ปัญหา โดยส่วนมากนักเรียนทำคะแนนในส่วนพฤติกรรมการเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องงานและพลังงานได้มากที่สุด

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหา

งานวิจัยในประเทศ

วัฒนาพร ดวงดีวงศ์ (2561) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหาเรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปฏิวัติ จันทนุกูล (2560) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ จิตวิทยา ศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มัสยมาศ ด่านแก้ว (2557, หน้า 68) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องระบบร่างกายมนุษย์และสัตว์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญนำ อินทนนท์ (2551, หน้า 96) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่รับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

Willkerson & Felleti (1989, pp. 51-60) พบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการที่สามารถเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียน ในเวลาเดียวกันก็เป็นการกระตุ้นให้พัฒนาทักษะการ

เรียนรู้ตลอดชีวิต และการแก้ปัญหาผู้เรียนได้เรียนรู้ ถึง 2 ประการด้วยกัน คือ ความรู้ความคิดรวบยอด กฎ ข้อเท็จจริง และรู้วิธีการที่จะใช้สิ่งเหล่านั้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ดารารัตน์ ชัยพิลา (2558, หน้า 78) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามรถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนของนักเรียนโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับดี และมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มากขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Tseng. Et al. (2013) ศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education ในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนในการเรียนและแรงจูงใจในการสร้างความสามารถในการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี รวมถึงการออกแบบเครื่องมือหรือนวัตกรรมต่าง ๆ ด้วยศาสตร์ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนมีความชอบในวิชาวิศวกรรมมากที่สุด และหลังเรียนพบว่านักเรียนมีทัศนคติต่อศาสตร์ต่าง ๆ ใน STEM และวิชาที่นักเรียนชอบมากที่สุดคือ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ตามลำดับ

จากงานวิจัยข้างต้น พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อคุณภาพของผู้เรียนได้อย่างเป็นที่น่าพอใจและมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การมีส่วนร่วม การแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยนำความรู้จากศาสตร์ 4 ศาสตร์มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างนวตกรรมใหม่ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการให้ผู้เรียนเรียนรู้จากปัญหา และนำองค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 24 คน ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้มาจากโรงเรียนขยายโอกาส โดยแต่ละระดับชั้น มีจำนวน 1 ห้องเรียน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Design) เป็นการออกแบบที่ไม่มีการจัดดำเนินการแบบสุ่มและไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว (One Group Pretest-Posttest Design) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2547, หน้า 137-138) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตาราง 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มเป้าหมาย

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมาย

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน

1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดสำหรับเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน

1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนรู้

1.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน เพื่อให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เวลาที่ใช้สอน และน้ำหนักคะแนน จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 คาบ ดังรายละเอียดในตาราง 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด แผนการจัดการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
ว 2.3 ม.2/1 วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - งานและกำลัง	1) อธิบายความหมายของงานและกำลังได้ 2) วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 3) คำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังได้ 4) วิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับงานและ	4	5

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
		กำลังได้ 5) สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับงานและกำลังได้		
ว 2.3 ม.2/2 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่ายโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 - เครื่องกลอย่างง่าย	1) อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้ 2) บอกประโยชน์ของเครื่องกลอย่างง่ายได้ 3) วิเคราะห์และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ 4) ประยุกต์ ใช้เครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวันได้ 5) สร้างแบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลอย่างง่ายได้	4	5
ว 2.3 ม.2/4 ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - พลังงานจลน์, พลังงานศักย์โน้มถ่วง	1) อธิบายความหมายของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้ 2) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ได้	4	5

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
พลังงานศักย์โน้มถ่วง		3) วิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ 4) ทดลองปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้ 5) วิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงานได้		
ว 2.3 ม.2/5 แปลความหมายข้อมูลและอธิบาย การเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 - กฎการอนุรักษ์พลังงาน	1) บอกความหมายของพลังงานกลได้ 2) บอกความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้ 3) วิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 4) สร้างแบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้	4	5

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
ว 2.3 ม.2/6 วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน		4) สร้างแบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้		
		รวม	16	20

1.5 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ทดลอง จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

1.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้, ตัวชี้วัด

1.5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.3 สาระสำคัญ

1.5.4 สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.5.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.5.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.5.6.1 ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

1.5.6.2 ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.5.6.3 ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1.5.6.4 ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1.5.6.5 ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1.5.6.6 ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1.5.7 การวัดและประเมินผล

1.5.8 สื่อ/อุปกรณ์ การเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบเกี่ยวกับความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่าง ๆ ในใบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แล้วจึงนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และด้านการวัดประเมินผลทางการศึกษา เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสมใช้เปรียบเทียบกับ มาตราในแบบสอบถามโดยนำคำตอบ ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน ให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (ไพศาล วรคำ, 2552, หน้า 262) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสม สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 แผน มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ระหว่าง 4.40 ถึง 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง .00 ถึง .55 (ภาคผนวก ข, หน้า 143) ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมาก ถึงมากที่สุด

1.8 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ ได้แก่

1.8.1 ตรวจทานการใช้ภาษา และคำผิด ให้ถูกต้องและเหมาะสม

1.8.2 ปรับแก้สถานการณ์ ข้อคำถาม ให้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.8.3 แบบประเมินชิ้นงาน เขียนอภิปรายเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน และเอกสารประกอบการเรียน ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 22 คน โรงเรียนวัดจุกเฌอ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตและให้คำปรึกษาระหว่างการทดลองอย่างใกล้ชิดเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง และความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง โดยได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขดังนี้

1.9.1 ปรับระยะเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด

1.9.2 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องคอยให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางในการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 24 คน โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบ และการเขียนแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาจุดประสงค์ และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน จากหนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลาง

การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้ ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้อง ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม (ข้อ)	ต้องการใช้ (ข้อ)
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้		
1. งานและกำลัง						
1.1 อธิบายความหมายของงานและกำลัง	2(1)	2(1)	-	-	4	2
1.2 วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	-	-	4(2)	-	4	2
1.3 คำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังได้	-	-	-	4(2)	4	2
1.4 วิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับงานและกำลังได้	-	-	4(2)	-	4	2
2. เครื่องกลอย่างง่าย						
2.1 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้	4(2)	2(1)	-	-	6	3

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม (ข้อ)	ต้องการใช้ (ข้อ)
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้		
2.2 บอกประโยชน์ของเครื่องกลอย่างง่ายได้	-	2(1)	-	-	2	1
2.3 วิเคราะห์และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้	-	-	4(2)	-	4	2
2.4 ประยุกต์ ใช้เครื่องกลอย่างง่ายในชีวิตประจำวันได้	-	-	-	4(2)	4	2
3. พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์						
3.1 อธิบายความหมายของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงได้	2(1)	-	-	-	2	1
3.2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ได้	2(1)	4(2)	-	2(1)	8	4
3.3 วิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้	-	-	4(2)	-	4	2

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม (ข้อ)	ต้องการใช้ (ข้อ)
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้		
3.4 วิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงานได้	-	-	-	2(1)	2	1
4. กฎการอนุรักษ์พลังงาน						
4.1 บอกความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้	2(1)	6(3)	-	4(2)	12	6
4.2 วิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับ การเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	-	-	4(2)	-	4	2
รวม	12(6)	16(8)	20(10)	16(8)	64	32

<u>หมายเหตุ</u> ตัวเลขนอกวงเล็บ คือ ตัวเลขจำนวนข้อของข้อสอบที่จะสร้าง และตัวเลขในวงเล็บเป็นตัวเลขที่ของข้อสอบจะเลือกใช้มาทำเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 64 ข้อ ต้องการ

ใช้จริงจำนวน 32 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษา จะให้คำแนะนำ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านเนื้อหาเรื่องงานและพลังงาน ด้านการวัดประเมินผลทางการศึกษา เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

-1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 125) ซึ่งถือว่า เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แต่หากมีค่าต่ำกว่า .50 ผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 (ภาคผนวก ข, หน้า 146)

2.7 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 22 คน โรงเรียนวัดจุกเฌอ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เพื่อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อหลังจากนั้น จึงต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.8 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบหรือ ตอบเกิน 1 คำตอบ ในข้อเดียวกัน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 125) โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน

32 ข้อมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .21 ถึง .73 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .24 ถึง .53 (ภาคผนวก ข, หน้า 151)

2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 32 ข้อ มาสร้างเป็นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แล้ววิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร Binomial ของโลเวทท์ (Lovett, 241-243 อ้างถึงใน อังคณา สายยศ, 2539 ,หน้า 25-36) พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .78 (ภาคผนวก ข, หน้า 152)

2.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 32 ข้อ และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 24 คน โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ต่อไป

3. แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ จำนวน 8 สถานการณ์ ใช้จริง 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของเวียร์ (Weir, 1974) ดังนี้

3.2.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของสถานการณ์กำหนดให้

3.2.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์

3.2.3 ขั้นนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

3.2.4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถบอกได้ถึงผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาตามวิธีที่เสนอรวมไปถึงข้อมูล หลักฐานที่ใช้ประกอบการพิจารณาแนวทางดังกล่าว

3.3 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อให้การสร้างแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีเนื้อหาแล้วสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ พิจารณาให้ข้อคิดเห็น เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ดังตาราง 3-4

ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน เพื่อสร้างจำนวนสถานการณ์ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหา	จำนวนสถานการณ์
1. งานและกำลัง	1(1)
2. เครื่องกลอย่างง่าย	2(2)
3. พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์	3(2)
4. กฎการอนุรักษ์พลังงาน	2(1)
รวม	8(5)

หมายเหตุ ตัวเลขนอกวงเล็บ คือ ตัวเลขจำนวนสถานการณ์ที่จะสร้าง และตัวเลขในวงเล็บเป็นตัวเลขที่จะเลือกใช้มาทำเป็นแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.4 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านเนื้อหาเรื่อง งานและพลังงาน ด้านการวัดประเมินผลทางการศึกษา เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมการแก้ปัญหา โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อ แน่ใจว่า ข้อคำถามตรงกับพฤติกรรมการแก้ปัญหา ที่ต้องการวัด

0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับพฤติกรรมการแก้ปัญหา ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อ แน่ใจว่า ข้อคำถามไม่ตรงกับพฤติกรรมการแก้ปัญหา ที่ต้องการวัด

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือก แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 125) ซึ่งถือว่า เป็นแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แต่หากมีค่าต่ำกว่า .50 ผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .80 ถึง 1.00 (ภาคผนวก ข, หน้า 148)

3.7 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 22 คน โรงเรียนวัดจุกเฌอ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เพื่อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อหลังจากนั้น จึงต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3.8 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบหรือ ตอบเกิน 1 คำตอบ ในข้อเดียวกัน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 125) โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด โดยแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีค่า ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .43 ถึง .70 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27 ถึง .80 โดยคัดเลือกมา 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ (ภาคผนวก ข, หน้า 154)

3.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 20 ข้อ มาสร้างเป็นแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้ววิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร Binomial ของโลเวทท์ (Lovett, 241-243 อ้างถึงใน อังคณา สายยศ, 2539 ,หน้า 25-36) โดยค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ .84 (ภาคผนวก ข, หน้า 155)

3.10 จัดพิมพ์แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 24 คน โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 สำหรับการวิจัยต่อไป

วิธีการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. งานวิจัยในครั้งนี้กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย คือนักเรียนโรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 1 ห้องเรียน จำนวน 24 คน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย จำนวน 32 ข้อ และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว

3. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองเอง ใช้เวลาในการทดลอง ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 16 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลอง จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัย จำนวน 32 ข้อ และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ ฉบับเดิมที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

5. ทำการตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ผลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยโดยใช้ค่าสถิติดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 20)

$$\mu = \frac{\sum fX}{N}$$

เมื่อ μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

f แทน ความถี่ของคะแนนแต่ละตัว

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

1.2 ร้อยละ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 23 - 24)

$$\text{Percentage}(\%) = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 20)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(X - \mu)^2}{N}}$$

เมื่อ σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน จุดกึ่งกลางของคะแนนแต่ละชั้น

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าความสอดคล้อง โดยใช้สูตรการหาค่า IOC (IOC : Index of Item Objective Congruence) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธี B – Index (Discrimination Index B) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 214 – 216)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนรอบรู้ ตอบถูก

L แทน จำนวนไม่รอบรู้ ตอบถูก

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

3. หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ , 2543, หน้า 129)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูก

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร Binomial ของโลเวทท์ (Lovett, pp. 241-243 อ้างถึงใน อังคณา สายยศ, 2539 ,หน้า 25-36)

$$r_{CC} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1)\sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{CC} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

X_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสรุปผลการวิจัย

3.1 ใช้สถิติพื้นฐาน ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 20)

$$\mu = \frac{\sum fX}{N}$$

เมื่อ μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

f แทน ความถี่ของคะแนนแต่ละตัว

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2 ร้อยละ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 23 - 24)

$$\text{Percentage (\%)} = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 20)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(X - \mu)^2}{N}}$$

เมื่อ σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน จุดกึ่งกลางของคะแนนแต่ละชั้น

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

4. การหาขนาดของผล (Effect Size) ของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง หรือการเลือกตัวอย่างแบบไม่ใช้หลักความน่าจะเป็น ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 120)

$$\gamma = \frac{\mu_0 - \mu_1}{\sigma}$$

เมื่อ γ แทน ขนาดของผลที่เป็นค่าสัมบูรณ์

$\mu_0 - \mu_1$ แทน ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

σ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

การพิจารณาขนาดของผลที่จะใช้เป็นเกณฑ์เทียบเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยที่ทำการศึกษาสามารถทำได้ 3 ลักษณะ คือ

1. พิจารณาได้จากข้อมูลในผลการวิจัยที่เคยมีผู้ทำเอาไว้แล้ว
2. จากผลการประเมินของผู้เกี่ยวข้องว่าขนาดของผลเท่าใดจึงจะสำคัญเพียงพอ
3. การใช้ข้อกำหนดเฉพาะร่วมกันบางอย่าง ในที่นี้ขอเสนอเกณฑ์ทั่วไปของ Cohen (1988, pp.25-26 cited in Howell, 1999, p. 285 อ้างถึงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 121) เพื่อใช้พิจารณาขนาดของผล ดังนี้

ขนาดของผล	γ
น้อย	0.20
ปานกลาง	0.50
มาก	0.8

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาขนาดของผลจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน มีรายละเอียด ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมาย ในการเสนอผลการวิจัยให้ตรงกัน ดังนี้

N	แทน	จำนวนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด
μ	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มเป้าหมาย
σ	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
γ	แทน	ขนาดของผล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การหาขนาดของผล (Effect Size)

4. การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. การศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การหาขนาดของผล (Effect Size)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียน และหลังเรียน ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน

พฤติกรรมการเรียนรู้	N	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่าง		ลำดับที่
			μ	σ	μ	σ	μ	ร้อยละ	
1. ความรู้ความจำ	24	6	3.87	0.48	5.38	0.31	1.51	25.17	4
2. ความเข้าใจ	24	10	5.25	0.50	7.92	0.41	2.67	26.70	3
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	24	8	3.13	0.49	5.96	0.44	2.83	35.38	1
4. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	24	8	4.46	0.50	6.88	0.35	2.41	30.25	2
รวม	24	32	16.71	1.97	26.13	1.50	9.42	29.44	-

จากตารางที่ 4-1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 16.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.97 และหลังเรียน คะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 26.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.50 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทุกด้าน หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และร้อยละของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออกมาได้สูงที่สุดคือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 35.38 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ร้อยละ 30.25 ความเข้าใจ ร้อยละ 26.70 และ ความรู้ ความจำ ร้อยละ 25.17 ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (22.4 คะแนน จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน)

พฤติกรรมการเรียนรู้	N	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	หลังเรียน			ความต่าง		ลำดับที่
				μ	σ	ร้อยละ	μ	ร้อยละ	
1. ความรู้ความจำ	24	6	4.20	5.38	0.31	89.67	1.18	19.67	1
2. ความเข้าใจ	24	10	7.00	7.92	0.41	79.20	0.92	9.20	3
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	24	8	5.60	5.96	0.44	74.50	0.36	4.50	4
4. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	24	8	5.60	6.88	0.35	86.00	1.28	16.00	2
รวม	24	32	22.40	26.13	1.50	82.50	3.73	11.66	-

จากตารางที่ 4-2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 26.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.50 โดยเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 22.40 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่า ทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนเฉลี่ย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงได้สูงที่สุด คือ ความรู้ความจำ ร้อยละ 89.67 ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ร้อยละ 86.00 ด้านความเข้าใจ ร้อยละ 79.20 และ ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 74.50 ตามลำดับ

3. การศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการเรียนรู้	ก่อนเรียน		หลังเรียน		$\mu_0 - \mu_1$	σ	γ	ขนาดของผล
	μ	σ	μ	σ				
1. ความรู้ความจำ	3.87	0.48	5.38	0.31	1.51	0.40	3.78	มาก
2. ความเข้าใจ	5.25	0.50	7.92	0.41	2.67	0.45	5.93	มาก
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3.13	0.49	5.96	0.44	2.83	0.65	4.35	มาก
4. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	4.46	0.50	6.88	0.35	2.41	0.43	5.60	มาก
รวม	16.71	1.97	26.13	1.50	9.42	1.75	5.38	มาก

จากตารางที่ 4-3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 16.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.97 คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 26.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.50 และค่าขนาดของผลมีค่าเท่ากับ 5.38 แปลผลว่าขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 คะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นและมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนหลังเรียน

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	**N**	**คะแนนเต็ม**	**ก่อนเรียน**		**หลังเรียน**		**ความต่าง**		**ลำดับที่**
			μ	σ	μ	σ	μ	ร้อยละ	
1. ขั้นระบุปัญหา	24	5	2.79	0.50	3.79	0.43	1	20.00	2
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	24	5	3.17	0.48	4.25	0.36	1.08	21.60	1
3. ขั้นนำเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา	24	5	3.00	0.49	3.96	0.41	0.97	19.20	3
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	24	5	3.29	0.48	4.17	0.37	0.87	17.60	4
รวม	24	20	12.25	1.95	16.17	1.57	3.92	19.60	-

จากตารางที่ 4.4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 12.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.95 และหลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.57 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นนำเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ พบว่า การ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทุกขั้นตอน หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และร้อยละของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาได้สูงที่สุด คือ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ร้อยละ 21.60 ขั้นระบุปัญหา ร้อยละ 20.00 ขั้นนำเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา ร้อยละ 19.20 และ ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ร้อยละ 17.60 ตามลำดับ

5. การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 คะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน)

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	N	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	หลังเรียน			ลำดับที่
				μ	σ	ร้อยละ	
1. ขั้นระบุปัญหา	24	5	3.50	3.79	0.43	75.80	4
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	24	5	3.50	4.25	0.36	85.00	1
3. ขั้นนำเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา	24	5	3.50	3.96	0.41	79.20	3
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	24	5	3.50	4.17	0.37	83.40	2
รวม	24	20	14.00	16.17	1.57	80.85	-

จากตารางที่ 4-5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 16.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.57 โดยเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 14.00 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นนำเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ พบว่า ทุกด้านสูง

กว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียนขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาได้สูงที่สุด คือ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ร้อยละ 85.00 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ 83.40 ขั้นนำเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา ร้อยละ 79.20 และ ขั้นระบุปัญหา ร้อยละ 75.80 ตามลำดับ

6. การศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การหาขนาดของผล (Effect Size)

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	**ก่อนเรียน**		**หลังเรียน**		$\mu_0 - \mu_1$	σ	γ	**ขนาดของผล**
	μ	σ	μ	σ				
1. ขั้นระบุปัญหา	2.79	0.50	3.79	0.43	1.00	0.47	2.13	มาก
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	3.17	0.48	4.25	0.36	1.08	0.29	3.72	มาก
3. ขั้นนำเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา	3.00	0.49	3.96	0.41	0.96	0.45	2.13	มาก
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	3.29	0.48	4.17	0.37	0.88	0.43	2.05	มาก
รวม	12.25	1.95	16.17	1.57	3.92	1.77	2.21	มาก

จากตารางที่ 4-6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 12.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.95 คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 16.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.57 และค่าขนาดของผลเท่ากับ 2.21 แปลผลว่า ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากแสดงว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พบว่าคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียน และหลังเรียน 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 4) ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน 5) ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 6) ศึกษาขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ได้มาจากวิธีการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้องเรียน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .21 ถึง .73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .24 ถึง .53 และค่าความเชื่อมั่นแบบโลเวทท์ท่ากับ .78 และ 3) แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .43 ถึง .70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27 ถึง .80 และค่าความเชื่อมั่นของโลเวทท์เท่ากับ .84

แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Design) โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว (One Group Pretest-Posttest Design)

ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นดำเนินการทดลองสอน ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน จำนวน 4

แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเวลา 16 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน โดยมีการสลับข้อเพื่อป้องกันการจำของนักเรียน

วิเคราะห์ข้อมูล โดยเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และการหาขนาดของผล และเปรียบเทียบคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และการหาขนาดของผล โดยใช้การทดสอบค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่า 5.39 อยู่ในระดับมาก

4. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

6. ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่า 2.21 อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้เป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นด้านที่มีค่าร้อยละของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้ ความจำ เป็นด้านที่มีค่าร้อยละของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด และมีค่าขนาดของผลอยู่ในระดับมากทุกด้าน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและตั้งประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ซึ่งมีบริบทที่ใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ค้นหาข้อมูลคำตอบ ด้วยตนเอง โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบคำถามหรือปัญหาที่นักเรียนสนใจหรือสงสัย แล้วนำมาอภิปราย สรุปความรู้ของตนเองให้เพื่อนในกลุ่มฟัง ส่งผลให้นักเรียนเห็นถึงคุณค่าของความรู้ที่ได้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ด้วยเหตุนี้ผู้เรียนจึงเกิดการเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ตรง เกิดการแสดงความคิดเห็นและการยอมรับความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่มที่มีความแตกต่างกัน และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชาด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ เรื่องงานและพลังงาน เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนได้ออกแบบการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบการสร้างแบบจำลองด้วยตัวเอง

นอกจากนี้ในขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนของการแก้ปัญหาดังกล่าวมาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียน สืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง แล้วนำมาสรุปให้ออกมาเป็นแนวทาง เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รู้จักการกำหนดประเด็นปัญหา และสาเหตุของปัญหาที่มีความท้าทายความสามารถของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสนใจและมีแรงกระตุ้นที่จะหาวิธีในการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ในขั้นนี้ถือว่าความสำคัญ เพราะผู้เรียนจะทำการค้นคว้าความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่หลากหลายตามความสนใจ เพื่อใช้ในการสืบค้นข้อมูล

ทั้ง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มต่างนำความรู้ที่ได้รับมาจากการศึกษามานำเสนอและอธิบายให้เพื่อนภายในกลุ่มได้ฟัง และเพื่อให้ได้องค์ความรู้ ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง งานและพลังงาน เพื่อเป็นการสรุปความรู้ ในประเด็นหลักร่วมกัน เพื่อเป็นการทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนให้มากยิ่งขึ้น จากนั้นนำความรู้ที่ได้รับมาเสนอเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาในรูปของแบบจำลอง เมื่อผู้เรียนได้สร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะนำไปสู่ขั้นการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผลที่ได้จากการประเมิน จะทำให้ผู้เรียนพบข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเอง ซึ่งนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาในเวลาต่อมา เพื่อให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพและเหมาะสมในการแก้ปัญหามากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ คอนสตรัคชันนิซึม ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน และเป็นการให้ผู้เรียนลงมือสร้างสิ่งของหรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (สุชิน เพ็ชรักษ์, 2548 , หน้า 31 – 34) โดยผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ให้เกิดขึ้นภายในตัวเอง ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะกระบวนการเรียนการสอนนั้นมีความหมายกับตัวผู้เรียน สอดคล้องกับ Hmelo & Evenson (2000 อ้างถึงใน บุญนำ อินทนนท์, 2551, หน้า 13) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ เพียเจต์ และ ไวก้อตสกี้ โดยเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญา ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาโดยให้ประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ โดยมีการประเมินเพื่อปรับปรุงชิ้นงาน ประเมินเพื่อน และครูประเมินผู้เรียน จากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ที่เกิดจากการศึกษาองค์ความรู้โดยบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชาด้วยตนเอง และมีการสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองผ่านการประเมิน จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.71หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.13 พบว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ กรริสา จันทร์สุวรรณ (2563) ที่ได้ศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา

หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของลัดดาวัลย์ นงประโคน (2560) ที่ศึกษาการขัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การสะท้อนแสงและภาพที่เกิดจากการสะท้อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และร้อยละ 74 ของกลุ่มเป้าหมายให้ความคิดเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์มีผลมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีค่าขนาดของผลอยู่ในระดับมาก

2. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยขั้นตอนที่มีค่าร้อยละของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา และมีค่าขนาดของผลอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นเร้าความสนใจผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนติดตามอ่านสถานการณ์ และสามารถวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้ ยกตัวอย่างเช่น จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและกำลัง เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงโดยมีหญิงคนหนึ่ง เสียชีวิตภายในบ่อน้ำลึกประมาณ 5 เมตร ผู้เรียนได้ให้ความสนใจ ตั้งใจอ่านสถานการณ์ปัญหาจนจบ และสามารถระบุประเด็นปัญหา สาเหตุของปัญหาของตนเองได้ ซึ่งคำตอบของผู้เรียนแต่ละคนจะเป็นไปในแนวทางเดียวกัน จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายสาเหตุของปัญหาร่วมกัน เพื่อกำหนดประเด็นปัญหาของกลุ่ม และของห้อง และในขั้นการสังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ออกแบบและวางแผนออกแบบการสร้างแบบจำลอง ที่ผู้เรียนสามารถสร้างได้ โดยไม่เกินความสามารถ และเหมาะสมกับอุปกรณ์และเวลา จากนั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสร้าง

แบบจำลองของกลุ่มตนเอง ตามที่ได้วางแผนและกำหนดลำดับขั้นตอน ภายในเวลา 30 นาที พร้อมทั้งตรวจสอบความเรียบร้อย

ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีจุดเด่นในการกำหนดสถานการณ์ที่มีบริบทที่ผู้เรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และสถานการณ์แต่ละเรื่องควรมีความหลากหลายไม่ซ้ำ เพราะเป็นสิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนมีความในสนใจ และต้องการที่จะเรียนรู้ และอยากที่จะแก้ไขปัญหา โดยในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้เรียนควรมีลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ และมีความเหมาะสม โดยใช้การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วย เริ่มตั้งแต่การระบุปัญหา และสาเหตุของปัญหา นอกจากนี้ ขั้นการวางแผนการออกแบบและการสร้างชิ้นงาน ก็เป็นขั้นที่มีความสำคัญ ที่ผู้เรียนจะได้ลงมือกระทำการแก้ปัญหาด้วยตนเองจากการวางแผนมาอย่างดีแล้ว ซึ่งนักเรียนจะต้องบูรณาการความรู้ 4 สาขาวิชา มาร่วมกันสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของเวียร์ (Weir, 1974) 4 ขั้นตอน ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้ศึกษา หาความรู้ และนำใช้ในการวิเคราะห์ ประเด็นปัญหา สาเหตุของปัญหา ตลอดจนกระบวนการในการแก้ไขปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ของปัญหา จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.25 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.17 พบว่าค่าเฉลี่ยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของนันทชา อัมฤทธิ์ (2559) ที่ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง โดยนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นในทุก ๆ พฤติกรรม ได้แก่ กำหนดปัญหาและความสำคัญของปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือ บอกสาเหตุของปัญหา เสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา เลือกวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสม และนำวิธีการแก้ปัญหาแก้ปัญหาที่เหมาะสมมาใช้ปฏิบัติจริง โดยพฤติกรรมการเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกได้มากตลอดการจัดการเรียนรู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของนารินทร์ ศิริเวช (2560) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษามีทักษะการคิดแก้ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมี

นัยสำคัญที่ระดับ 0.1 และความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ค่าความถดถอยของความเที่ยงมาตรฐานของความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองมีค่าเท่ากับ 0.8026 และค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.6424 ชี้ให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายร้อยละ 64 ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีมีความสัมพันธ์ต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาชีววิทยา

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีค่าขนาดของผลอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรมีการชี้แนะขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจ รู้บทบาทและหน้าที่ของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และไม่เกิดปัญหา หรือข้อผิดพลาดในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ใช้ได้ผลในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนั้นผู้สอนควรนำเอาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในห้องเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนั้นครูควรยืดหยุ่นในการใช้เวลาให้เหมาะสม แต่ควบคุมให้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ โดยเฉพาะขั้นตอนการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ซึ่งต้องใช้เวลามาก และครูควรควบคุมกิจกรรมให้เป็นไปตามใบกิจกรรมที่เตรียมไว้เพื่อให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา อาจจะนำไปประยุกต์ใช้ได้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์โลก

และอวกาศ และควรยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปัญหาที่ใกล้ตัวหรือมีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงประสบการณ์จริงได้

2. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการอ่าน การค้นคว้ารวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย การนำเสนอข้อมูลโดยการใช้เทคโนโลยี การฝึกการทำงาน โดยกระบวนการกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาตัวแปรดังกล่าว หรือศึกษาพัฒนาการของทักษะด้านต่าง ๆ เพิ่มเติม

3. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่าง หรือกลุ่มเป้าหมาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบปกติ รวมถึงศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เจตคติต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรริสา จันทร์สุวรรณ. (2563). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา.* วารสารสังคมศาสตร์วิจัย, 11(1), 1- 16.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4)พ.ศ. 2562*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. (2525). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา* : รายงานผลวิจัย. ขอนแก่น: ภาควิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จรูญพงษ์ ชลสินธุ์. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.* วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคมี, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เจษฎายุทธ์ ไกรกลาง. (2560). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ซาฟีนา หลักแหล่ง. (2552*). ผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมูลนิธิอาซิซสถาน จังหวัดปัตตานี***.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.*วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทองจันทร์ หงศ์ลดารมภ์. (2538). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning).* วารสารข่าวสารกองบริการการศึกษา. 6(58), 5-25.

ทิศนา แขมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรเดช เดชศักดา. (2562, 1 ตุลาคม). รองประธานนักเรียนโรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ. สัมภาษณ์.

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์. (2541). *การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขามัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นันทชา อัมฤทธิ์. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาฟิสิกส์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

นารินทร์ ศิริเวช. (2560). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตรศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

นิตยา อุ่นเจริญ. (2562, 2 ตุลาคม). ครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ. สัมภาษณ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญนำ อินทนนท์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขามัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปฏิวัติ จันทนุกูล. (2560). *เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์,คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2557). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). *STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21*. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-56.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ Basanti Majumder. (2544). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา Problem-Based Learning*. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2547). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮ้าออฟเคอร์มีสท์.

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

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนพานิช.

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556). *สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM education Thailand and STEM ambassadors)*. นิตยาสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 42(185), 14-18

มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2545). *การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning)*. วารสารวิชาการ. 5(2), 11-17.

ยุดา รักษ์ไทย. (2545*). เทคนิคการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เอ็กซเปอร์ เน็ต.

โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ. *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR)ปีการศึกษา 2561*. ฉะเชิงเทรา: โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วัฒนาพร ดวงดีวงศ์. (2561). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหาเรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

วัลลี สัตยาศัย. (2547). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: บุ๊คเน็ท.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริวรรณ หล้าคอม. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). *คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์.* เข้าถึงได้จาก http://www.onetresult.niets.or.th

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2526). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมหวัง อังสนุ. (2554). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐาน.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.* เพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์.

สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). *การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์* ปริญญานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุชิน เพ็ชรักษ์. (2544). *รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย (Constructionism).* กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี เพื่อการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สุชิน เพ็ชรักษ์. (2548). *รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย (Constructionism)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *ยุทธศาสตร์การคิดแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2556). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21*. นิตยสาร สสวท. 42(185), 10-13.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์เกษตรแห่งประเทศไทย.

อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). *ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม. (2545). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตราของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Barell, J. (1998). *PBL an inquiry approach*. Illinois: Skylight Training and Publishing.

Barrows, H.S.; & Tamblyn, R.M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer.

Breiner, J.M., Johnson, C.C., Harkness, S.S. & Koehler, C.M. (2012). *What is STEM? A discussion about conception of STEM in education and partnership*, Retrieved May 6, 2014, from http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.111/j.19498594 .2011.00109.x/abstract

Bloom, Benjamin S. (1956*). Taxonomy of education objective handbook l : Cognitive domain*. New York: David Mackey.

Delisle, R. (1997). *Use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Good, Center V. (1973). *Dictionary for education. 3rd*. New York: McGraw-Hill.

Gijselears, Wim H. (1973). *Connecting problem-based practices with educational theory. New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68): 13–21.

Hmelo, C.E., & Lin, Xiaodong. (2000). *Becoming self- Directed learners strategy development in problem-based learning*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Householder, D.L. & Hailey, C.E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. Retrieved April 28, 2016, from http://digitalcommons.usu.edu/ ncete_publications/166

Klopfer, L.E. (1971). *"Evaluation of learning in science", Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw–Hill hook company, 574–580.

Lou, S., Shin, R, Diez, C. R. & Tseng, K. (2010). *The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students*. International Journal of Technology and Design Education, 21, 195-215.

Weir, J.J. (1974). *Problem solving is everybody's problem.* Science Teacher, 4, 16-18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ดร. สมศิริ สิงห์ลพ	อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร. ศรัณย์ ภิบาลชนม์	อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร. สรพงษ์ เจริญกฤตยาวุฒิ	อาจารย์ประจำภาควิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. อาจารย์ ยงยุทธ มานะประดิษฐ์	ครู ชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์
5. อาจารย์ บุษรา อิสระกุล	ครู ชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนวัดจุกเฌอ

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ อว ๘๑๑๘/ว. ๐๘๔๕ **วันที่** ๔๔ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๒
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ดร.สรพงษ์ เจริญกฤตยาวุฒิ

ด้วยนางสาวสรวีย์ นาคเกษม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

BURAPHA UNIVERSITY

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ อว ๘๑๑๘/ว. ๑๔๔๙ **วันที่** ๒๘ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๒
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์

ด้วยนางสาวสรวีย์ นาคเกษม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว ๘๑๑๘ /ว๐๐๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ยงยุทธ มานะประดิษฐ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสรวีย์ นาคเกษม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๘๖-๘๔๔๓๑๗๕

ที่ อว ๘๑๑๘.๒/๒๐๐๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์บุษรา อิสระกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสรวีย์ นาคเกษม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๘๖-๘๔๔๓๑๗๕

โรงเรียนวัดจุกเฌอ (สหมงคลวิทยาคาร)
วันที่รับ ๗ ก.ค. ๖๓
เลขที่หนังสือ ๖๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/ ๓๒๘

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๖ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดจุกเฌอ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (หาคุณภาพ)

ด้วยนางสาวสรวีย์ นาคเกษม รหัสประจำตัวนิสิต ๖๑๙๒๐๑๒๗ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ (A Study of Science Learning Achievement and Scientific Problems Solving Using Problem-Based Learning with Stem Education in Work and Energy of Eight Grade Students.) โดยมี ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพจากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๒๕ คน ระหว่างวันที่ ๑๓ – ๑๗ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้น ได้ที่เบอร์โทร ๐๘๖-๘๔๔๓๑๗๕

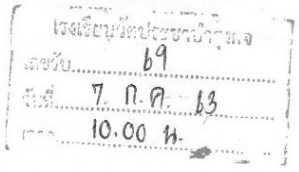
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

๗ ก.ค. ๒๕๖๓



ที่ อว ๘๑๓๗/ ๓๒๙

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวสรวีย์ นาคเกษม รหัสประจำตัวนิสิต ๖๑๙๒๐๑๒๗ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ (A Study of Science Learning Achievement and Scientific Problems Solving Using Problem-Based Learning with Stem Education in Work and Energy of Eight Grade Students.) โดยมี ดร.ธนาวุฒิ ลาดวงษ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๒๔ คน ระหว่างวันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ถึงวันที่ ๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้นได้ที่เบอร์โทร ๐๘๖-๘๔๔๓๑๗๕

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาคผนวก **ข**

1. การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
2. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด
3. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการวัด
4. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
6. ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน
7. ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน
8. ผลคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากการทำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
9. ผลคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านจากการทำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ข-1 ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 งานและกำลัง

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 ความถูกต้อง	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 หัวข้อเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
3.3 หัวข้อเหมาะสมกับระดับนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของนักเรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่กำหนด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผล และผลประเมินผล ได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-2 ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 หัวข้อเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 หัวข้อเหมาะสมกับระดับนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่กำหนด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผล และผลประเมินผล ได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-3 ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 หัวข้อเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 หัวข้อเหมาะสมกับระดับนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่กำหนด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผล และผลประเมินผล ได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-4 ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 หัวข้อเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 หัวข้อเหมาะสมกับระดับนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุม จุดประสงค์ที่กำหนด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผล และผลประเมินผล ได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

จากตารางที่ ข-1 ถึงตารางที่ ข-4 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.40 ถึง 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง .00 ถึง .55 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก ถึงมากที่สุด

ตารางที่ ข-5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	1	1	1	1	1	5	1.00
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00
9	1	1	1	1	1	5	1.00
10	1	1	1	1	1	5	1.00
11	1	1	1	1	1	5	1.00
12	1	1	1	1	1	5	1.00
13	1	1	1	1	1	5	1.00
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00
19	1	1	1	0	1	4	0.80
20	1	1	1	1	1	5	1.00
21	1	1	0	1	1	4	0.80
22	1	1	0	1	1	4	0.80
23	1	1	0	1	1	4	0.80
24	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
25	1	1	1	1	-1	3	0.60
26	1	1	1	1	-1	3	0.60
27	1	1	1	1	0	4	0.80
28	1	1	1	0	1	4	0.80
29	1	1	1	1	-1	3	0.60
30	1	1	1	1	1	5	1.00
31	1	1	1	1	0	4	0.80
32	1	1	1	1	1	5	1.00
33	1	1	1	1	1	5	1.00
34	0	1	0	1	1	3	0.60
35	1	1	1	1	0	4	0.80
36	1	1	1	1	1	5	1.00
37	1	1	1	1	1	5	1.00
38	1	1	1	1	1	5	1.00
39	1	1	1	1	1	5	1.00
40	1	1	1	1	1	5	1.00
41	1	1	1	1	1	5	1.00
42	1	1	1	1	1	5	1.00
43	1	1	1	0	1	4	0.80
44	1	1	1	1	0	4	0.80
45	1	1	1	1	1	5	1.00
46	1	1	1	1	1	5	1.00
47	1	1	1	1	1	5	1.00
48	1	1	1	1	0	4	0.80
49	1	1	1	1	0	4	0.80

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
50	1	1	1	1	0	4	0.80
51	1	1	1	0	0	3	0.60
52	1	1	1	1	1	5	1.00
53	1	1	1	1	0	4	0.80
54	1	1	1	1	1	5	1.00
55	1	1	1	1	0	4	0.80
56	1	1	1	1	1	5	1.00
57	1	1	1	1	1	5	1.00
58	1	1	1	1	1	5	1.00
59	1	1	0	1	1	4	0.80
60	1	1	0	1	1	4	0.80
61	1	1	1	1	1	5	1.00
62	1	1	1	1	1	5	1.00
63	1	1	1	1	1	5	1.00
64	1	1	1	1	1	5	1.00

จากตารางที่ ข-5 เมื่อวิเคราะห์ผลคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระหว่าง .60 ถึง 1.00

ตารางที่ ข-6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ข้อคำถามตรงกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการวัด

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	1	1	-1	1	1	3	0.60
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00
9	1	1	1	1	1	5	1.00
10	1	1	1	1	1	5	1.00
11	1	1	1	1	1	5	1.00
12	1	1	1	1	1	5	1.00
13	1	1	1	1	1	5	1.00
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00
19	1	1	1	1	1	5	1.00
20	1	1	1	1	1	5	1.00
21	1	1	1	1	1	5	1.00
22	1	1	1	1	1	5	1.00
23	1	1	1	1	1	5	1.00
24	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
25	1	1	1	1	1	5	1.00
26	1	1	1	1	1	5	1.00
27	1	1	1	1	1	5	1.00
28	1	1	1	1	1	5	1.00
29	1	1	0	1	1	4	0.80
30	1	1	0	1	1	4	0.80
31	1	1	0	1	1	4	0.80
32	1	1	0	1	1	4	0.80

จากตารางที่ ข-6 เมื่อวิเคราะห์ผลคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมการแก้ปัญหา ระหว่าง .80 ถึง 1.00

ตารางที่ ข-7 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบข้อที่	P	B	การแปลผล	เป็นข้อสอบข้อที่
1	.59	.29	ใช้ได้	1
2	.56	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
3	.32	.35	ใช้ได้	2
4	.38	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
5	.44	.41	ใช้ได้	3
6	.44	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
7	.53	.29	ใช้ได้	4
8	.59	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
9	.85	.35	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
10	.73	.29	ใช้ได้	5
11	.73	.41	ใช้ได้	6
12	.73	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
13	.53	.29	ใช้ได้	7
14	.34	.29	ใช้ได้	8
15	.44	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
16	.47	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
17	.24	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
18	.53	.47	ใช้ได้	9
19	.21	.47	ใช้ได้	10
20	.71	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
21	.29	.24	ใช้ได้	11
22	.41	.35	ใช้ได้	12
23	.12	.29	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
24	.50	.18	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	P	B	การแปลผล	เป็นข้อสอบข้อที่
25	.50	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
26	.47	.41	ใช้ได้	13
27	.21	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
28	.41	.41	ใช้ได้	14
29	.32	.29	ตัดทิ้ง	15
30	.68	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
31	.62	.24	ใช้ได้	16
32	.79	.41	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
33	.47	.41	ใช้ได้	17
34	.24	.41	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
35	.47	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
36	.47	.29	ใช้ได้	18
37	.32	.18	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
38	.32	.41	ใช้ได้	19
39	.71	.35	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
40	.53	.35	ใช้ได้	20
41	.50	.24	ใช้ได้	21
42	.26	.41	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
43	.29	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
44	.68	.35	ใช้ได้	22
45	.35	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
46	.47	.35	ใช้ได้	23
47	.44	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
48	.44	.47	ใช้ได้	24

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	P	B	การแปลผล	เป็นข้อสอบข้อที่
49	.59	.47	ใช้ได้	25
50	.47	.35	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
51	.47	.41	ใช้ได้	26
52	.26	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
53	.35	.41	ใช้ได้	27
54	.47	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
55	.68	.47	ใช้ได้	28
56	.44	.47	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
57	.35	.35	ใช้ได้	29
58	.38	.35	ใช้ได้	30
59	.65	.24	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
60	.44	.06	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
61	.26	.47	ใช้ได้	31
62	.50	.53	ใช้ได้	32
63	.76	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
64	.47	.29	ใช้ได้	ตัดทิ้ง

จากตารางที่ ข-7 เมื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยกง่ายอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .21 ถึง .73 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .24 ถึง .53 โดยคัดเลือกมาจำนวน 32 ข้อ

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 32 ข้อ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method) แสดงดังนี้

$$r_{CC} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1)\sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ

$k = 32$

$\sum X_i = 525$

$\sum X_i^2 = 9195$

$\sum (X_i - C)^2 = 1099$

$$r_{CC} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1)\sum (X_i - C)^2}$$

$$r_{CC} = 1 - \frac{32(525) - 9195}{(32-1)(1099)}$$

$$r_{CC} = 1 - \frac{16800 - 9195}{(31)(1099)}$$

$$r_{CC} = 1 - \frac{7605}{34069}$$

$$r_{CC} = 1 - 0.22$$

$$r_{CC} = 0.78$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของโลเวทท์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เท่ากับ .78

ตารางที่ ข-8 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบข้อที่	P	B	**การแปลผล**	**เป็นข้อสอบข้อที่**	**สถานการณ์ที่**
1	.47	.53	ใช้ได้	1	1
2	.63	.33	ใช้ได้	2	(ข้อ 1-4)
3	.60	.53	ใช้ได้	3	
4	.57	.47	ใช้ได้	4	
5	.50	.60	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
6	.40	.40	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	
7	.43	.33	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	
8	.77	.20	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	
9	.60	.40	ใช้ได้	5	2
10	.50	.60	ใช้ได้	6	(ข้อ 5-8)
11	.60	.40	ใช้ได้	7	
12	.47	.40	ใช้ได้	8	
13	.43	.47	ใช้ได้	9	3
14	.47	.80	ใช้ได้	10	(ข้อ 9-12)
15	.70	.33	ใช้ได้	11	
16	.63	.33	ใช้ได้	12	
17	.53	.27	ใช้ได้	13	4
18	.56	.47	ใช้ได้	14	(ข้อ 13-16)
19	.63	.47	ใช้ได้	15	
20	.43	.60	ใช้ได้	16	
21	.23	.33	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
22	.23	.80	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	
23	.53	.80	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	
24	.43	.60	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	P	B	การแปลผล	เป็นข้อสอบข้อที่	สถานการณ์ที่
25	.60	.40	ใช้ได้	17	5
26	.63	.47	ใช้ได้	18	(ข้อ 17-20)
27	.63	.47	ใช้ได้	19	
28	.57	.33	ใช้ได้	20	
29	.53	.27	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
30	.53	.53	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	
31	.57	.60	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	
32	.60	.40	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	

จากตารางที่ ข-8 เมื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .43 ถึง .70 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27 ถึง . 80 โดยคัดเลือกมา 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method) แสดงดังนี้

$$r_{CC} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1)\sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ

$k = 20$

$\sum X_i = 338$

$\sum X_i^2 = 4506$

$\sum (X_i - C)^2 = 746$

$$r_{CC} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1)\sum (X_i - C)^2}$$

$$r_{CC} = 1 - \frac{20(338) - 4506}{(20-1)(746)}$$

$$r_{CC} = 1 - \frac{6760 - 4506}{(19)(746)}$$

$$r_{CC} = 1 - \frac{2254}{14174}$$

$$r_{CC} = 1 - 0.16$$

$$r_{CC} = 0.84$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของโลเวทท์ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ .84

ตารางที่ ข-9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 32 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	18	26	21	13	24
2	18	30	22	16	26
3	11	17	23	12	26
4	27	31	24	11	31
5	13	26	μ	16.71	26.13
6	17	27	σ	3.52	3.18
7	20	27			
8	19	21			
9	15	32			
10	20	28			
11	20	25			
12	18	25			
13	17	25			
14	20	27			
15	17	26			
16	16	25			
17	16	25			
18	17	28			
19	15	25			
20	15	24			

ตารางที่ ข-10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่ละด้าน ที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 32 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน					หลังเรียน				
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
1	3	7	5	3	18	5	8	6	7	26
2	5	5	4	4	18	6	9	7	8	30
3	4	2	2	3	11	5	5	3	4	17
4	6	7	7	7	27	6	10	7	8	31
5	3	3	3	4	13	6	7	6	7	26
6	3	4	5	5	17	5	8	6	8	27
7	5	5	4	6	20	6	8	6	7	27
8	4	5	3	7	19	4	6	4	7	21
9	4	4	3	4	15	6	10	8	8	32
10	4	7	4	5	20	5	9	7	7	28
11	3	5	5	7	20	4	7	7	7	25
12	3	5	5	5	18	5	9	5	6	25
13	5	7	3	2	17	6	8	6	5	25
14	5	8	4	3	20	6	10	6	5	27
15	4	7	2	4	17	6	8	4	8	26
16	5	5	2	4	16	6	7	6	6	25
17	4	6	1	5	16	6	8	4	7	25
18	5	4	3	5	17	5	8	7	8	28
19	4	7	0	4	15	6	7	6	6	25
20	4	5	2	4	15	6	8	4	6	24

ตารางที่ ข-10 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน					หลังเรียน				
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
21	3	5	2	3	13	3	7	6	8	24
22	4	5	2	5	16	5	6	7	8	26
23	2	4	2	4	12	5	8	7	6	26
24	1	4	2	4	11	6	9	8	8	31
คะแนนรวม	93	126	75	107	401	129	190	143	165	627
คะแนนเฉลี่ย	3.88	5.25	3.13	4.46	16.71	5.38	7.92	5.96	6.88	26.13

หมายเหตุ ด้านที่ 1 หมายถึง ความรู้ ความจำ

ด้านที่ 2 หมายถึง ความเข้าใจ

ด้านที่ 3 หมายถึง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ด้านที่ 4 หมายถึง การนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ตารางที่ ข-11 คะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	15	16	21	8	12
2	17	19	22	10	14
3	6	13	23	9	16
4	17	20	24	12	20
5	9	17	μ	12.25	16.67
6	13	13	σ	3.03	2.37
7	11	18			
8	9	18			
9	16	20			
10	16	18			
11	12	14			
12	13	17			
13	15	15			
14	16	17			
15	11	13			
16	10	15			
17	14	16			
18	11	14			
19	12	17			
20	12	16			

ตารางที่ ข-12 คะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านที่ได้จากการทำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน					หลังเรียน				
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
1	2	5	3	5	15	3	5	3	5	16
2	4	3	5	5	17	5	4	5	5	19
3	2	2	2	0	6	3	4	4	2	13
4	4	4	4	5	17	5	5	5	5	20
5	1	2	3	3	9	3	5	4	5	17
6	2	3	4	4	13	2	3	4	4	13
7	2	3	3	3	11	4	5	4	5	18
8	2	3	1	3	9	5	4	4	5	18
9	4	3	5	4	16	5	5	5	5	20
10	4	5	4	3	16	5	5	4	4	18
11	3	3	2	4	12	3	4	3	4	14
12	2	4	4	3	13	4	4	5	4	17
13	3	4	4	4	15	3	4	4	4	15
14	5	4	2	5	16	5	4	3	5	17
15	4	3	2	2	11	4	4	3	2	13
16	2	3	3	2	10	3	4	4	4	15
17	3	4	3	4	14	3	4	4	5	16
18	2	3	3	3	11	3	4	4	3	14
19	2	4	3	3	12	3	4	5	5	17
20	2	3	4	3	12	4	4	4	4	16

ตารางที่ ข-12 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน					หลังเรียน				
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
21	2	1	2	3	8	3	3	3	3	12
22	3	2	2	3	10	4	4	3	3	14
23	3	1	2	3	9	4	5	3	4	16
24	4	4	2	2	12	5	5	5	5	20
คะแนนรวม	67	76	72	79	294	91	102	95	100	388
คะแนนเฉลี่ย	2.79	3.17	3.00	3.29	12.25	3.79	4.25	3.96	4.17	16.17

หมายเหตุ ด้านที่ 1 หมายถึง ขั้นระบุปัญหา

ด้านที่ 2 หมายถึง ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

ด้านที่ 3 หมายถึง ขั้นนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา

ด้านที่ 4 หมายถึง ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 งานและพลังงาน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ พื้นฐาน 4 (ว 22102) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวนที่สอน 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวสรวีย์ นาคเกษม โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ว 2.3 ม.2/1 วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 4.1 ม.2/1 คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นโดยพิจารณาจากสาเหตุ หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และวิเคราะห์เปรียบเทียบ ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

ว 4.1 ม.2/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่นสรุปกรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ว 4.1 ม.2/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจวางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

ว 4.1 ม.2/4 ทดสอบประเมินผล และอธิบายปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้ง หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา

ว 4.1 ม.2/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไกไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

ตัวชี้วัดคณิตศาสตร์

ค 2.1 ม.2/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

ค 2.1 ม.2/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

ค 2.2 ม.2/3 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

3. สาระสำคัญ

งาน (Work) เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงนั้น งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีขนาดเท่ากับขนาดของแรงคูณกับขนาดของการกระจัดตามแนวแรง หรือ $W = Fs$ มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N.m) หรือ จูล

กำลัง (Power) คือ อัตราส่วนการทำงาน มีขนาดเท่ากับงานหารด้วยเวลาที่ทำงาน หรือ $P = \frac{W}{t}$ มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt)

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายของงานและกำลังได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2. วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3. คำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังได้

4. วิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับงานและกำลังได้

5. สร้างแบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับงานและกำลังได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

6. มีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

7. มีจิตวิทยาศาสตร์ในด้านการตั้งใจทำงาน ซื่อสัตย์ รับผิดชอบ สามารถร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มได้

5. สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์ (E)	คณิตศาสตร์ (M)
งานและกำลัง	การออกแบบเทคโนโลยี การวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	การวัดและเรขาคณิต ได้แก่ การคำนวณพื้นที่ผิว การคำนวณหาปริมาตรของรูปเรขาคณิต และการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง

6. สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

☑ ความสามารถในการสื่อสาร ☑ ความสามารถในการวัด

☑ ความสามารถในการแก้ปัญหา ☑ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

☑ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

☐ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ☑ ซื่อสัตย์สุจริต ☑ มีวินัย

☑ ใฝ่เรียนรู้ ☑ อยู่อย่างพอเพียง ☑ มุ่งมั่นในการทำงาน

☐ รักความเป็นไทย ☐ มีจิตสาธารณะ

8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง
2. แบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง
3. ชิ้นงาน บ่อตักน้ำจำลอง

9. กระบวนการจัดการเรียนรู้

<u>ชั่วโมงที่ 1</u>

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1. ครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายขั้นตอนในการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 คน โดยคละความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) จากนั้นให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันเอง ภายในกลุ่ม

3. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง จากนั้นครูสนทนาร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับภาพ การออกแรงกระทำต่อวัตถุในรูปแบบต่าง ๆ ทั้ง 6 ภาพ จากนั้น ให้นักเรียนวิเคราะห์รูปภาพแล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง ดังนี้

1) เขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ($\vec{F}$)
2) เขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางการกระจัดตามแนวแรง ($\vec{s}$)
3) สถานการณ์ใดบ้างที่เกิดงานทางวิทยาศาสตร์
4) การคำนวณงาน และ กำลัง

4. ครูและนักเรียนร่วมกับสรุปความหมายของงานและกำลัง (*งาน (Work) เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงนั้น งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีขนาดเท่ากับขนาดของแรงคูณกับขนาดของการกระจัดตามแนวแรง หรือ $W = Fs$ มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N.m) หรือ จูล*

กำลัง (Power) คือ อัตราส่วนการทำงาน มีขนาดเท่ากับงานหารด้วยเวลาที่ทำงาน หรือ $P = \frac{W}{t}$ *มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt)*)

5. ครูแจกแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหา เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ดังนี้

<u>สถานการณ์ปัญหา</u>

เมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2562 สภ.บางละมุง จ.ชลบุรี ได้รับแจ้งพบผู้เสียชีวิตภายในบ่อน้ำ โดยที่เกิดเหตุตั้งอยู่ในบ่อน้ำความลึกประมาณ 5 เมตร ในบ่อน้ำพบรองเท้าแตะลอยน้ำอยู่ ชุดปฏิบัติการทางน้ำทีมกู้ภัยฯ จึงใช้สลิงโรยตัวลงไปภายในบ่อ งมร่างผู้เสียชีวิตขึ้นมา ทราบชื่อ คือ น.ส.ไพวัลย์ ศรีสวัสดิ์ อายุ 47 ปี จากการตรวจสอบไม่พบร่องรอยการถูกทำร้าย สอบถาม สามีผู้เสียชีวิตเล่าว่า ช่วงเช้าตนจะไปช่วยพระถือของบิณฑบาต หลังจากกลับบ้านมาก็ไม่พบภรรยา จึงเดินหา รอบบ้าน จนกระทั่งพบว่ามีถ้วยจานวางกองไว้ใกล้บ่อน้ำ โดยที่ยังไม่ได้ล้างทำความสะอาด ด้วยความผิดปกติ จึงชะโงกหน้าไปดูในบ่อ พบรองเท้าแตะของภรรยาลอยน้ำอยู่ เมื่อใช้ไม้เขี่ยก็ต้องตกใจ เพราะพบร่างของภรรยานอนจมอยู่ใต้น้ำเสียชีวิตแล้ว ตั้งสติได้จึงรีบโทรแจ้งเจ้าหน้าที่เข้าตรวจสอบดังกล่าว เบื้องต้นเจ้าหน้าที่ได้ตรวจสอบที่เกิดเหตุอย่างละเอียด ก่อนส่งร่างผู้เสียชีวิตไปเก็บรักษายังโรงพยาบาลบางละมุง ส่วนสาเหตุคาดว่าผู้ตายพยายามจะตักน้ำในบ่อเพื่อล้างจาน แต่เกิดพลาดท่าตกลงไปด้วยความที่บ่อน้ำมีความลึก จึงไม่สามารถไต่ขึ้นมา จึงได้เสียชีวิตในที่สุด

(สืบค้นจาก http://www.amaritv.com/news-update/news-21800/414203 เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2562)

6. นักเรียนแต่ละคนเสนอปัญหา และระบุสาเหตุของปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด แล้วเขียน ลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกัน เพื่อกำหนดประเด็นปัญหาของกลุ่ม โดยเขียนประเด็นปัญหา และสาเหตุของปัญหาลงในกระดาษปรู๊ฟ จากนั้นนำไปติดที่รอบ ๆ ห้องเรียน เพื่อนำเสนอให้เพื่อนร่วมห้องทราบ

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินอ่านปัญหาและสาเหตุของปัญหาของกลุ่มอื่น ๆ พร้อมทั้งเขียนเสนอแนะว่า แต่ละกลุ่มเขียนปัญหาได้ครบถ้วนหรือไม่ ถ้าไม่ครบถ้วนควรเพิ่มเติมอะไร โดยกำหนดเวลาให้อ่านและเสนอแนะแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 2 นาที จนกระทั่งครบทุกกลุ่ม

(ประเด็นปัญหาควรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่บ่อตักน้ำ และสาเหตุของปัญหาควรสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุ)

9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปประเด็นปัญหา และสาเหตุของปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าว พร้อมบันทึกลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

(แนวประเด็นปัญหา : หญิงคนดังกล่าวก้มตักน้ำที่บ่อลึก แล้วพลัดตกลงไปที่ก้นบ่อจนถึงแก่ชีวิต

แนวสาเหตุของปัญหา : บ่อตักน้ำมีความลึก , บ่อตักน้ำไม่มีอุปกรณ์ที่ช่วยในการตักน้ำ ส่งผลให้การตักน้ำออกจากบ่อไม่มีความปลอดภัย และไม่สะดวกต่อการนำน้ำมาใช้งาน)

<u>ชั่วโมงที่ 2</u>

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการค้นคว้าความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อเสนอแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

หัวข้อที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

หัวข้อที่ 2 เรื่อง การออกแบบทางวิศวกรรม

หัวข้อที่ 3 เรื่อง การวัดและเรขาคณิต

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มการรวบรวมข้อมูลและระบุความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้ แล้วบันทึกลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้ ในรูปแบบการสร้างเป็นแบบจำลอง แล้วบันทึกลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

(ประเด็นแนวทางแก้ปัญหา : การสร้างบ่อตักน้ำจำลอง)

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. ก่อนที่นักเรียนจะได้ออกแบบและวางแผนออกแบบการสร้างบ่อตักน้ำจำลอง ครูอธิบายเกี่ยวกับ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างบ่อตักน้ำจำลองโดยครูเป็นผู้เตรียมให้ และนักเรียนสามารถเตรียมอุปกรณ์มาเพิ่มเติมได้

2. นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มอภิปรายกันภายในกลุ่ม เพื่อออกแบบการสร้างบ่อตักน้ำจำลองและวิธีการทำงานของแบบจำลองนี้ โดยคำนึงถึงความเหมาะสม โดยมีเงื่อนไข 3 ประการคือ

- วัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลอง สามารถหาได้ง่าย หรือเป็นวัสดุเหลือใช้
- แบบจำลองที่สร้างได้สามารถทำงานได้จริง
- ในระหว่าง ที่แบบจำลองทำงานไม่มีชิ้นส่วนใดหลุดออกมา

3. นักเรียนแต่ละออกแบบ โดยวาดภาพร่าง ลักษณะของแบบจำลองบ่อตักน้ำ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้การสร้างบ่อตักน้ำจำลอง ลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและกำหนดลำดับขั้นตอนการสร้างบ่อตักน้ำจำลอง ลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสร้างบ่อตักน้ำจำลอง ของกลุ่มตนเอง ตามที่ได้วางแผนและกำหนดลำดับขั้นตอน ภายในเวลา 30 นาที

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบความเรียบร้อยของบ่อตักน้ำจำลอง ก่อนนำไปทดสอบและประเมินผลในขั้นต่อไป

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

1. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ลงมือทดสอบและประเมินการใช้งานของบ่อตักน้ำจำลอง ของกลุ่มตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำผลการประเมินที่ได้ นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา บ่อตักน้ำจำลอง ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด และบันทึกผลการประเมินลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

3. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปราย เพื่อสรุปว่ากิจกรรมในครั้งนี้ใช้ความรู้ต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับงานและกำลัง *(งาน (Work) เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงนั้น งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีขนาดเท่ากับขนาดของแรงคูณกับขนาดของการกระจัดตามแนวแรง หรือ $W = Fs$ มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N.m) หรือ จูล กำลัง (Power) คือ อัตราส่วนการทำงาน มีขนาดเท่ากับงานหารด้วยเวลาที่ทำงาน หรือ $P = \frac{W}{t}$ มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt))*

3.2 ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี *(การออกแบบเทคโนโลยี จะต้องมีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง)*

3.3 ความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ *(จะต้องวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา)*

3.4 ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ *(การใช้ หลักการบวก การลบ การคูณ การหาร โดยเฉพาะการวัดและเรขาคณิต ได้แก่ การคำนวณพื้นที่ผิว การคำนวณหาปริมาตรของรูปเรขาคณิต และการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง)*

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ในรูปแบบที่นักเรียนสนใจ

2. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันประเมินผลงานของกลุ่มอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม บันทึกข้อเสนอแนะของแต่ละกลุ่มลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

10. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (P) 1. อธิบายความหมายของงานและกำลังได้ **ด้านทักษะกระบวนการ (P)** 2. วิเคราะห์และระบุงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำต่อวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 3. สามารถคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังได้	การตรวจใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง	นักเรียนบันทึกได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
4. วิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับงานและกำลังได้ 5. สร้างแบบจำลอง ที่เกี่ยวข้องกับงานและกำลังได้	การตรวจแบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง การประเมินแบบจำลองบ่อตักน้ำ	แบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง แบบประเมินชิ้นงาน	นักเรียนบันทึกได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป เกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี (12-16 คะแนน)

รายการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะ (A) 6. มีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน 7. มีจิตวิทยาศาสตร์ในด้านการตั้งใจทำงาน ซื่อสัตย์ รับผิดชอบ สามารถร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มได้	การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	เกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี (12-15 คะแนน)

11. สื่อ/อุปกรณ์ การเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

11.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

11.2 แบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

11.3 แบบประเมินชิ้นงาน

11.4 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

11.5 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ของสสวท. ระดับชั้น ม.2

11.6 อินเตอร์เน็ต

11.7 ห้องสมุด

11.8 อุปกรณ์ในการสร้างบ่อตักน้ำจำลอง มีดังนี้

1) กล่องนม
2) หลอดกาแฟ
3) เชือก
4) ลวด
5) กาว
6) ดินสอ
7) คัตเตอร์
8) กรรไกร
9) กระดาษลัง
10) ฝาขวด
11) อุปกรณ์อื่น ๆ เพิ่มเติม

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

เลขที่.....กลุ่มที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนวิเคราะห์รูปภาพแล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรม ดังนี้

1) เขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ($\vec{F}$)

2) เขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางการกระจัดตามแนวแรง ($\vec{s}$)

1.

☐ เกิดงาน เพราะ

.....

.

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

ภาพที่ 1 คนดันตู้แต่ตู้ไม่เคลื่อนที่ เป็นเวลา 10 วินาที

2.

☐ เกิดงาน เพราะ

.....

.

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

ภาพที่ 2 คนดันลังไม้ให้เคลื่อนที่ 2 เมตร เป็นเวลา 10 วินาที

3.

☐ เกิดงาน เพราะ

.....

.

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

ภาพที่ 3 คนลากลังไม้ให้เคลื่อนที่ 3 เมตร เป็นเวลา 10 วินาที

4.

☐ เกิดงาน เพราะ

.....

.

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

ภาพที่ 4 คนแบกกล่องไม้แล้วเดินในแนวระดับ 5 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่ เป็นเวลา 10 วินาที

5.

☐ เกิดงาน เพราะ

.....

.

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

ภาพที่ 5 คนแบกกล่องไม้แล้วเดินขึ้นบันได มีการกระจัดเป็น 10 เมตร เป็นเวลา 10 วินาที

6.

☐ เกิดงาน เพราะ

.....

.

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

ภาพที่ 6 คนดึงกล่องไม้ขึ้นไปในแนวดิ่ง 2 เมตร เป็นเวลา 20 วินาที

สรุป

งาน คือ

กำลัง คือ

การคำนวณ

1. จากภาพที่ 2 คนดันลังไม้ด้วยแรง 30 นิวตัน ให้เคลื่อนที่เป็นระยะทาง 2 เมตร โดยใช้เวลา 10 วินาที จงหางานและกำลัง

<u>หางาน</u> วิธีทำ จากสูตร $W = Fs$

การแทนค่า.....

.....

<u>หากำลัง</u> วิธีทำ จากสูตร $P = \frac{W}{t}$

การแทนค่า.....

.....

2. ภาพที่ 3 คนลากลังไม้หนัก 200 นิวตันให้เคลื่อนที่ 3 เมตร เป็นเวลา 10 วินาที จงหางานและกำลังที่เกิดขึ้น.....

.....

.....

3. ภาพที่ 4 คนแบกกล่องไม้หนัก 200 นิวตันแล้วเดินในแนวระดับ 5 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่เป็นเวลา 10 วินาที จงหางานที่เกิดขึ้น

.....

.....

4. ภาพที่ 5 คนแบกกล่องไม้หนัก 200 นิวตันแล้วเดินขึ้นบันได มีการกระจัดเป็น 10 เมตร เป็นเวลา 20 วินาทีจงหากำลังที่เกิดขึ้น

.....

.....

แบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

เลขที่.....กลุ่มที่.....

สถานการณ์ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ต่อไปนี้

เมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2562 สภ.บางละมุง จ.ชลบุรี ได้รับแจ้งพบผู้เสียชีวิตภายใน บ่อน้ำ โดยที่เกิดเหตุตั้งอยู่ในบ่อน้ำความลึกประมาณ 5 เมตร ในบ่อน้ำพบรองเท้าแตะลอยน้ำอยู่ ชุดปฏิบัติการทางน้ำทีมกู้ภัยฯ จึงใช้สลิงโรยตัวลงไปภายในบ่องมร่างผู้เสียชีวิตขึ้นมา ทราบชื่อ คือ น.ส.ไพวัลย์ ศรีสวัสดิ์ อายุ 47 ปี จากการตรวจสอบไม่พบร่องรอยการถูกทำร้าย สอบถามนายสุรเดช ภาชนะทอง อายุ 50 ปี สามีผู้เสียชีวิตเล่าว่า ช่วงเช้าตนจะไปช่วยพระถือของบิณฑบาต หลังจากกลับบ้านมาก็ไม่พบภรรยาจึงเดินหารอบบ้าน จนกระทั่งพบว่ามีถ้วยจานวางวางกองไว้ใกล้บ่อน้ำ โดยที่ยังไม่ได้ล้างทำความสะอาด ด้วยความผิดปกติ จึงชะโงกหน้าไปดูในบ่อ พบรองเท้าแตะของภรรยาลอยน้ำอยู่ เมื่อใช้ไม้เขี่ยก็ต้องตกใจ เพราะพบร่างของภรรยานอนจมอยู่ใต้น้ำเสียชีวิตแล้ว เมื่อตั้งสติได้จึงรีบโทรแจ้งเจ้าหน้าที่เข้าตรวจสอบดังกล่าว เบื้องต้นเจ้าหน้าที่ได้ตรวจสอบที่เกิดเหตุอย่างละเอียด ก่อนส่งร่างผู้เสียชีวิตไปเก็บรักษายังโรงพยาบาลบางละมุง ส่วนสาเหตุคาดว่าผู้ตายพยายามจะตักน้ำในบ่อเพื่อล้างจาน แต่เกิดพลาดท่าตกลงไปด้วยความที่บ่อน้ำมีความลึกจึงไม่สามารถไต่ขึ้นมา จึงได้เสียชีวิตในที่สุด (รายงานจาก สืบค้นจากhttp://www.amaritv.com/news-update/news-21800/414203 เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2562)

พื้นที่จุดเกิดเหตุ

เจ้าหน้าที่โรยตัวนำร่างผู้เสียชีวิตขึ้นจากบ่อ

จากสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ขั้นที่1 ขั้นระบุปัญหา

1. นักเรียนแต่ละคน สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์

ปัญหา.....

.....

สาเหตุของปัญหา .....

.....

2. นักเรียนแต่ละกลุ่ม สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ ของกลุ่มตนเอง

ปัญหา.....

.....

สาเหตุของปัญหา .....

.....

3. นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนร่วมกัน สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากจากสถานการณ์ของชั้นเรียน

ปัญหา.....

.....

สาเหตุของปัญหา .....

.....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ค้นคว้าความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว

หัวข้อการเรียนรู้	ความรู้ที่ได้
วิทยาศาสตร์ (S) เรื่อง งานและกำลัง	
เทคโนโลยี (T) เรื่อง เทคโนโลยี	
วิศวกรรมศาสตร์ (E) เรื่อง การออกแบบทางวิศวกรรม	
คณิตศาสตร์ (M) เรื่อง การวัดและเรขาคณิต	

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้ ในรูปแบบแบบจำลอง

.....

.....

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบแบบจำลอง โดยวาดภาพร่างลักษณะของแบบจำลองบ่อตักน้ำลงในกรอบที่กำหนดให้

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้การสร้างบ่อตักน้ำจำลอง

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและกำหนดลำดับขั้นตอนการสร้างบ่อตักน้ำจำลอง

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

1. นักเรียนสรุปผลการประเมิน จากการทดสอบ บ่อตักน้ำจำลอง ได้ดังนี้

.....

.....

.....

2. นักเรียนพบปัญหา แล้วนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา บ่อตักน้ำจำลอง ได้ดังนี้

.....

.....

.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. รูปแบบการนำเสนอผลงานที่กลุ่มของนักเรียนสนใจ คือ

.....

.....

2. ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากเพื่อน ๆ

.....

.....

.....

.....

Designed by pngtree

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชื่อกลุ่ม ..... ชั้น .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแบ่งหน้าที่กันอย่างเหมาะสม			
2	ความร่วมมือกันทำงาน			
3	การแสดงความคิดเห็น			
4	การรับฟังความคิดเห็น			
5	ความมีน้ำใจช่วยเหลือกัน			
	รวม			

สรุปผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

เกณฑ์ผ่านการประเมิน อยู่ในระดับดี (12-15 คะแนน)

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม**อย่างสม่ำเสมอ** ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม**บ่อยครั้ง** ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม**บางครั้ง** ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน	**ระดับคุณภาพ**
12 - 15	ดี
18 - 11	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินชิ้นงาน

ชื่อกลุ่ม ..... ชั้น .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	**คะแนนที่ได้**			
	4	**3**	**2**	**1**
1. การวางแผนและการร่วมมือกันในการทำงาน				
2. ความสำเร็จของชิ้นงาน				
3 การบูรณาการ STEM Education				
4. การนำเสนอผลงาน				
คะแนนรวม				

สรุปผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ไม่ผ่าน

เกณฑ์ผ่านการประเมิน อยู่ในระดับดี (12-16 คะแนน)

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน	**ระดับคุณภาพ**
12 - 16	ดี
8 – 12	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
1. การวางแผนและการร่วมมือกันในการทำงาน	มีการประชุมเพื่อวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ และมีการอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกันทุกคน	มีการประชุมเพื่อวางแผนการทำงานแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ และมีการอภิปราย และลงข้อสรุปร่วมกัน จำนวน 2ใน3 คน	มีวางแผนการทำงานร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ 1 คน	ไม่มีการวางแผน ระดมความคิดและลงข้อสรุปของกลุ่ม
2. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สามารถทำงานได้สำเร็จตามเงื่อนไขที่กำหนดทั้งหมดครบถ้วนและภายในเวลาที่กำหนด	สามารถทำงานได้สำเร็จและเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดทั้งหมดแต่ ใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนดเล็กน้อย	สามารถทำงานได้สำเร็จแต่ ไม่เป็นตามเงื่อนไขที่กำหนดและ ใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด	ไม่สามารถทำงานได้สำเร็จ

รายการประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
3. การบูรณาการ STEM Education	สามารถอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้องครบทั้ง 4 สาขาวิชา	สามารถอธิบายความรู้ ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้อง 3 สาขาวิชา	สามารถอธิบายความรู้ ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้อง 2 สาขาวิชา	สามารถอธิบายความรู้ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้อง 1 สาขาวิชา
4. การนำเสนอผลงาน	สามารถนำเสนอผลงานได้อย่างน่าสนใจ อธิบายขั้นตอน วิธีการออกแบบได้ชัดเจนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟังและเข้าใจง่าย	สามารถนำเสนอผลงานได้อย่างน่าสนใจ อธิบายขั้นตอน วิธีการออกแบบได้ชัดเจนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟังแต่เข้าใจยาก	สามารถนำเสนอผลงานได้อย่างน่าสนใจ อธิบายขั้นตอน วิธีการออกแบบได้ชัดเจนแต่ ขาดปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง	สามารถนำเสนอผลงานได้แต่ไม่น่าสนใจ อธิบายขั้นตอนวิธีการออกแบบได้ไม่ชัดเจน

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

เลขที่.....กลุ่มที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนวิเคราะห์รูปภาพแล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรม ดังนี้

1) เขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ($\vec{F}$)

2) เขียนเวกเตอร์แสดงทิศทางการกระจัดตามแนวแรง ($\vec{s}$)

1.

☐ เกิดงาน เพราะ

.....

.

☑ ไม่เกิดงาน เพราะ <u>วัตถุไม่เคลื่อนที่ตามแรงที่</u>

ภาพที่ 1 คนดันตู้แต่ตู้ไม่เคลื่อนที่ เป็นเวลา 10 วินาที

2.

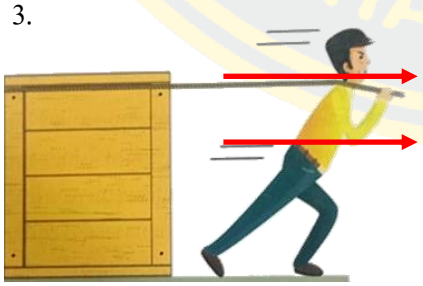
☑ เกิดงาน เพราะ <u>วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวแรง</u>

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

.....

ภาพที่ 2 คนดันลังไม้ให้เคลื่อนที่ 2 เมตร เป็นเวลา 10 วินาที

3.



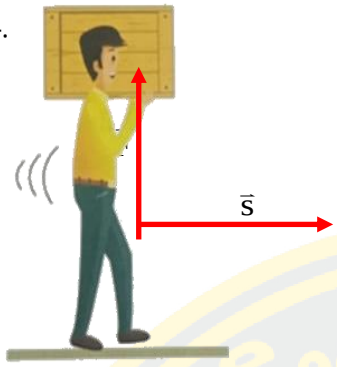
☑ เกิดงาน เพราะ <u>วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวแรง</u>.

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

.....

ภาพที่ 3 คนลากลังไม้ให้เคลื่อนที่ 3 เมตร เป็นเวลา 10 วินาที

4.



☐ เกิดงาน เพราะ

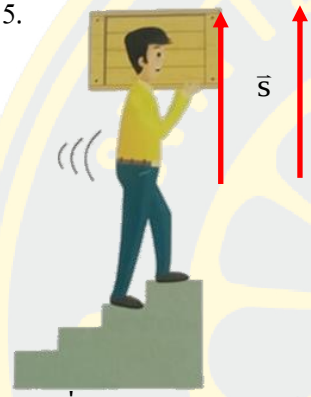
.....

.

☑ ไม่เกิดงาน เพราะ วัตถุเคลื่อนที่ตั้งฉาก กับ

ภาพที่ 4 คนแบกกล่องไม้แล้วเดินในแนวระดับ 5 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่ เป็นเวลา 10 วินาที

5.



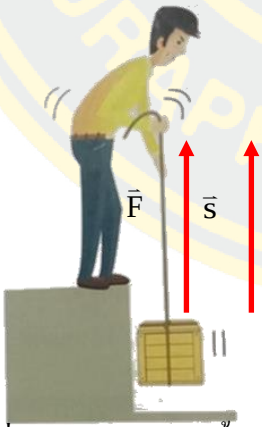
☑ เกิดงาน เพราะ วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวแรง

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

.....

ภาพที่ 5 คนแบกกล่องไม้แล้วเดินขึ้นบันได มีการกระจัดเป็น 10 เมตร เป็นเวลา 10 วินาที

6.



☑ เกิดงาน เพราะ วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวแรง

☐ ไม่เกิดงาน เพราะ

.....

ภาพที่ 6 คนดึงกล่องไม้ขึ้นไปในแนวดิ่ง 2 เมตร เป็นเวลา 20 วินาที

สรุป

งาน คือ ผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงนั้น หรือ W = Fs

กำลัง คือ อัตราส่วนการทำงาน มีขนาดเท่ากับงานหารด้วยเวลาที่ทำงาน หรือ $P = \frac{W}{t}$

การคำนวณ

1. จากภาพที่ 2 คนดันลังไม้ด้วยแรง 30 นิวตัน ให้เคลื่อนที่เป็นระยะทาง 2 เมตร โดยใช้เวลา 10 วินาที จงหางานและกำลัง

หางาน วิธีทำ จากสูตร W = Fs

การแทนค่า W = 15 x 2 นิวตัน เมตร | ดังนั้น งานของคนดันลังไม้มีค่าเท่ากับ

W = 30 นิวตัน เมตร | 30 นิวตัน เมตร

หากำลัง วิธีทำ จากสูตร $P = \frac{W}{t}$

การแทนค่า $P = \frac{30}{10}$ | ดังนั้น กำลังของคนดันลังไม้มีค่าเท่ากับ

P = 3 วัตต์ | 3 วัตต์

2. ภาพที่ 3 คนลากลังไม้หนัก 200 นิวตันให้เคลื่อนที่ 3 เมตร เป็นเวลา 10 วินาที จงหางานที่เกิดขึ้น

วิธีทำ จากสูตร W = Fs

การแทนค่า W = 200 x 3 นิวตัน เมตร | ดังนั้น งานของคนลากลังไม้มีค่าเท่ากับ

W = 600 นิวตัน เมตร | 600 นิวตัน เมตร

3. ภาพที่ 4 คนแบกกล่องไม้หนัก 200 นิวตันแล้วเดินในแนวระดับ 5 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่ เป็นเวลา 10 วินาที จงหางานและกำลังที่เกิดขึ้น

งาน และกำลัง มีค่า เท่ากับ 0 นิวตัน เมตร เพราะ แรงมีทิศตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

4. ภาพที่ 5 คนแบกกล่องไม้หนัก 200 นิวตันแล้วเดินขึ้นบันได มีการกระจัดเป็น 10 เมตร เป็นเวลา 20 วินาที จงหากำลังที่เกิดขึ้น

วิธีทำ จากสูตร $P = \frac{W}{t}$ | ดังนั้น กำลังของคนแบกกล่องไม้

การแทนค่า $P = \frac{200}{20}$ = 10 วัตต์ | มีค่าเท่ากับ = 10 วัตต์

เฉลย แบบบันทึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง งานและกำลัง

เลขที่.....กลุ่มที่.....

จากสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ขั้นที่1 ขั้นระบุปัญหา

1. นักเรียนแต่ละคน สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์

ปัญหา หญิงคนดังกล่าวก้มตักน้ำที่บ่อลึก แล้วพลัดตกลงไปที่ก้นบ่อจนถึงแก่ชีวิต

สาเหตุของปัญหา บ่อตักน้ำมีความลึก , บ่อตักน้ำไม่มีอุปกรณ์ที่ช่วยในการตักน้ำ ส่งผลให้การตักน้ำออกจากบ่อไม่มีความปลอดภัย และไม่สะดวกต่อการนำน้ำมาใช้งาน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่ม สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ ของกลุ่มตนเอง

ปัญหา หญิงคนดังกล่าวก้มตักน้ำที่บ่อลึก แล้วพลัดตกลงไปที่ก้นบ่อจนถึงแก่ชีวิต

สาเหตุของปัญหา บ่อตักน้ำมีความลึก , บ่อตักน้ำไม่มีอุปกรณ์ที่ช่วยในการตักน้ำ ส่งผลให้การตักน้ำออกจากบ่อไม่มีความปลอดภัย และไม่สะดวกต่อการนำน้ำมาใช้งาน

3. นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนร่วมกัน สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากจากสถานการณ์ของชั้นเรียน

ปัญหา หญิงคนดังกล่าวก้มตักน้ำที่บ่อลึก แล้วพลัดตกลงไปที่ก้นบ่อจนถึงแก่ชีวิต

สาเหตุของปัญหา บ่อตักน้ำมีความลึก , บ่อตักน้ำไม่มีอุปกรณ์ที่ช่วยในการตักน้ำ ส่งผลให้การตักน้ำออกจากบ่อไม่มีความปลอดภัย และไม่สะดวกต่อการนำน้ำมาใช้งาน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ค้นคว้าความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว

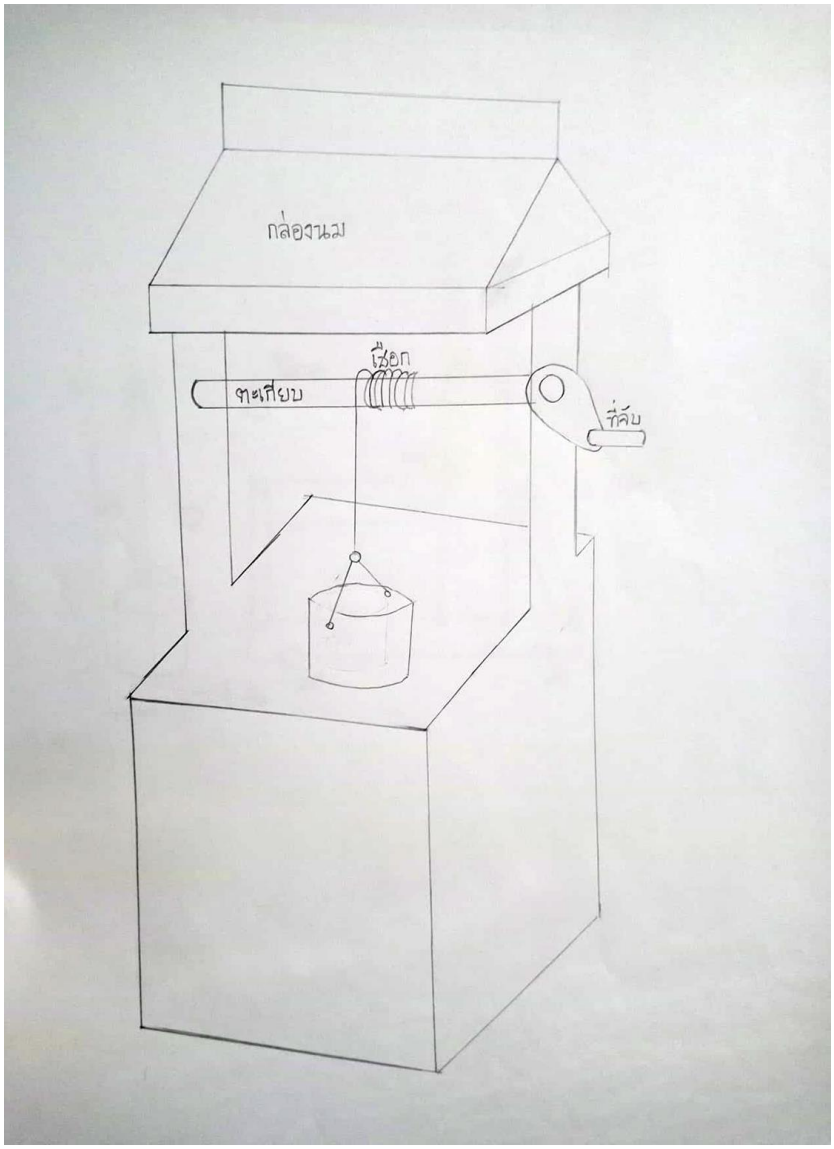
หัวข้อการเรียนรู้	ความรู้ที่ได้
วิทยาศาสตร์ (S) เรื่อง งานและกำลัง	งาน เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง มีสูตรเป็น W = Fs มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร หรือ จูล กำลัง คือ อัตราส่วนการทำงาน มีขนาดเท่ากับงานหารด้วยเวลาที่ทำงาน หรือ $P = \frac{W}{t}$ มีหน่วยเป็นวัตต์
เทคโนโลยี (T) เรื่อง เทคโนโลยี	การออกแบบเทคโนโลยี การวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง
วิศวกรรมศาสตร์ (E) เรื่อง การออกแบบทางวิศวกรรม	การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ (M) เรื่อง การวัดและเรขาคณิต	การใช้ หลักการบวก การลบ การคูณ การหาร โดยเฉพาะการวัดและเรขาคณิต ได้แก่ การคำนวณพื้นที่ผิว การคำนวณหาปริมาตรของรูปเรขาคณิต และการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้ ในรูปแบบแบบจำลอง

การสร้างบ่อตักน้ำจำลอง

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบแบบจำลอง โดยวาดภาพร่างลักษณะของแบบจำลองบ่อตักน้ำ ลงในกรอบที่กำหนดให้



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้การสร้างบ่อตักน้ำจำลอง

1) กล่องนม 2) ตะเกียบ 3) ดินสอ 4) คัตเตอร์

5) เชือก 6) ฝาขวด 7) กรรไกร 8) กระบอกตวง

9) กระดาษลัง 10) ลวด 11) ขวดพลาสติก 12) กาว

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและกำหนดลำดับขั้นตอนการสร้างบ่อตักน้ำจำลอง

1) ตัดด้านข้างกล่องนมให้เป็นช่องสี่เหลี่ยมทั้งสองด้าน

2) เจาะรูที่ด้านข้างกล่องนมทั้งสองด้าน ให้ขนาดพอดีกับเส้นผ่านศูนย์กลางของตะเกียบ

3) นำกระดาษลัง มาตัดและติดตะเกียบเพื่อ ทำเป็นที่จับเพื่อใช้ในการหมุน

4) ผูกเชือกบริเวณตรงกลางของตะเกียบ และด้านหนึ่งผูกติดกับถังน้ำที่จากขวดพลาสติก ที่ตัดปากขวดออก

5) ใส่น้ำลงไปในกล่อง

6) ทดลองหมุนรอกขึ้น-ลง

7) ทดลองตักน้ำ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ในการตักน้ำแต่ละครั้ง

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

1. นักเรียนสรุปผลการประเมิน จากการทดสอบ บ่อตักน้ำจำลอง ได้ดังนี้

1) บ่อตักน้ำจำลอง สามารถตักน้ำขึ้นมาได้ ปริมาตร 10 ml. ในแต่ละครั้ง จำนวน 5 ครั้ง โดยที่ไม่เกิดการชำรุด

2) ในครั้งที่ 6 เกิดการชำรุดเนื่องจาก ด้านข้างของกล่องนมไม่สามารถรับน้ำหนักของน้ำในครั้งที่ 6 ได้

2. นักเรียนพบปัญหา แล้วนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา บ่อตักน้ำจำลอง ได้ดังนี้

1) เสริมความแข็งแรงให้ด้านข้างของกล่องนม โดยอาจจะดามเสาด้วยตะเกียบหรือวัสดุอื่นเพิ่มเติม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. รูปแบบการนำเสนอผลงานที่กลุ่มของนักเรียนสนใจ คือ

1) การออกมานำเสนอหน้าห้องเรียน

2. ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากเพื่อน ๆ

-

Designed by pngtree

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์ พื้นฐาน 4 (ว 22102) หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 งานและพลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เวลาที่ในการทำข้อสอบ 60 นาที

ผู้ออกข้อสอบ นางสาวสรวีย์ นาคเกษม โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และกากบาท ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดต่อไปนี้ คือ ความหมายของงานทางวิทยาศาสตร์ (ความรู้ ความจำ)

ก. การออกแรงกระทำต่อวัตถุ

ข. การออกแรงแล้วทำให้วัตถุหยุดนิ่ง

ค. การออกแรงแล้วทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่

ง. ผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงนั้น

2. ข้อใด*ไม่*ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

ก. กำลังจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับงานที่ใช้

ข. งานเท่ากัน, เวลาเท่ากัน กำลังที่ได้จะมีค่าเท่ากัน

ค. การออกแรงที่มีขนาดเท่ากัน จะมีขนาดของกำลังเท่ากัน

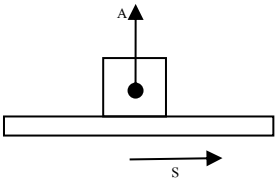
ง. กำลังเป็นความสัมพันธ์ของ แรง x ระยะทางตามแนวแรง ต่อเวลา

3. กรณีใดต่อไปนี้ไม่เกิดงานตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ (ความเข้าใจ)

ก. เข็นรถให้เคลื่อนที่ ข. การยกของจากพื้นขึ้นไปวางไว้บนโต๊ะ

ค. การถือกระเป๋าเดินจากชั้นล่างขึ้นชั้นบน ง. การเดินแบกข้าวสารไปตามถนนราบ

4. จากรูป แรง A ที่มากระทำกับวัตถุทำให้เกิดงานหรือไม่ (ความเข้าใจ)



ก. ไม่เกิด เพราะทำให้วัตถุไม่เคลื่อนที่

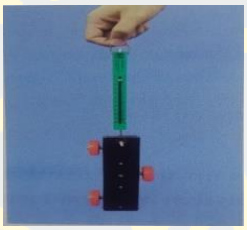
ข. เกิด เพราะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน

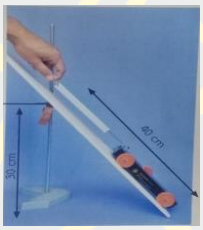
ค. เกิด เพราะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ง. ไม่เกิด เพราะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับแนวของแรงที่มากระทำ

สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5-6

สันติทำการทดลองโดยดึงรถทดลองด้วยเครื่องชั่งสปริงให้สูงจากพื้นขึ้นมาในแนวดิ่งได้ระยะทาง 30 เซนติเมตร ด้วยความเร็วคงที่ และดึงรถทดลองผ่านแผ่นไม้กระดานสูงจากพื้น 30 เซนติเมตรให้ความยาวของไม้กระดานจากพื้นถึงหลักเท่ากับ 40 เซนติเมตร ใช้เครื่องชั่งสปริงดึงรถทดลองให้เคลื่อนที่ไปบนไม้กระดานจากด้านล่างไปยังด้านบน โดยดึงเครื่องชั่งสปริงขนานกับแผ่นไม้กระดานด้วยความเร็วคงที่ อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงแล้วบันทึกผล ดังภาพ





5. ตัวแปรตามของการทดลองนี้ คือ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

ก. ระยะทางที่สูงจากพื้น ข. ความเร็วที่ใช้ดึงรถทดลอง

ค. ค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริง ง. แนวการเคลื่อนที่ของรถทดลอง

6. ตัวแปรควบคุม ของการทดลองนี้ คือ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

ก. การวางแนวพื้นที่ใช้ทดลอง ข. ความเร็วที่ใช้ดึงรถทดลอง

ค. ค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริง ง. แนวการเคลื่อนที่ของรถทดลอง

7. คนดันลังไม้ให้เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยแรง 50 นิวตัน ได้ขนาดของการกระจัด 2 เมตร งานเนื่องจากแรงที่คนดันลังไม้เป็นเท่าใด (การนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้)

ก. 50 จูล ข. 100 จูล ค. 150 จูล ง. 200 จูล

8. ออกแรงยกปั้นจั่น 1500 นิวตัน ขึ้นสูง 10 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่ ในเวลา 20 วินาที จงหางานที่เกิดและกำลังของปั้นจั่น (การนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้)

ก. 1.5 จูล และ 7.5 วัตต์ ข. 15 จูล และ 75 วัตต์

ค. 150 จูล และ 750 วัตต์ ง. 15,000 จูล และ 750 วัตต์

9. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่าย (ความรู้ความจำ)

ก. เครื่องกลอย่างง่ายมีหน้าที่ผ่อนแรง หรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน

ข. งานที่ให้กับเครื่องกลจะเท่ากับงานที่ได้จากเครื่องกลเสมอ

ค. เครื่องกลอาจะสูญเสียพลังงานได้เนื่องจากแรงเสียดทาน หรือการเปลี่ยนรูปพลังงาน

ง. การใช้มีดหั่นผลไม้ ไม่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลอย่างง่าย

10. ข้อใด*ไม่ใช่*ประโยชน์ของเครื่องกลอย่างง่าย (ความเข้าใจ)

ก. ชะแลงงัดวัตถุ

ข. การดึงวัตถุขึ้นบนพื้นเอียง

ค. กรรไกรตัดกิ่งไม้

ง. การดึงวัตถุขึ้นในแนวตรงจากพื้น

BURAPHA UNIVERSITY

เฉลยคำตอบ

ข้อที่	เฉลย
1.	ง
2.	ค
3.	ง
4.	ง
5.	ค
6.	ข
7.	ข
8.	ง
9.	ก
10.	ข

แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์ พื้นฐาน 4 (ว 22102) หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 งานและพลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เวลาที่ในการทำข้อสอบ 60 นาที

ผู้ออกข้อสอบ นางสาวสรวีย์ นาคเกษม โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

สถานการณ์ที่ 1 จงตอบคำถามข้อ 1-4

นายโต้งเป็นพนักงานบริษัทขนส่งสินค้าแห่งหนึ่ง ในแต่ละวันนายโต้งต้องออกไปส่งสินค้าตามห้างร้าน ซึ่งสินค้าจะถูกบรรจุอยู่ในกล่อง นายโต้งจะต้องขนย้ายกล่องจากรถบรรทุก เป็นจำนวนมาก โดยการยกและวางสินค้าขึ้นและลงจากบนรถบรรทุกและวางลงพื้น ในแนวดิ่งตรง ๆ หลาย ๆ ครั้ง ทำให้นายโต้งเกิดอาการปวดหลังขึ้นอยู่เป็นประจำ

1. ข้อใดเป็นปัญหาหลักของสถานการณ์นี้

ก. นายโต้งเป็นพนักงานส่งสินค้า ข. วิธีการขนย้ายสินค้าของนายโต้ง

ค. กล่องที่บรรจุสินค้ามีน้ำหนักมาก ง. อาการผิดปกติบริเวณหลังของนายโต้ง

2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

ก. นายโต้งขนย้ายสินค้าไม่ถูกวิธี ข. นายโต้งใช้แรงในการยกสินค้ามาก

ค. สินค้าแต่ละกล่องมีน้ำหนักมากเกินไป ง. นายโต้งปวดหลังทำให้การขนส่งสินค้าช้า

3. นักเรียนคิดว่านายโต้งจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร จึงจะเหมาะสมที่สุด

ก. นายโต้งควรลางานเพื่อไปพบแพทย์

ข. อธิบายกับผู้จัดการให้จ้างพนักงานขนส่งสินค้าเพิ่ม

ค. ลดมวลของสินค้า โดยการลดปริมาณสินค้าที่อยู่ในกล่อง

ง. นำไม้กระดานมาพาด เพื่อผ่อนแรงขณะขนย้ายสินค้าขึ้นและลง

4. จากการที่แก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นกับนายโต้งอย่างเป็นรูปธรรมในระยะสั้นจะเป็นอย่างไร

ก. บริษัทมีการส่งสินค้าที่เร็วขึ้น

ข. นายโต้งหายจากอาการปวดหลัง

ค. นายโต้งมีผู้ช่วยในการขนย้ายสินค้าเพิ่มขึ้น

ง. นายโต้งใช้แรงน้อยลง ในทุก ๆ ครั้งที่ขนย้ายสินค้า

สถานการณ์ที่ 2 จงตอบคำถามข้อ 5-8

จากภาพ เป็นเหตุการณ์จากภาพยนตร์ เรื่อง ธรณีกรรแสง โดยมีควายนอนเสียชีวิต เนื่องจากการฉุดลากก้อนหินที่มีมวลมากในภาพ (วงกลมสีแดง) เพราะชาวนาต้องการปรับพื้นที่ในการทำนา เพราะกำลังเข้าสู่ช่วงฤดูฝน โดยชาวนาบังคับให้ควายออกแรงดึงก้อนหินนี้ในแนวตรงเป็นเวลานาน ทำให้ควายหมดแรงและล้มลงสิ้นใจตายในเวลาต่อมา

5. ข้อใดเป็นปัญหาหลักของสถานการณ์นี้

ก. ก้อนหินมีมวลมากเกินไป ข. ก้อนหินจมอยู่ในดินเหนียว

ค. ดินไม่มีความเหมาะสมในการทำนา ง. ควายมีแรงไม่เพียงพอที่จะลากหินออกมาได้

6. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

ก. พื้นที่ทำนามีความแห้งแล้ง

ข. เทคโนโลยีสมัยนั้นไม่เจริญก้าวหน้า

ค. อากาศร้อน และแห้งแล้งทำให้ควายสิ้นใจตาย

ง. ชาวนาต้องการนำหินออกเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการทำนา

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. ชาวนาทำนาบริเวณอื่นแทน

ข. ชาวนานำควายมาลากก้อนหินเพิ่มอีกหนึ่งตัว

ค. ชาวนาควรใช้ไม้หรือชะแลงงัดก้อนหินให้หลุดออกจากดิน

ง. ชาวนาควรทุบให้หินก้อนเล็กลง และค่อย ๆ ขนย้ายก้อนหินออกมา

8. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ก. ควายไม่เสียชีวิต ข. ชาวนาได้ควายเพิ่มขึ้น

ค. ชาวนามีเพื่อนบ้านมากขึ้น ง. ชาวนามีพื้นที่ในการทำนามากขึ้น

สถานการณ์ที่ 3 จงตอบคำถามข้อ 9-12

บริษัทรับเหมาก่อสร้างแห่งหนึ่ง กำลังก่อสร้างตึกสูง 10 ชั้น โดยต้องสร้างในงบประมาณที่มีอยู่อย่างพอดี แต่มีเวลาในการสร้างที่น้อยลง เพราะช่วงนี้กำลังจะเข้าใกล้หน้าฝน พนักงานจึงต้องเร่งมือตอกเสาเข็มให้เร็วขึ้น โดยในการตอกเสาเข็ม พนักงานจะดึงทุ่นเหล็กด้วยสลิงขึ้นสูง และปล่อยทุ่นเหล็กให้ร่วงลงมาตามแรงโน้มของโลก โดยการยิ่งดึงทุ่นเหล็กให้สูงแล้วปล่อยให้ตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลก จะทำให้การตอกเสาเข็มตอกได้ลึกกว่าปกติ

9. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

ก. เวลาในการตอกเสาเข็มน้อยลง ข. ความสูงของทุ่นเหล็กมีมาก

ค. การเข้าสู่ช่วงฤดูฝน ง. พนักงานมีจำนวนไม่เพียงพอ

10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

ก. พนักงานทำงานช้า

ข. ตึกที่จะสร้างมีความสูงมากเกินไป

ค. บริษัทมีงบประมาณการก่อสร้าง ไม่เพียงพอ

ง. การเข้าสู่ฤดูฝน ทำให้ดินเหลว ไม่เหมาะต่อการก่อสร้าง

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. รับสมัครพนักงานเพิ่มมากขึ้น

ข. เพิ่มเวลาการทำงานของพนักงาน

ค. เพิ่มความสูงขณะดึงของทุ่นเหล็กให้สูงขึ้น

ง. ลดมวลของทุ่นเหล็กที่เหมาะสมโดยไม่ทำให้ปั้นจั่นหัก

12. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ก. พนักงานมีคุณภาพมากขึ้น

ข. บริษัทรับเหมาก่อสร้างมีงานเพิ่มมากขึ้น

ค. บริษัทรับเหมาก่อสร้าง สร้างตึก 10 ชั้นสำเร็จ ทันเวลาที่กำหนดไว้

ง. บริษัทรับเหมาก่อสร้าง สร้างตึก 10 ชั้นสำเร็จ แต่ไม่เป็นไปตามเวลาที่กำหนด

เฉลยคำตอบ

ข้อที่	คำตอบ
1	ง.
2	ก.
3	ง.
4	ง.
5	ง.
6	ง.
7	ค.
8	ก.
9	ก.
10	ก.
11	ค.
12	ค.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	สรวีย์ นาคเกษม	
วัน เดือน ปี เกิด	1 เมษายน 2536	
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา	
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	5 หมู่ 3 ตำบลวังเย็น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา 24190	
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2559	พนักงานราชการครู เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป โรงเรียนวัดวังเย็น จังหวัดฉะเชิงเทรา
	พ.ศ. 2559	ข้าราชการครู โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ จังหวัดฉะเชิงเทรา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2559	การศึกษาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยบูรพา
	พ.ศ. 2563	การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา