

Ms 127069

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ความสามารถ
ในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าเคมี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 5

นายวัฒนา ทัดวงศ์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย : นายวัฒนา ทัดวงศ์

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

_____ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฐชัชย์ จันทุม)

_____ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรคคำ)

คณบดีคณะครุศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิววรรณ สีรัมย์)

_____ กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ธนวัชร สมด้ว)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้)

_____ กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วันดี รักไร่)

- ชื่อเรื่อง** : การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา
ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ผู้วิจัย** : นายวัฒนา ทัดวงศ์
- ปริญญา** : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อาจารย์ที่ปรึกษา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้
อาจารย์ ดร.วันดี รักไร่
- ปีการศึกษา** : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ(3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 23 คน โดยวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี จำนวน 1 แผน รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบอัตนัย ทั้งหมด 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวม 16 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละและสถิติ Dependent - sample t -test

ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษามีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เพื่อการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามี 76.78/71.16 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ระดับ 70/70 (2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหารายด้าน ดังต่อไปนี้ ด้านสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 74 ($\bar{X} = 8.83$, S.D. = 1.23) อยู่ในระดับ ดี รองลงมาคือด้านวิธีการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 74 ($\bar{X} = 8.87$,

S.D. = 1.39) อยู่ในระดับ ดี ด้านผลของการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 72 ($\bar{X} = 8.70$, S.D. = 1.02) อยู่ในระดับ ดี และพบว่าด้านการกำหนดปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 71 ($\bar{X} = 8.57$, S.D. = 1.65) อยู่ในระดับดี (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ไฟฟ้าเคมี



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title : Instructional Innovative Inventory with the STEM Education Method
For Problem Solving Ability and Learning Achievements on
Electrochemistry Issues of Secondary Students at the 5th Grade Level

Author : Mr. Watthana Thatwong

Degree : M.Ed. (Master of Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr.Panwilai Dokmai
Dr.Wandee Rakrai

Year : 2019

ABSTRACT

The objectives of this research were (1) to develop learning management plans with STEM education to develop problem-solving abilities and learning achievement on the electrical chemistry for students at the 5th Grade at Borabuewitthayakhan School with efficiency according to the criteria of 70/70; (2) compare the problem solving ability of the students after learning with STEM education of electrical chemistry for students at the 5th Grade; and (3) compare learning achievement of the students between before and after learning with STEM education of electrical chemistry for students at the 5th Grade. The sample group consisted of 23 students at the 5th Grade in the second semester of 2018 academic year, Borabuewitthayakarn School, Mahasarakham Province, Under the Office of Secondary Educational Service Area 26, from cluster sampling method. The research tools were a learning management plans with STEM education of electrical chemistry for 12 hours, the achievement test on electrical chemistry with 5 multiple choices of 30 items, the problem solving ability assay test with 4 situations, totally 16 items. The statistics for data analysis were mean, standard deviation and percentage.

The research findings showed that (1) The effectiveness of the learning management plans with STEM education was 74.76 / 71.16 which was higher than the set criteria of 70/70. (2) Students' problem solving ability mean score were all at good level: the highest mean score was the cause of the problem at 74 percent ($\bar{X} = 8.83$, S.D. = 1.23), followed by problem solving methods at 74 percent ($\bar{X} = 8.87$, S.D. = 1.39), the results of the problem solving at 72 percent ($\bar{X} = 8.70$, S.D. = 1.02). The lowest mean score was problem determination at 71 percent

($\bar{X} = 8.57, SD = 1.65$). (3) The pre and post mean score of learning achievement of the learning with STEM education on electrical chemistry was evidently different at the .05 level of significant.

Keywords: STEM education, Learning Achievement, Problem Solving Ability, Electrochemistry



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.พรณวิไล ดอกไม้ และอาจารย์ ดร.วันดี รักไร อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงไกร พลหงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง ดร.ฉันทชัย จันทะเสน และนางชลิตา ปัทมริย์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและตรวจสอบความเหมาะสม ของเครื่องมือ รวมทั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านภาษา ด้านเนื้อหา ให้คำแนะนำและตรวจสอบคุณภาพ ของเครื่องมืองานวิจัยนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ นายสมทรัพย์ ภูโสภา ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือวิทยาคาร คณะครู และ ขอขอบใจนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลใน การวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้ชีวิต ให้การศึกษา ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่ง สอนผู้วิจัยให้เป็นคนดีและประสบผลสำเร็จตามลำดับมาโดยตลอด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นายวัฒนา ทัดวงศ์

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	8
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	8
2.2 การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา.....	20
2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา.....	35
2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	47
2.5 บริบทโรงเรียนบรบือวิทยาคาร	60
2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	69
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	69
3.2 เครื่องมือวิจัย	70
3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ	70
3.4 แบบแผนของการวิจัย.....	76
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	77

หัวเรื่อง	หน้า
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	79
บทที่ 4 ผลการวิจัย	83
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล	83
4.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล	83
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	87
5.1 สรุปผลการวิจัย	87
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	88
5.3 ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	102
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย.....	103
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย	135
ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือ	145
ภาคผนวก ง หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ	160
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	166
ประวัติผู้วิจัย	167

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1	โครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี	19
3.1	วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้	71
3.2	วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี	74
3.3	แบบแผนการทดลอง	76
3.4	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา.....	78
3.5	เกณฑ์ในการประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา	79
4.1	ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	84
4.2	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนแลหลังได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	85
4.3	การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็ม ศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบบรายด้าน	85
ค.1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็ม ศึกษาการ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	146
ค.2	ค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	151
ค.3	วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 16 ข้อ	152
ค.4	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	154
ค.5	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 ข้อ	156
ค.6	วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าเคมี จำนวน 30 ข้อ	158

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนภาพระดับของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	33



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานมีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เป็นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 ซึ่งโลกในศตวรรษที่ 21 ทักษะมีความจำเป็น โดยเฉพาะทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ประกอบด้วยความรู้หลาย ๆ ด้าน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับโลก (Global Awareness) ความรู้เกี่ยวกับการเงิน เศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ (Financial, Economics, Business and Entrepreneurial Literacy) ความรู้ด้านการเป็นพลเมือง (Civic Literacy) ความรู้ด้านสุขภาพ (Health Literacy) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Literacy) ประกอบไปด้วยทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม เป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ การคิดอย่างสร้างสรรค์ ทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เนื่องจากในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านสารสนเทศ ได้แก่ การเข้าถึงและการประเมินข้อมูลสารสนเทศ และการใช้และการจัดการสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับสื่อ ได้แก่ การวิเคราะห์สื่อ การผลิตสื่อ การพิจารณาและตัดสินใจ การแก้ปัญหา และความรู้ด้านเทคโนโลยี ทักษะด้านชีวิตและการทำงาน การดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ ผู้เรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญ ได้แก่ ความยืดหยุ่น และการปรับตัว การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง เช่น การวิเคราะห์สื่อ การผลิตสื่อ เป็นต้น และการพิจารณาและตัดสินใจ ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม ได้แก่ มีปฏิสัมพันธ์อย่างมีประสิทธิภาพกับผู้อื่น และทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในทีมที่มีความหลากหลาย จากที่กล่าวมา ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จึงมีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม การ

ดำเนินชีวิต ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาสาระตามหลักสูตรควบคู่กันไปกับการพัฒนาทักษะใหม่ๆ (ไสว ผักขาว, 2559, น. 59-67)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง เนื่องจากความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต บุคคลจะอยู่รอดในสังคมปัจจุบันจะต้องเป็นผู้มีประสิทธิภาพ รู้จักคิด รู้จักปัญหา รู้วิธีการแก้ปัญหาไม่เชื่อในสิ่งที่มกมาย นักการศึกษาได้มองเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นคน ที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (พนัส หันนาคินทร์, 2544, น. 55) การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาให้เด็กได้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ตลอดจนกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้เด็กไทยเป็นคน ที่คิดเป็น คิดอย่างมีเหตุผล รู้จักตัดสินใจและเลือกวิธีการต่าง ๆ ที่จะสร้างคุณภาพชีวิตของตนเองด้วยการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สุมาลี สีมืด, 2543, น. 25) และความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับว่า บุคคลนั้นมีสติ ปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนการได้รับการจูงใจดีหรือไม่เพียงใด ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่างๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนดีขึ้น และวิธีการที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้วิธีหนึ่งคือ การให้นักเรียนได้ผ่านกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, น. 5-8) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพภายนอกประจำปี 2554-2560 โรงเรียนบรปือวิทยาคาร พบข้อเสนอแนะว่า การพัฒนาด้านการจัดการศึกษาผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีทักษะการคิดอย่างเป็นกระบวนการ ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้น ด้วยการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่แท้จริง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ สถานศึกษาควรมีการพัฒนาเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ด้วยการศึกษาวิเคราะห์และวิจัยอย่างจริงจัง เกี่ยวกับปัจจัยการศึกษาทั้งทางด้านผู้เรียน กระบวนการเรียนการสอนและด้านอื่น ๆ กระบวนการพัฒนาต่าง ๆ ด้านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อพัฒนาสมองของผู้เรียน รวมทั้งความสามารถในการใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ การสร้างแรงจูงใจและการใช้สื่อนวัตกรรม (กลุ่มงานวิชาการ โรงเรียนบรปือวิทยาคาร, 2558)

ในการพัฒนาผู้เรียนเพื่อแก้ไขปัญหา และพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับปัญหาได้แก่ การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยทั้งสี่วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์

และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน (อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2556, น. 15-18) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูล 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 6)

“สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เป็นการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหามที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต กิจกรรมสะเต็มที่มีจุดเริ่มต้นมาจากการกำหนดประเด็นในการศึกษาแล้วพิจารณาเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกันได้ ผสมกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากนั้นใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการดำเนินกิจกรรม ทั้งนี้ผู้สอนสามารถใช้แนวทางดังกล่าวนี้ไปพัฒนากิจกรรมสะเต็มแบบบูรณาการได้ด้วยตนเอง รูปแบบวิธีสอนสะเต็มศึกษาร่วมเทคนิคการใช้คำถามเป็นวิธีการสอนที่ต่อยอดหลักสูตรโดยการบูรณาการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยการกระตุ้นหรือตั้งคำถามของนักเรียนออกจากการถามคำถามของครู ซึ่งจะช่วยเหลือสนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนช่วยกระตุ้นการอภิปรายในชั้นเรียน เป็นการขยายความคิด และเป็นการเริ่มต้นให้ผู้เรียนคิด เสนอความคิดเห็น และการปรึกษาหารือกัน เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตรวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากการกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และ ความมั่นคงของประเทศ ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556, น. 49-56)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา และส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และการแก้ปัญหามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ซึ่งคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะช่วยพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ และนวัตกรรมใหม่ๆขึ้น อันจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและเพื่อช่วย

ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยง บูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ เพื่อพัฒนาทักษะให้มีความพร้อมในศตวรรษที่ 21

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็ม เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.2 เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 250 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม 1 ห้องเรียน จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งได้มาจากการการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย รายวิชาเคมี 4 สาระเพิ่มเติม เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 เวลาที่ใช้ในการสอน รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

1.4.3 ขอบเขตด้านพื้นที่

โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ตำบลหนองสิม อำเภอเมืองบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

1.4.4 ระยะเวลา

ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา” หมายถึง วิธีการสอนที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยการกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ได้แก้ปัญหา ได้วิเคราะห์ ได้แนวทาง เลือกรูปปฏิบัติที่เหมาะสมและเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษามีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องเข้าใจปัญหาในการดำเนินชีวิต เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาและสิ่งที่ต้องการแก้ไข ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ พิจารณาข้อดีและข้อจำกัดเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุด มีความเป็นไปได้ ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้และแนวคิดที่เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร กระบวนการ เป้าหมายและระยะเวลาที่ชัดเจน

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงาน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และประเมินเพื่อใช้แก้ปัญหา นำผลที่ได้มาประยุกต์แก้ไขและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประโยชน์มากขึ้น

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

“เกณฑ์ E_1/E_2 ” หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการประเมินในกระบวนการเรียนการสอน กับคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งสุดท้าย หลังจากเรียนจบของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแต่ละข้อ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ใช้เกณฑ์ 70/70

E_1 คือ ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดที่ได้จากการทำกิจกรรมในห้องเรียน ได้แก่ ใบงาน ใบกิจกรรม แบบประเมินชิ้นงาน แบบประเมินพฤติกรรมทบทวน ในระหว่างเรียนเรื่อง ไฟฟ้าเคมี

E_2 คือ ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังเรียน หรือสอบครั้งสุดท้ายของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

“ความสามารถในการแก้ปัญหา” หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยผู้เรียนสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และนำเสนอวิธีแก้ปัญหา ที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนของเวียร์ (Weir, 1974) ได้แก่ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียนที่ตอบแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา แบบอัตนัย ทั้งหมด 4 สถานการณ์ จำนวน 16 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.6.1 เพื่อเป็นข้อมูลสารสนเทศสำหรับครูที่สอนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้
แนวทางในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน

1.6.2 เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้
อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. บริบทโรงเรียนบรือวิทยาการ
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบในการปรับปรุงหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และสาระเทคโนโลยีในกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งต่อมาได้ผนวก รวมอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) การปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ ยังคงหลักการและโครงสร้างเดิมของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ ประกอบด้วย 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ แต่ มุ่งเน้นการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและ ความเจริญก้าวหน้าทาง วิทยาการต่าง ๆ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 2) สาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. จัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและมีทักษะในศตวรรษที่ 21

2. ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาต่อระดับที่ สูงขึ้น

3. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เฉพาะเจาะจง แยกส่วนระหว่างผู้เรียนที่เลือกเรียนในแผนการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ และแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในส่วนของแผนการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้น ส่วน มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของแผนการเรียนที่เน้น วิทยาศาสตร์ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนา ส่งเสริมให้มีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ด้านคณิตศาสตร์และ วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องลึกซึ้ง และกว้างขวางตามศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด อันจะเป็นพื้นฐานสู่ความเป็นเลิศ ทางด้าน วิทยาศาสตร์ ศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้

4. ปรับจากตัวชี้วัดช่วงชั้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 เป็นตัวชี้วัดชั้นปี 2. กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้เพิ่มสาระเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบและ เทคโนโลยี และวิทยาการคำนวณ ทั้งนี้เพื่อเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้บูรณาการ สาระทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กับกระบวนการเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5. สำหรับสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตร สถานศึกษาและจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนใน ระดับการศึกษาขั้น พื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการ เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ จะช่วยให้ผู้ที่ เกี่ยวข้องใช้เป็น แนวทางในการส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตาม มาตรฐานการเรียนรู้อย่างแท้จริง

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี 4 สาระ จำนวน 10 มาตรฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 8 สาระ จำนวน 25 มาตรฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สาระภูมิศาสตร์ มีจำนวน 2 มาตรฐาน

2.1.1 วิสัยทัศน์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติ ที่ จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2.1.2 หลักการ

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) มี หลักการที่สำคัญ ดังนี้

2.1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและ มาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และ คุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับ การศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

2.1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการ จัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตาม อรรถาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึง กำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

2.1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของ เศรษฐกิจพอเพียง

2.1.3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถี ชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และ พัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันใน สังคมอย่างมีความสุข

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

2.1.4.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มี วัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดย คำนึงถึงผลกระทบต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและ อุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูล สารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้

ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

2.1.4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7) รักความเป็นไทย
- 8) มีจิตสาธารณะ

2.1.5 มาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสารະภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี 3 สาระ จำนวน 7 มาตรฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 4 สาระ จำนวน 10 มาตรฐาน และสารະภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม มีจำนวน 2 มาตรฐาน

2.1.6 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจาก เซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สาร พันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 1.1 - ว 1.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสาร กับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการ เคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 2.1-ว 2.3 สำหรับผู้เรียน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของ เอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อ สิ่งมีชีวิตและ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการ เปลี่ยนแปลงภายใน โลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลม พายุ อากาศ และ ภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 3.1 และ ว 3.2 สำหรับผู้เรียนทุกคนในระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1 ถึงระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ไม่เน้น วิทยาศาสตร์

สาระที่ 4 ชีวิตวิทยา

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ สารที่เป็น องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้อง จุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และ การหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบน โครโมโซม สมบัติและ หน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและ แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิด สปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิต และ อนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.- เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของ พืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และ การตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การ รับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการ รักษาดุลย ภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร ในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของ

สิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 4.1 – ว 4.6 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของ ธาตุ พันธะเคมีและ สมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบ อินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยา เคมี อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยา รีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและ การเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการ ความรู้ และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 5.1 – ว 5.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การ เคลื่อนที่แนวตรง แรงและ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การ เคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ แสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุ ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การ เปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรง นิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 6.1 – ว 6.4 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

มาตรฐาน ว 7.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษา ตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีอวกาศ

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 7.1 – ว 7.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 8 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และ สิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 8.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 8.1 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6

2.1.7 คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชา เคมี เพิ่มเติม 4

ศึกษาทดลองการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะ ไอออน ศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยรีดักชัน ปฏิกิริยรีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ ตัวออกซิไดซ์ การเขียนและการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยา ศึกษาเซลล์ไฟฟ้าเคมี ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับหลักการของเซลล์กัลวานิก ศึกษาการเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก การหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ปฏิกิริยาในเซลล์กัลวานิกประเภทเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิบางชนิด ทดลองเพื่อศึกษาหลักการสร้างและการทำงานของเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ศึกษาหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลว ด้วยกระแสไฟฟ้า และทดลองการแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าตามหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ศึกษาและทดลองชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ศึกษาวิธีการทำให้โลหะบริสุทธิ์ การถลุงแร่ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการกัดกร่อนและการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ ศึกษาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

ศึกษาและสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับชนิด สมบัติ และการนำมาใช้ประโยชน์ของธาตุและสารประกอบที่สำคัญในประเทศไทย ศึกษาแร่ประกอบหิน แร่เศรษฐกิจ การถลุงหรือการสกัดแร่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแร่ อุตสาหกรรมเซรามิกส์ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับ โขเดียมคลอไรด์และอุตสาหกรรมปุ๋ยเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีและปฏิกิริยาในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ที่สำคัญในอุตสาหกรรม โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการ ไปใช้ประโยชน์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล ตัดสินใจ แก้ปัญหา สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ รวมทั้งมีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.1.7.1 ผลการเรียนรู้

- 1) อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยรีดักชัน ปฏิกิริยรีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดซ์ ในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันได้
- 2) จัดลำดับความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออน และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดซ์ได้
- 3) ดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยาได้
- 4) ต่อเซลล์กัลวานิกจากครึ่งเซลล์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกขั้วแอโนด ขั้วแคโทดและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

- 5) เขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกได้
- 6) อธิบายวิธีการหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E°) โดยการเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานได้
- 7) ใช้ค่า E° ของครึ่งเซลล์คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และทำนายการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ได้
- 8) อธิบายหลักการการทำงานของเซลล์กัลวานิก เซลล์ปฐมภูมิ เซลล์ทุติยภูมิ และเซลล์อิเล็กโทรไลติกได้
- 9) อธิบายหลักการการทำงานพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไลน์ เซลล์ปรอท เซลล์เงิน เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-ออกซิเจน เซลล์เชื้อเพลิงโพรเพน-ออกซิเจน เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว เซลล์นิกเกิล-แคดเมียม เซลล์ลิเทียม-ไอออน พอลิเมอร์ และเซลล์โซเดียม-ซัลเฟอร์ได้
- 10) อธิบายหลักการของการแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า และการทำโลหะให้บริสุทธิ์ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้
- 11) อธิบายสาเหตุหรือภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้
- 12) อธิบายวิธีป้องกันการกัดกร่อนของโลหะโดยวิธีอะโนไดซ์ การรมดำ วิธีแคโทดิก การเคลือบผิวด้วยพลาสติก สีหรือน้ำมัน การชุบด้วยโลหะได้
- 13) อธิบายหลักการการทำงานของแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง แบตเตอรี่อากาศ การทำอิเล็กโทรไลต์น้ำทะเลได้
- 14) อธิบายหลักการถลุงแร่หรือการสกัดแร่ทองแดง สังกะสีและแคดเมียม ดีบุก โคลัมไบต์ แทนทาลิต์ ทังสแตน พลวง และเซอร์คอน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้
- 15) บอกประโยชน์ของทองแดง สังกะสีและแคดเมียม ดีบุก โคลัมไบต์ แทนทาลิต์ ทังสแตน พลวง และเซอร์คอน ได้
- 16) อธิบายสมบัติและประโยชน์ของแร่รัตนชาติชนิดต่างๆได้
- 17) อธิบายวิธีพัฒนาคุณภาพของแร่รัตนชาติได้
- 18) อธิบายขั้นตอนสำคัญของการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์ได้
- 19) บอกประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้
- 20) อธิบายวิธีการผลิตแก้วและปูนซีเมนต์ได้
- 21) อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ได้

22) อธิบายวิธีการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีนจากโซเดียมคลอไรด์ โดยใช้เซลล์เชื้อแลกเปลี่ยนไอออน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

23) อธิบายกระบวนการผลิตโซดาแอชและสารฟอกขาว พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

24) อธิบายกระบวนการผลิตปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียม และปุ๋ยผสม ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยได้

25) อธิบายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆได้

จากคำอธิบายรายวิชาเคมี เพิ่มเติม 4 ผู้วิจัยจึงได้เลือกหน่วยที่ 9 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผลการเรียนรู้ที่ 1-13 เป็นเนื้อหาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
- เซลล์ไฟฟ้าเคมี	2
- เซลล์กัลวานิก	2
- เซลล์อิเล็กโทรไลต์	2
- ปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลต่อการทำแบตเตอรี่ ปฏิกิริยา	2
- แบตเตอรี่ปฏิกิริยา	4
รวม	12

2.2 การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา

2.2.1 ที่มาและความสำคัญของสะเต็มศึกษา

จุดเริ่มต้นของ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1980 โดยประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีความต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ โดยการพัฒนานักเรียนให้มีความเข้มแข็งในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้สร้างโปรเจก 2061 ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1985 เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนอเมริกันเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 ได้จัดพิมพ์หนังสือชื่อ วิทยาศาสตร์เพื่อพลเมืองอเมริกา (Science for All Americans) ขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จนกระทั่งต้นปี ค.ศ.1990 หน่วยงานต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาทั้งสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Teacher Association : NSTA) คณะกรรมการครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (Council National of Teachers of Mathematics) นักเรียน นักวิจัย เจ้าของธุรกิจ และอาจารย์ในมหาวิทยาลัยต่างเรียกร้องให้มีนวัตกรรมจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งในยุคนั้น สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) ได้กำเนิดคำว่า SMET Education จนกระทั่งปี ค.ศ. 2001 Judith A. Ramaley ผู้บริหารของ NSF ได้เปลี่ยนจากคำว่า SMET Education เป็นคำว่า STEM Education ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีการบูรณาการคณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าไว้เป็นหนึ่งศาสตร์การเรียนรู้ (สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ, 2556, น. 12-13)

จากผลการสอบ PISA และ TIMSS ของประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นถึงการถดถอยทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งล้าหลังประเทศอื่นในด้านความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาการขาดความสนใจในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขาดความสนใจที่จะเข้าศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีจำนวนลดน้อยลง จึงทำให้เกิดแรงผลักดันให้เกิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ STEM ขึ้น โดยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาตามแนวทาง STEM ซึ่งมุ่งผลให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงวิชา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์) มาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของปัจจุบัน และให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์และอยากประกอบอาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM มากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การแข่งขันในระดับโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมาย

ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

2.2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา

อภิสิทธิ์ ชงชัย และคณะ (2556, น. 49-56) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยทั้งสี่วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

ธานี จันทน์นาง (2556, น. 29-36) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการเนื้อหาของ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, น. 49-56) ได้กล่าวว่า STEM Education คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

มนตรี จุฬาวัดนทล (2556, น. 3-14) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่เน้นการบูรณาการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง

รักษพล ธนानูวงศ์ (2556, น. 7) ได้ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา คือ การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนแต่เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้ง 4 มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

Lantz (2009, pp. 361-379) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการบูรณาการความรู้ของทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้เป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง

Breiner et al. (2012, p. 5) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน อันได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมและวิชาคณิตศาสตร์ ให้รวมเป็นหนึ่งเดียว

O'Neil et al. (2012, pp. 36-40) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงสรุปความหมายได้เป็นดังนี้ สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยการนำความรู้ของแต่ละวิชามาผสมผสานกันให้เป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์และความสำคัญ และเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกแห่งความเป็นจริง

2.2.3 ลักษณะของสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558) ได้อธิบายถึงลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาว่าประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นผู้เรียนแบบเอกที่ฟของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

ชลาริป สมหิโต (2558, น. 104-110) ได้กล่าวถึงลักษณะของสะเต็มว่า ตัวอักษรตัวแรกของสะเต็ม (STEM) คือ S ย่อมาจากคำว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ เป็นสาระที่ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัว ประกอบด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสาระดังต่อไปนี้ สิ่งมีชีวิตและการะบวนการดำรงชีวิต ชีวิตและสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

National Research Council (2011, p. 27) กล่าวว่า ตัวอักษรที่สองสะเต็ม คือ T ย่อมาจากคำว่า Technology หรือ เทคโนโลยี ซึ่งเป็นสาระที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา การพัฒนาสิ่งต่างๆหรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เรา ดังนั้น คำว่า เทคโนโลยีจึง

ไม่ได้หมายความว่าเพียงแค่ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหา เช่น คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายรูป โทรศัพท์มือถือเท่านั้น แต่ยังหมายถึงกระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น.88) กล่าวว่า ตัวอักษรตัวที่ 3 ของสะเต็ม คือ E ย่อมาจากคำว่า Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งวิศวกรรมในที่นี้หมายถึง การออกแบบ การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยเป็นการใช้องค์ความรู้ต่างๆ มาสร้างสรรค์ ออกแบบ ผลงานภายใต้ข้อกำหนด บทบาทของวิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษานี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาการคิดเป็นเหตุเป็นผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น. 5) กล่าวว่า ตัวอักษรตัวที่สี่ของ STEM คือ M มาจาก Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ จำนวนและกระบวนการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะครอบคลุมการ แก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์

สรุปได้ว่า สะเต็มมาจากการรวมกันของ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ จะเป็นเนื้อหาหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี จะเป็นการพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ วิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะเป็นการออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เกิดเป็นนวัตกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเกี่ยวกับการวัดหรือการคำนวณทางคณิตศาสตร์

2.2.4 แนวทางและหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สิรินนภา กิจเกื้อกูล (2558, น. 201-207) ได้กล่าวถึงแนวทางและหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

1.1 วิชาวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-Based Science Teaching) กิจกรรมการ สอน แบบ แก้ป ญ หา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การ

สอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทาย และเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

1.2 วิชาเทคโนโลยี

ธรรมชาติของวิชาเทคโนโลยีนั้น เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกัน

1.3 วิชาวิศวกรรมศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ในระดับอุดมศึกษา แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

1.4 วิชาคณิตศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวน เท่านั้นแต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือ กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ภาษาทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวันก่อนวัยเรียน (Pre-School) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญหา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิด

วิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556, น. 49-56) ได้กล่าวถึง แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และ คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอน ของแต่ละสาขาวิชา มา ผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ วิทยาศาสตร์เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักศึกษามักชี้แนะ ให้อาจารย์ ครูผู้สอน ใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาหรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษาจะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษา ให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Projectbased Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถ สร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงาน ได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็ จะยิ่งเพิ่มความสามรถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มี ประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

สดิยา ลังการ์พินธุ์ (2556, น. 1-4) ได้ให้แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสู่โลกจริง ซึ่งแนวคิดหลักหรือกระบวนการที่เรียนรู้นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ ใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง เป็น

ก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย เพราะปรากฏการณ์หรือประติสัมพันธ์กรรมใด ๆ รอบตัวเรา ไม่ได้เป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ใดเพียงศาสตร์เดียว การประยุกต์ความรู้ง่าย ๆ

2. การสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียน ได้ศึกษา ประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถาม แล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง โดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สื่อสารแนวคิดและเหตุผล เปรียบเทียบแนวคิดต่างๆ โดยพิจารณาความหนักแน่นของหลักฐาน ก่อนการตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่ง นับเป็นกระบวนการเรียนรู้สำคัญ ที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ในประเด็นที่ศึกษาเท่านั้น แต่ยังเป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถาม นับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุน จุดเน้นของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบหนึ่ง โครงงานเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจน การสืบเสาะหาความรู้บางครั้งครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหา หรือให้ข้อมูล สำหรับศึกษาวิเคราะห์ หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบ ตามข้อจำกัดของเวลาเรียน วัสดุอุปกรณ์ หรือปัจจัยแวดล้อมต่างๆ

4. การสร้างสรรค์ชิ้นงาน แนวคิดนี้ไม่ได้เป็นแนวคิดใหม่ เด็ดๆ ทุกวันนี้อาจได้รับการมอบหมายให้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่แตกต่างไปจากยุคก่อน เช่น ประดิษฐ์ป้ายไฟ แรงบันดาลใจจากแสงอาทิตย์ ถ่ายหนังสั้น ทำมัลติมีเดียสำหรับนำเสนองาน ประสบการณ์การทำชิ้นงานเหล่านี้ สร้างทักษะการคิด การออกแบบ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

5. การบูรณาการเทคโนโลยี การบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน แสดงว่าก้าวเข้าใกล้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเริ่มตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลลักษณะต่างๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่ง วิดิทัศน์ และมัลติมีเดีย การใช้อุปกรณ์ Sensor/Data Logger บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบ การใช้ซอฟต์แวร์จัดการกระทำวิเคราะห์ข้อมูล และเทคโนโลยีอื่นๆ การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้ กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ประยุกต์ใช้ความรู้ แก้ปัญหา และทำงาน ร่วมกัน รวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี เช่น ทักษะการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills ที่ครอบคลุม 4 C คือ การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การทำงาน

ร่วมกัน (Collaboration) และ การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) จะเห็นได้ว่ากิจกรรม การเรียนรู้ในรูปแบบโครงการ หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้ อย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงการ หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานเท่านั้น

7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน เป็นแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน รู้จักใช้ชีวิตในสังคมจริงของการเรียนรู้และการทำงาน เมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้น สร้างชิ้นงาน หรือทำโครงการ ผู้ปกครองต้องให้การสนับสนุนผลงานจากความสามารถของเด็กเป็นอาวุธสำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อชนะใจผู้ปกครองและชุมชนให้ให้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น การให้นักเรียนศึกษา ปัญหา ปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะ โครงการ ตลอดจนการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ ความชำนาญ เฉพาะทาง ครูไม่ควรกลัวจะยอมรับกับนักเรียนว่าครูไม่รู้คำตอบ หรือครูช่วยไม่ได้ แต่ควรใช้เครือข่ายที่มี เชื่อมโยงให้ผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (Informal learning) เด็กๆ นั้นรักความสนุก หากเราจำกัดความสนุกไม่ให้เกิดร้ายไกลห้องเรียน ความสุขคงอยู่ห่างไกลจากครูและจากเด็ก ไปเรื่อยๆ แต่จะบูรณาการความสนุกสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของครูในการออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้ที่ท้าทาย เพลิดเพลิน ให้การเรียนรู้เหมือนเป็นการเล่น แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องสร้าง ความรู้และความสามารถตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วย การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่ได้รับความนิยม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้หลักการ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ประกอบด้วย

1. การระบุปัญหา (Identification Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนด ขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว

6. ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและน่าสนใจ

สรุปได้ว่า แนวทางและหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้น เป็นการเชื่อมโยง เนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสู่โลกจริง ซึ่งแนวคิด หลักหรือกระบวนการที่เรียนรู้นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ ใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง เป็น ก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย

2.2.5 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน
 2. ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางประกอบอาชีพในอนาคต
 3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น
 4. ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ
 5. รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่ หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับ ประเทศอื่น ๆ

พริตเชซ จันทร (2559, น. 1-27) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. เห็นความสำคัญของ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ พัฒนากระบวนการได้ และสร้างผลผลิตใหม่ได้ เหมาะสมกับช่วงชั้น
2. เชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ กับสถานการณ์ในชีวิตจริงนอกห้องเรียนได้
3. มองเห็นปัญหา หรือ อุปสรรค หรือ แนวทางพัฒนา จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่สามารถนำมากำหนดเป็นเป้าหมายในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาได้
4. มีทักษะในการวิเคราะห์ปัญหา
5. มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
6. ผสมผสานทักษะการแก้ปัญหา กับ กระบวนการทางวิศวกรรม ในการแก้ปัญหาหรือการพัฒนา
7. มีทักษะในการออกแบบหรือกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือการพัฒนา
8. มีทักษะในกระบวนการหรือขั้นตอนการวางแผน การปฏิบัติ การประเมินผลงานระหว่างปฏิบัติ และการทดสอบผลงาน

2.2.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4) ได้อธิบายการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน ค้นหาปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นเลือกวิธีหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว
2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและประเมินความเป็นไปได้ พิจารณาเหตุและผลประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการเลือกวิธีในการแก้ปัญหา

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) เป็นขั้นตอนที่ต้องกำหนดขั้นตอนในกระบวนการ กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาที่ชัดเจน ออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อให้ตอบสนองต่อแนวคิดในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนเพื่อสร้างแบบทดสอบหรือแบบประเมิน โดยใช้เพื่อแก้ไขปัญหาและนำผลที่ได้มาประยุกต์แก้ไขและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประโยชน์มากขึ้น

5. นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) เป็นการนำเสนอหลังจากการพัฒนาและปรับปรุงตามแบบประเมิน ที่มีประสิทธิภาพแล้วผู้เรียน จะต้องทำการนำเสนอและออกแบบวิธีนำเสนอนวัตกรรมเหล่านั้นให้น่าสนใจ

พิรเดช จันทร (2559, น. 1-27) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กระบวนการแก้ปัญหา

- 1.1 ขึ้นตระหนักในปัญหาและความจำเป็น
- 1.2 ขึ้นคิด วิเคราะห์ห้อย่างรอบคอบความจำเป็น
- 1.3 ขึ้นสร้างทางเลือกอย่างหลากหลาย
- 1.4 ขึ้นประเมินและเลือกทางเลือกที่เหมาะสม
- 1.5 ขึ้นวางแผนกำหนดขั้นตอนลำดับได้อย่างได้อย่างเหมาะสม
- 1.6 ขึ้นปฏิบัติได้อย่างขึ้นชม
- 1.7 ขึ้นประเมินด้วยตนเองระหว่างปฏิบัติ
- 1.8 ขึ้นตอนปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ
- 1.9 ขึ้นประเมินผลเพื่อความภูมิใจ

2. กระบวนการวิเสกรรรม

- 2.1 วิเคราะห์ความต้องการ
- 2.2 นิยามปัญหา
- 2.3 การวางแผนงาน
- 2.4 การเก็บข้อมูล
- 2.5 สร้างแนวคิดที่เป็นไปได้
- 2.6 ประเมินแนวคิด
- 2.7 เลือกวิธีที่เหมาะสม
- 2.8 สื่อสารระหว่างการออกแบบ
- 2.9 ปฏิบัติให้เห็นผลจริง

3. ขั้นตอนจัดการเรียนรู้ “กิจกรรมสะเต็ม”
 - 3.1 ระบุปัญหา
 - 3.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 3.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - 3.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
 - 3.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน
 - 3.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน
4. แนวการจัดกิจกรรม
 - 4.1 ขั้นระบุปัญหา
 - 4.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
 - 4.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - 4.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
 - 4.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง
 - 4.6 การประเมินผล

Robert (2002, อ้างถึงใน สิริรักษา กิจเกื้อกูล, 2558, น. 201-207) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

1. เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตรเลือกมาตรฐาน ตัวบ่งชี้ สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษาเพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลักและตัวบ่งชี้ที่บอถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้
2. เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง
3. ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา ตัวบ่งชี้ สาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เลือกว่าจะมีสาระการเรียนรู้เรื่องใดที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1
4. จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้ที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ

5. สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบ และพัฒนา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก

6. แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบหน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเกี่ยวกับผลงานนั้นซึ่งผู้เรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน

7. ประเมินชิ้นงาน การออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

8. นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่หรือผู้แสดงผลงานให้ผู้เรียนนำเสนอแสดงผลงานต่อบุคคลทั่วไปเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไป

จากการศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

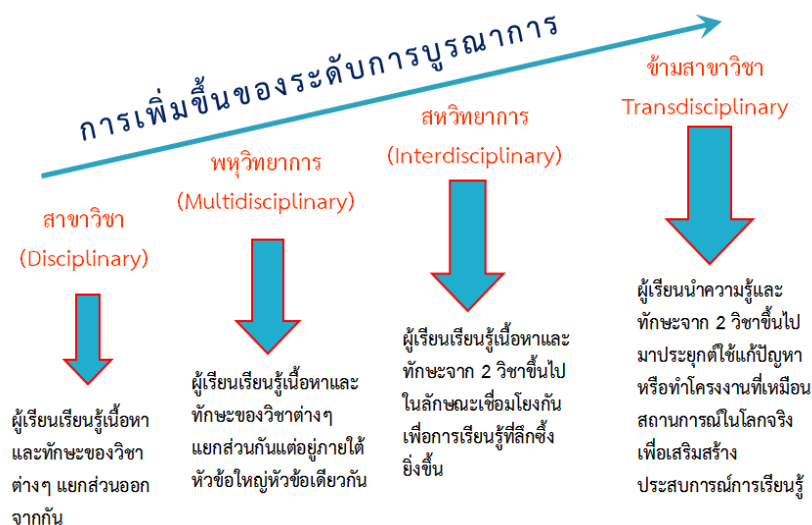
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม

2.2.7 การบูรณาการในห้องเรียนสะเต็มศึกษา

ดังที่กล่าวไปแล้วว่าสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ทั้งนี้ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ (Vasquez, 2013) ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนภาพระดับของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ. ปรับปรุงจาก STEM Lesson Essentials: Grades 3-8 (p.1), โดย Vasquez, J. A., Snelder, C. and Comer, M. (2013).

การเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่างๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้ได้ ใช้แหล่งเรียนรู้ได้หลากหลาย โดยมีผู้ที่กล่าวถึงการบูรณาการสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

เขมวดี พงสานนท์ (2557, น. 1-4) ได้กล่าวว่า การนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา ลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปของการบูรณาการ ด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้และ/ หรือการประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติได้ทั้งแบบแยก รายวิชา และแบบรวมรายวิชา โดยการบูรณาการสะเต็มศึกษามีดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) หมายถึง ผู้สอน จัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา (Contents) และ ทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกัน เป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์วิชาทางเทคโนโลยีวิชาทาง วิศวกรรมศาสตร์และวิชาทางคณิตศาสตร์

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง ผู้สอน จัดการเรียนรู้ด้าน เนื้อหาและทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็ม ศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์และวิชาทางคณิตศาสตร์แต่ได้ มีการกำหนดหัวข้อหลัก (Theme) หรือหัวข้อเรื่องที่จะ จัดการเรียนรู้เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความ เชื่อมโยงระหว่างกันได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจับคู่หรือตั้งทีมงาน ช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะปฏิบัติการที่

เกี่ยวข้องกัน เป็นการรวมกันมากกว่า 1 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็น ความสอดคล้องและสัมพันธ์กันของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) หมายถึง ผู้สอน ทั้ง 4 สาขาวิชาของ สะเต็มศึกษา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้ประยุกต์ใช้ความรู้และ ทักษะต่าง ๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และ คณิตศาสตร์สำหรับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง และสร้าง ประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การจัดการเรียนรู้ แบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้กล่าวว่า การบูรณา การสะเต็มศึกษา เป็นทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการพัฒนานวัตกรรม ทักษะการใช้ชีวิตที่มีค่า จะเห็น ได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ใน รูปแบบโครงงาน หรือการพัฒนานวัตกรรมที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นสามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้ มาก อย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำ โครงงานหรือพัฒนานวัตกรรมเท่านั้น ถ้าครูมุ่งเน้นศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย เปิด โอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ติการคิดวิเคราะห์ หาที่ชม หรือเสนอวิธีการใหม่ฝึกคิดสร้างสรรค์ ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

สรุปได้ว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาในการวิเคราะห์หาระดับที่เหมาะสมสำหรับชั้น เรียนแต่ละชั้นนั้นอาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงความพร้อมของผู้สอนทั้งในด้านเนื้อหา การปฏิบัติ การ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ หรือความสามารถในการประยุกต์ทั้ง 4 สาขาวิชา นอกจากนี้ยัง จำเป็นต้องพิจารณาถึงความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือระหว่างผู้สอนที่อยู่ต่างกลุ่มสาระวิชา

2.2.8 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

กมลฉัตร กล่อมอ้อม (2559, น. 334-335) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาว่า การสอนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษานั้นเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการ เพื่อ ตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็น ผลผลิตจาก กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ในชั้นเรียน มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ให้บังเกิดผลเป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง

เสกสรร สรรสรพิสุทธิ์ (2558, น. 20-29) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ที่ได้จากการการ จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียน ได้เห็น ประโยชน์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ในชั้นเรียน อีก

ทั้งเป็นการฝึกความสามารถการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม เนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสถานการณ์ที่ครูกำหนดต้องสอดคล้องกับตัวชีวิตในระดับชั้นที่นักเรียนศึกษาอยู่และต้องคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้และความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละวัย

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2558, น. 5) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการส่งเสริมศึกษา ไว้ดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม เป็นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านส่งเสริมศึกษามากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา
5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา
6. สร้างกำลังคนด้านส่งเสริมศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบส่งเสริมศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีเนื้อหาความรู้ และฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีหัวข้อหลัก ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ ซึ่งช่วยให้ให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

การดำรงชีวิตของมนุษย์นั้นมักจะต้องเผชิญกับปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนต่างๆ กัน การดำเนินการแก้ปัญหาเป็นเรื่องสำคัญมาก และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ บุคคลที่ประสบกับปัญหาต่างๆ แล้วสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จลุล่วงได้ ย่อมประสบความสำเร็จ นอกจากนั้นอาจ นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

Piaget (1962, p. 120) อธิบายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีพัฒนาการในแง่ที่ว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเริ่มตั้งแต่ เด็กอายุประมาณ 7-11 ปีเริ่มมี

ความคิดในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัดต่อมาถึงระดับเมื่อเด็กอายุประมาณ 12-15 ปีเด็กมีความสามารถคิดหาเหตุผลดีขึ้นและสามารถคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

Gagne (1970, p. 63) ได้อธิบายความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ซึ่งหนึ่งต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป โดยการเรียนรู้ประเภทหลักต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าและใช้หลักการนั้น ผสมผสานจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถทางการคิดแก้ปัญหา

Bourn, Ekstrand and Domnoski (1971, p. 9) อธิบายความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากประสบการณ์ทางตรงและทางอ้อมเป็นการแสดงความรู้ความคิดของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันโดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่ เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

Good (1973, p. 518) การคิดแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะยากลำบากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหามีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุมมีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อ หาความสัมพันธ์ที่ทดแทนสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

Soden (1994, p. 27) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะด้านการคิด เช่นเดียวกับการเรียนรู้ที่เป็นทักษะทางด้านความคิดด้วยเช่นกันนักเรียนจะต้องรู้วิธีการที่จะกระทำกับข้อมูล ใหม่ๆที่ได้มาเพื่อแก้ปัญหาและบุคคลที่จะเป็นผู้เรียนรู้ได้ดีนั้นจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีด้วย

Gleitman (1992, p. 202) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ว่า การแก้ปัญหานั้นว่าผู้แก้ปัญหาคงต้องใช้กระบวนการคิด ซึ่งเกิดขึ้นจากภายในสมองอย่างเป็นขั้นตอน จะต้องมีการจัดระบบขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยใช้วิธีการเฉพาะเป็นเรื่อง ๆ เพื่อให้กระบวนการ แก้ปัญหามีทิศทางมุ่งตรงไปสู่เป้าหมาย และสามารถแก้ปัญหาได้ในที่สุด

กาญจนา ลากรวย (2532, น. 32) กล่าวว่าในการคิดแก้ปัญหาเป็นการดำเนินการเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และความคิดมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

สุชา จันทร์เอม (2536, น. 31) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตหรือมนุษย์ซึ่ง มุ่งที่จะให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การแก้ปัญหาประกอบด้วยกิจกรรมหลาย ๆ อย่าง ต่อเนื่องกัน ปัญหายากและใหญ่จะต้องใช้กิจกรรม

อรรถญา ชนะเพีย (2542, น. 8) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องอาศัยกิจกรรมทางสมองในการคิด วิเคราะห์ พิจารณา ไตร่ตรองและตัดสินใจในการหาวิธีการหรือแสดงพฤติกรรม เพื่อขจัดอุปสรรค อันนำไปสู่การ บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

อัมพวา รักบิดา (2549, น. 40) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคือ เป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องใช้ความสามารถทางสมองในการเรียนรู้ การสังเกต จดจำ ทำความเข้าใจ และการมีประสบการณ์ในการประมวลผลอย่างมี แบบแผน ของสมองมาใช้ในการแก้ไข ให้เหตุการณ์ที่ไม่ปกติกลายเป็นปกติ หรือการใช้ความคิดเพื่อทำให้ บรรลุ วัตถุประสงค์ที่ตนเองตั้งไว้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ปราณี หีบแก้ว (2552, น. 28) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคือ เป็นความสามารถทางสมอง ด้านการคิดวิเคราะห์ใช้ความรู้ ประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับสติปัญญาหาหนทางจัดสิ่งทำให้เกิดความขัดข้องไม่สบายกาย ไม่สบายใจ เป็นอุปสรรค สามารถมีพัฒนาการได้ โดยบุคคลจะใช้ประสบการณ์และทักษะมาก่อน สั่งสม เป็นความรู้ใช้แก้ปัญหาใหม่

บุญถึง สมศรี (2553, น. 10) ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถ ด้าน ความคิดที่ใช้ประสบการณ์เดิม การรวบรวมข้อมูลและสภาพปัญหาเพื่อตัดสินใจเลือกใช้ วิธีการหรือหนทาง หลีกเลี่ยงความยุ่งยากและอุปสรรค เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการหาคำตอบ ให้ได้โดยการประยุกต์ใช้ กฎเกณฑ์ที่รู้มาแล้ว หรือพยายามสร้างกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในการ แก้ปัญหานั้น ๆ

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาลักษณะ สามารถสรุปได้ ว่าความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และประสบการณ์เดิมมา ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

2.3.2 ขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหา

รสนา อัชชะกิจ (2535, น. 15-17) ได้อธิบายว่าในการแก้ปัญหาคือต้องพยายามค้นหา สาเหตุที่ แท้จริงของปัญหานั้น แล้วมุ่งเน้นแก้ปัญหานั้นให้หมดสิ้น และเสนอว่าการปฏิบัติตามแนว อริยสัจ 4 ของ พระพุทธศาสนา คือหลักการแก้ปัญหาที่ประเสริฐเป็นเลิศ นับเป็นกระบวนการ แก้ปัญหาอันดับแรกของโลก ที่ทรงค่าเป็นอมตะสมควรนำมาเผยแพร่เชิงเปรียบเทียบ นอกจากนี้ได้ ให้ความเห็นว่าขั้นตอนการแก้ปัญหา ส่วนใหญ่มีหลักการคล้ายคลึงจะแตกต่างกันในรายละเอียดไป บ้าง เช่น

รูปแบบที่ 1 ระบุปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา กำหนดวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาและเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

รูปแบบที่ 2 ระบุปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา เสนอวิธีแก้ปัญหาหลายวิธี ตัดสินใจเลือกสิ่งที่ดีที่สุด

รูปแบบที่ 3 กำหนดตัวปัญหาให้ชัดเจน รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาสาเหตุ กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา เลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม

รูปแบบที่ 4 ระบุปัญหาให้ชัดเจน สะสมสมการที่จะนำมาใช้เป็นกุญแจไขปัญหา ทำการคำนวณด้วยสมการที่คัดเลือกรากขึ้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลตรวจสอบหน่วยของผลการคำนวณ ทบทวน ตรวจสอบคำตอบ

รูปแบบที่ 5 ระบุปัญหา พิจารณาปัญหาให้ครบ 4 มิติ ได้แก่ อะไร ที่ไหน เมื่อไร และมากน้อยเท่าไร สืบเสาะหาข้อมูลอันเป็นกุญแจไขปัญหาจากแนวทางที่กำหนดทั้ง 4 มิติตาม ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบหาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูง พิสูจน์สาเหตุที่แท้จริง

รูปแบบที่ 6 การควบคุมคุณภาพหรือ Q.C. ประกอบด้วย ค้นหาปัญหาเรื่องคุณภาพ หรือ ข้อขัดข้องในการดำเนินงาน หาสาเหตุของการเกิดปัญหาด้านคุณภาพ เสนอแนวทางแก้ปัญหา คุณภาพ ปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางเลือก เสริมสร้างคุณภาพและประสิทธิภาพในการดำเนินงาน เมื่อสามารถยุติข้อเสียหายได้เป็นผลสำเร็จ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541, น. 107-110) กล่าวถึงการคิดแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตระหนักรู้ เป็นขั้นตระหนักรู้ถึงสิ่งที่ทำให้เป็นปัญหาและกำหนดประเด็นปัญหา

2. ขั้นรวบรวมข้อมูล หรือขั้นค้นหาความจริง เป็นขั้นพิจารณาถึงสิ่งที่ทำให้เกิดความวิตกกังวล สับสนวุ่นวายใจ เก็บรวบรวมข้อมูล สอบถามค้นคว้าและจัดเรียงให้เป็นหมวดหมู่

3. ขั้นหาปัญหาที่แท้จริง เป็นขั้นตอนที่เน้นการพิจารณาว่าอะไรคือปมปัญหาที่แท้จริง ต้องใช้ ทักษะการวิเคราะห์และการสังเคราะห์ กล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ทักษะความคิดขั้นสูงเข้ามาประกอบ

4. ขั้นคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหา คิดค้นหาวิธีในการแก้ปัญหาหลายๆวิธี โดยพยายามคิด ค้นหาวิธีทั้งที่เป็นปกติหรือเป็นวิธีที่แปลกใหม่

5. ขั้นค้นหาข้อสรุป เป็นการค้นหาข้อสรุปว่าจากแนวทางหลายๆ ทางในการแก้ปัญหา นั้น วิธีใดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เป็นที่ยอมรับมากที่สุด

6. ขั้นยอมรับข้อสรุปและดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือก เป็นขั้นตอนในการกำหนด ขั้นตอน และปฏิบัติตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามที่ได้เลือกวิธีการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 30) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือ เน้นให้นักเรียน ได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียน สามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการความรู้ ทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจในปัญหานั้นมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหา อาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น ซึ่งมี กระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาคงต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็น ต่าง ๆ คือ ปัญหาถามว่าอย่างไร มีข้อมูลใดแล้วบ้าง มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติม อีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างดีจะช่วยให้นักเรียนไปดำเนินการต่อไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่า นักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด ทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงถึงประเด็นต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจาก ปัญหาที่ได้วิเคราะห์ได้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนำมาใช้ ประกอบการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลองหรือตรวจสอบ และ อารวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. การดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือปฏิบัติและประเมินว่า วิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือ ได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้อง ก็จะมีการประเมิน ต่อไปว่า วิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาคืออื่น ๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบ ความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามี ข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูล กำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งในด้าน วิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใด ๆ ต้อง ตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย แนวคิดที่เกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่สำคัญ

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 26) ได้เสนอ ขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การค้นหาหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. การประเมินความถูกต้องของสมมติฐาน
5. การปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานถ้าจำเป็น
6. การนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

Bloom (1956, p. 122) ได้เสนอว่าขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาที่มีอยู่ 6 ขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อผู้เรียนพบปัญหาผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา
2. ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาใหม่
3. การจำแนกแยกแยะปัญหา
4. การเลือกใช้ทฤษฎีหลักการความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
5. การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา
6. ตรวจสอบผลที่ได้รับจากการแก้ปัญหา

Guilford and Hoepfner (1971, p. 130) เห็นว่ากระบวนการคิดแก้ปัญหาประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการ (Preparation) หมายถึงขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาว่าปัญหาที่แท้จริงของ เหตุการณ์นั้นคืออะไร
2. การวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึงขั้นพิจารณาความีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของ ปัญหาหรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
3. การเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหา (Production) หมายถึงการหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ ตรงกับสาเหตุปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการสุดท้ายได้ผลลัพธ์ออกมา
4. การตรวจสอบผล (Verification) หมายถึงขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ จากการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาถ้าผลลัพธ์ยังไม่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะ ได้วิธีการที่ดีที่สุด
5. การนำไปประยุกต์ใหม่ (Re-Application) หมายถึงการวิธีการคิดแก้ปัญหาที่ ถูกต้องไปใช้ใน โอกาสหน้าเมื่อพบกับเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยประสบมาแล้วขั้นตอน การคิดแก้ปัญหาของกิล ฟอร์ดมีผู้ให้ความสนใจอย่างกว้างขวางและนักการศึกษาก็นำเอาขั้นตอนนี้ ไปดัดแปลงเพื่อใช้ในการวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับเรื่องการคิดแก้ปัญหาแต่การดัดแปลงและปรับปรุงนั้น ยังมีเค้าโครงส่วนใหญ่เหมือนเดิม

Weir (1974, pp. 16-18) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ลำดับ คือ

1. ขั้นตั้งปัญหาหรือวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา
2. ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ
3. ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน

4. ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนี้เวียร์ได้ให้หลักการแก้ปัญหา (Perception for Solution) 6 ประการซึ่งจะสามารถช่วยในการแก้ไขปัญหาคิดดังนี้

หลักการข้อที่ 1 เริ่มต้นการวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไรทบทวนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งได้รูปแบบที่ครอบคลุมเรื่องทั้งหมดต่อไปคือการแยกแยะปัญหาที่แท้จริงจากสิ่งที่เห็นได้ง่าย จากนั้นให้โยงปัญหาที่ใกล้ตัวเข้ากับปัญหาทั้งหมดซึ่งบางครั้งอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่แฝงอยู่ใน ปัญหา กล่าวโดยสรุปหลักการข้อนี้ก็คือการหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ย่อย ๆ ต่าง ๆ และความเหมาะสมใน กลุ่มของเหตุการณ์นั้น ๆ

หลักการข้อที่ 2 การตัดสินใจในการนิยามปัญหาซึ่งหลักการข้อนี้จะคลี่คลายข้อสงสัยที่ ติดอยู่ในใจซึ่งลักษณะของปัญหาส่วนใหญ่คือเรื่องการให้ความหมายของคำ คือการให้ความหมายที่คำนึงถึง ความเหมาะสมของข้อความมากกว่าความเป็นจริงหลีกเลี่ยง ได้โดยระมัดระวังการนิยามความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

หลักการข้อที่ 3 การเรียบเรียงเหตุการณ์ต่าง ๆ ของปัญหา

หลักการข้อที่ 4 ถ้าพบว่าไม่มีทางหาคำตอบจากวิธีการเดิมให้หาวิธีการใหม่

หลักการข้อที่ 5 หยุดเมื่อติดขัดหรือพบอุปสรรค

หลักการข้อที่ 6 ปรึกษาปัญหากับผู้อื่นซึ่งจะทำให้เกิดแนวคิดต่าง ๆ

จากการศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์จะเห็นว่า ได้พัฒนาขั้นตอนการแก้ปัญหา มาจาก กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา สรุปจากกระบวนการแก้ปัญหาที่กล่าวมานี้จะเห็นว่า มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายอย่างซึ่ง สามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ได้ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. ขั้นตั้งปัญหาหรือวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา
2. ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ
3. ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน
4. ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

2.3.3 องค์ประกอบของกระบวนการการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างที่จะช่วยให้การแก้ปัญหามบรรลุ ได้ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการนักการศึกษาได้กล่าวไว้หลายท่านดังนี้

Johnson and Rising (1969, pp. 107- 110) ให้ความเห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ ทางสมองที่ซับซ้อนซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. การมองเห็นภาพ (Visualizing)

2. การจินตนาการ (Imagining)
3. การจัดทำอย่างมีทักษะ (Manipulation)
4. การวิเคราะห์ (Analyzing)
5. การสรุปในเชิงนามธรรม (Abstracting)
6. การเชื่อมโยงความคิด (Assosiation ideals)

Ausubel (1986, p. 551) กล่าวว่าองค์ประกอบที่ทำให้บุคคลแตกต่างกันในการแก้ปัญหาแบ่งออก ได้ 3 ประการคือ

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชาและความเคยชินในการคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น
 2. การใช้แบบความคิดที่ไวต่อการแก้ปัญหาและความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ
 3. คุณลักษณะทางบุคลิกภาพเช่นแรงขับเคลื่อนในอารมณ์ความวิตกกังวล
- สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 24) กล่าวถึงลักษณะของกระบวนการคิดแก้ปัญหา มีดังนี้
1. การแก้ปัญหาต้องเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมายการกระทำที่ขาดจุดมุ่งหมายไม่นับว่าเป็นการแก้ปัญหา
 2. การแก้ปัญหามีวิธีการหลายวิธีผู้แก้ปัญหาก็ต้องเลือกวิธีการที่มีความเหมาะสม กับความต้องการและความสามารถของตน
 3. วิธีแก้ปัญหาแต่ละปัญหาอาจจะใช้วิธีการที่ต่างกันจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมปัจจัยหรือบริบทที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ
 4. การแก้ปัญหาก็ต้องอาศัยความรู้แจ้งเห็นจริงคือในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งนั้นจะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจก่อนแต่เสียก่อนจึงจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้
 5. การแก้ปัญหาก็เป็นการสร้างสรรค์คือเมื่อแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จจะต้องได้ความรู้ใหม่เกิดขึ้นและผู้แก้ต้องมีสติปัญญาองงามขึ้นด้วย
 6. ปัญหาที่นำมาแก้ก็ต้องไม่เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นประจำเพราะกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นประจำนั้นไม่ถือว่าเป็นปัญหา
 7. กระบวนการที่กระทำไปโดยไม่มีแบบแผนไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา
 8. กิจกรรมที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาก็เดิมไม่ได้ไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา
 9. กิจกรรมที่กระทำไปเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา
 10. การแก้ปัญหาย่อมประกอบด้วยการวิพากษ์วิจารณ์วิเคราะห์และสังเคราะห์

สรุปได้ว่าองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล นั้นคือคุณลักษณะทางบุคลิกภาพพฤติกรรมประสบการณ์และระดับสติปัญญาซึ่งจะทำให้บุคคลมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน

2.3.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ส.วาสนา ประवालพฤษย์ (2538, น. 41-42) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญมากกระบวนการหนึ่งซึ่งหลักสูตรระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในปัจจุบัน จะเน้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนแก้ปัญหาอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอน อาจจะยังไม่เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหามากนักมีวิธีการอย่างหนึ่งกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้า คือการใช้แบบทดสอบไปกระตุ้นโดยใช้แบบทดสอบที่ให้นักเรียนคิดหาคำตอบเองเป็นข้อสอบที่ทำทายความคิด แต่ค่อนข้างยาก โดยข้อสอบจะประกอบด้วยข้อคำถามที่ให้ผู้ตอบพิจารณา คำตอบเอง โดยจะต้องประยุกต์ความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาวางแผนเพื่อแก้ปัญหา ลักษณะของปัญหาจะเป็นปัญหาที่เลียนแบบปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน กล่าวคือจะต้องมีความสมจริงและเป็นไปได้ เพื่อให้การฝึกฝนนั้นมีสภาพคล้ายชีวิตจริงอันเป็นแนวทางการวัดที่เรียกว่าการวัดจากสภาพจริง (Authentic Performance Measurement) การสร้างข้อคำถามอาจทำได้โดยเสนอสถานการณ์ที่ประกอบด้วย ข้อมูล และข้อจำกัดต่าง ๆ ให้นักเรียนพิจารณาแก้ปัญหาโดยพิจารณาตามความสมบูรณ์ของคำตอบในประเด็นนั้น ๆ ในแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหานั้น จะเน้นความสามารถของนักเรียนในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา
2. กระบวนการ และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
3. การสื่อสารอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการแก้ปัญหา

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย โดยการกำหนดสถานการณ์ 4 สถานการณ์ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

กรมวิชาการ (2539, น. 66- 74) ได้กล่าวว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นการวัดทางจิตวิทยา ต้องใช้เครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา ดังนั้นครูจึงควรวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งด้านการทดสอบและสังเกตพฤติกรรม เช่นเดียวกับการประเมินผลการทดสอบอื่น ๆ ซึ่งทางสำนักทดสอบทางการศึกษา ได้เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดที่จะใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสอนของครูซึ่งสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนาด้านการคิดของผู้เรียน การสังเกตการแก้ปัญหาของผู้เรียนมี 2 วิธี คือ การสังเกตแบบไม่ได้ตั้งใจ เช่น เวลาที่ผู้เรียนตอบคำถามหรือในการทำงาน ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ผู้สอนต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณา ส่วนการสังเกตอีกประเภทหนึ่ง คือ การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า ซึ่งช่วยให้สังเกตได้ตรงตาม พฤติกรรมที่ต้องการวัดให้มากขึ้น

2. การประเมินตนเอง หมายถึง การให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง ว่ามีพฤติกรรมในเรื่องการแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ซึ่งการประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็น การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน

3. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้สอนสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรม ของผู้เรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการที่มีการแบ่งแยกการ กระทำหรือการแสดงออกต่าง ๆ ใ่ว่างชัดเจน

4. แบบทดสอบข้อเขียน การทดสอบข้อเขียนเป็นเครื่องมือที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร ผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายว่าจะให้ขั้นตอนละกี่คะแนน

บุญเชิด ภิโณอนันต์พงษ์ (อ้างถึงใน กิตติยา สีอ่อน, 2541, น. 59-60) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้ชัดเจนที่สุด
2. เลือกเครื่องมือวัดให้สอดคล้องและเหมาะสมกับข้อมูลที่วัด
3. ใช้เทคนิคการวัดหลายวิธี
4. ศึกษาจุดเด่นจุดด้อยของเครื่องมือวัดแต่ละชนิด เพื่อให้ใช้ได้ถูกวิธี
5. ระวังความผิดพลาด ความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่อาจเกิดขึ้นจากการวัด ซึ่งอาจเกิดจากธรรมชาติของสิ่งที่วัด คุณภาพของเครื่องมือ ตลอดจนการขาดความชำนาญการขาดความเข้าใจของผู้วัด

2.3.5 เครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาคือความสามารถของบุคคลที่จะแก้ปัญหได้ตามความสามารถของตนเอง ดังนั้นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก็จำเป็นต้องมีวิธีการที่ดี เพื่อให้ได้ผลที่ใกล้ความเป็นจริงมากที่สุด โดยนักการศึกษาที่เสนอหลักการสร้างแบบวัดจากสถานการณ์ ดังนี้

Weir (1974, pp.16-18) ได้เสนอแนวคิดไว้ว่า การสร้างแบบวัดจากสถานการณ์ จำเป็นต้องใช้สถานการณ์เฉพาะเรื่องเป็นตัวนำในการสร้างข้อคำถามแล้วให้ผู้อื่นเลือกข้อที่เหมาะสม ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้น มีข้อเสียก็คือ การอธิบายปัญหาที่ยาว ทำให้เสียเวลาในการอ่าน และบางสถานการณ์ให้ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตอบคำถามได้ ดังนั้นความเชื่อมั่นของข้อสอบจะต่ำกว่าการวัดความรู้โดยตรง การเขียนสถานการณ์ควรระมัดระวังให้สถานการณ์ชัดเจนรัดกุม ให้ข้อมูลเพียงพอที่จะตอบคำถาม ซึ่งเป็นการลดปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เข้าสอบและประหยัดเวลาในการทำแบบข้อสอบ โดยหลักการสร้างแบบวัดจากสถานการณ์มีแนวปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรม คุณลักษณะที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน
2. เลือกข้อความหรือสถานการณ์ที่มีความยากพอเหมาะกับระดับชั้นของผู้เรียน สถานการณ์ที่ใช้ถามจะต้องไม่ลำเอียงต่อเด็กกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ
3. พยายามเขียนคำถามเพื่อถามตามสถานการณ์นั้น ตามพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่ต้องการจะวัด ซึ่งการเขียนสถานการณ์และเขียนข้อคำถามมีข้อควรคำนึง ดังนี้
 - 3.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น ควรจะเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ จริง ๆ กับบุคคลหรือกลุ่มตัวอย่างนั้น
 - 3.2 ความเข้มหรือความรุนแรงของสถานการณ์ควรอยู่ในระดับกลางๆ ไม่สร้างความเครียดให้เกิดขึ้นแก่ผู้อ่าน หรือผู้ตอบมากเกินไป
 - 3.3 ข้อมูลหรือสาระสำคัญที่กำหนดให้จะต้องเพียงพอการตัดสินใจในทิศทางหรือจุดประสงค์ในการวัดการตัดสินใจ

Weir (1974, pp.16-18) ได้อธิบายลักษณะของแบบวัดจากสถานการณ์และหลักการการเขียนข้อคำถามโดยมีแนวปฏิบัติดังนี้

1. กรณีเป็นแบบวัดที่มีสถานการณ์มาให้ ควรถามความคิดเห็นของผู้ตอบเกี่ยวกับการกระทำของตัวละครในสถานการณ์ว่าเห็นด้วยหรือไม่ ถ้าหากเป็นผู้ตอบจะทำเหมือนตัวละครในสถานการณ์นั้นหรือไม่ โดยในหลักการเขียนข้อคำถามไม่ควรถามตรง ๆ แต่ควรถามให้เกี่ยวพันอ้างอิงเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่กำหนดไว้และไม่ควรถามนอกเรื่องที่ไม่ได้ใช้ข้อความในสถานการณ์นั้นมาช่วยตอบ หรือไม่ ควรถามในกรณีที่ถ้าไม่มีสถานการณ์นั้นแล้วก็สามารถตอบคำถามนั้นได้
2. กรณีเป็นแบบวัดที่กำหนดสถานการณ์พร้อมกับกำหนดทางเลือกมาให้ 3-4 แนวทางแล้วให้ผู้ตอบเลือกตอบ มีหลักการที่สำคัญในการเขียนข้อคำถามคือ ควรเลือกเฉพาะเนื้อหาหรือความรู้ที่เป็นตัวแทนที่มีความสำคัญต่อวิชานั้นมาถาม ไม่ควรนำเรื่องปลีกย่อยหรือรายละเอียด

ปลีกย่อยของรายวิชามาตั้งเป็นสถานการณ์และไม่ควรถามด้วยการหลอกเพื่อให้ผู้ตอบตกลง ด้วยเรื่องไร้สาระโดยคำถามที่ใช้อาจมี 2 ลักษณะ ได้แก่

2.1 คำถามที่ถามให้นักเรียนประเมินสถานการณ์การประเมิน หมายถึงการพิจารณาตัดสินใจว่า ควร-ไม่ควร ดี-ไม่ดี เหมาะสม-ไม่เหมาะสม ใช้ได้-ใช้ไม่ได้ ถูกต้อง-ไม่ถูกต้อง และรวมถึงกรณีที่ไม่อาจตัดสินใจได้

2.2 คำถามที่ให้นักเรียนระบุแนวทางที่ตนเองจะปฏิบัติถ้าหากตนเองเป็นผู้หนึ่งที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ตนจะปฏิบัติอย่างไร

3. กรณีที่เป็นสถานการณ์ถามแนวทางประพุดติหรือปฏิบัติกิจกรรมเรื่องราวต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้ ควรถามพฤติกรรมตรง ๆ ว่าผู้ตอบเคยปฏิบัติมาก น้อย เพียงใด ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือ สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ควรเกิดขึ้นในชีวิตจริงและเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

สุคราตรี ไชยเลิศ (2553, น. 17-31) ได้ศึกษาหลักการสร้างแบบวัดจากสถานการณ์ตามแนวคิดของเวียร์ ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของแบบวัดจากสถานการณ์จากแนวคิดการแก้ปัญหาของเวียร์ไว้ดังนี้

ข้อดีของแบบวัด

1. แบบวัดจากสถานการณ์เป็นแบบทดสอบที่แสดงถึงฝีมือ หรือความสามารถของผู้เขียนข้อสอบว่าสามารถนำความรู้ที่เรียนมาผนวกกับเงื่อนไขในสถานการณ์ที่กำหนดได้ดีเพียงใด

2. สามารถวัดความรู้ขั้นสูงทั้งด้านสมรรถภาพทางสมอง และด้านจิตพิสัย

3. เราใจผู้ตอบให้ติดตามเพราะได้อ่านเรื่องราวและได้คิดมากกว่าข้อสอบประเภทอื่น ๆ

4. สร้างความยุติธรรมให้แก่ผู้เข้าสอบทุกคน เพราะได้อ่านสถานการณ์เดียวกันทั้งหมดไม่มีใครได้เปรียบหรือเสียเปรียบ

ข้อจำกัดของแบบวัด

1. การเขียนคำชี้แจงของแบบวัดจากสถานการณ์ ต้องพึงระวังเป็นพิเศษต้องชี้แจงให้ผู้เข้าสอบใช้สถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นหลักถึงจะผิดแปลกจากความเป็นจริงก็ต้องตอบตามนั้น

2. สร้างค่อนข้างยาก ผู้เขียนข้อสอบจะต้องเลือกสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันและไม่เข้มมากเกินไป และจะต้องล้วงลึกเฉพาะสถานการณ์ที่กำหนดให้เท่านั้น

3. เกณฑ์การให้คะแนนค่อนข้างทำได้ยาก ดังนั้นเพื่อให้ผู้ตรวจมีความเข้าใจที่ตรงกันควรมีรูปกรในการให้คะแนนที่ชัดเจน

การวัดความสามารถในการการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามแนวคิดการแก้ปัญหาของเวียร์ จำเป็นต้องสร้างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงกับบุคคลหรือกลุ่มตัวอย่าง ไม่ควรอิงเนื้อหารายวิชามาตั้งเป็นสถานการณ์และไม่ควรถามด้วยคำถามลวงหลอกด้วยเรื่องไร้สาระ ผู้สร้างจะต้องเลือกสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันหรือ สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ให้มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้น ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

2.4.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 35) ได้สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่าเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ด้านสติปัญญาหรือความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ยึดแนวทางของ Klopfer ในการประเมินผลการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ ความคิด แบ่งได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ
2. ด้านความเข้าใจ
3. ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2537, น. 71) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมซึ่งแสดงออกมา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

ล้วน สายยศ (2539, น. 20) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอน วัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

บุญชม ศรีสะอาด (2541, น. 150) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลการเรียนที่ได้จากการสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ภพ เลหาไปบุลย์ (2542, น. 329) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมแสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, น. 53) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548, น. 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549, น. 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาจึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง มวลความรู้ความสามารถ ที่ได้รับมาจากกิจกรรมการเรียนการสอน การฝึกปฏิบัติอบรม และรวมถึงประสบการณ์ทั้งในและนอกโรงเรียน ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อันจะส่งผลให้ทราบว่าผู้เรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้หรือไม่ และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ 1) ด้านพุทธิพิสัย 2) ด้านจิตพิสัย 3) ด้านทักษะพิสัย

2.4.2 จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, น. 29-30) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้อะไรบ้างและมีความสามารถด้านใด มากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมการจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด

อรุณี ศรีวงษ์ชัย (2551, น. 49-50) กล่าวว่า เป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้างและมีความสามารถด้านใด มากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนในด้านพุทธิพิสัย ที่เป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา สามารถทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (Performance test) ซึ่งเป็นการประเมินผลพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การสอบแบบปากเปล่า (Oral test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคลซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ที่ต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่างๆ เช่น การสอบปริญญานิพนธ์ ที่ต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่างๆ การสอบปากเปล่าสามารถวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามที่ต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนความ (Paper-Pencil test or Written test) เป็นการสอบวัดโดยให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ที่มีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free Response Type) ได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Essay Test)

2.2.2 แบบจำกัดคำถาม (Fixed Response Type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบหรือการวัดผลพฤติกรรมของผู้เรียนว่าบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของ การเรียนหรือไม่ ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งในด้านการปฏิบัติ และวัดด้านเนื้อหา โดยเลือกวัดให้ตรง ตามจุดมุ่งหมายและธรรมชาติ หรือตามลักษณะวิชาที่เรียน

2.4.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bloom (1976, p. 139) กล่าวว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีอยู่ 3 ตัวแปร คือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Entry Behaviors) หมายถึง ความรู้ความสามารถและทักษะต่างๆ ของผู้เรียนที่มีมาก่อน

2. คุณลักษณะทางจิตใจ (Affective Entry Characterizations) หมายถึง ประสิทธิภาพ การเรียนการสอนที่นักเรียนเกิดความอยากรู้ในสิ่งใหม่ๆ ได้แก่ ความสนใจในวิชาที่เรียน เจตคติที่ เนื้อหาและสถาบันให้การยอมรับความสามารถของตนเอง เป็นต้น

3. คุณภาพการเรียนการสอน (Quality of Instruction) หมายถึง ประสิทธิภาพ การเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับ ได้แก่ คำแนะนำการปฏิบัติและแรงเสริมของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียน เป็นต้น

กรองแก้ว วรณพฤกษ์ (2555, น. 45-46) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียน ไว้ดังนี้

1. คุณลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมทางสมองและความพร้อมทาง สติปัญญา ความพร้อมทางด้านร่างกายและความสามารถทางด้านทักษะของร่างกาย คุณลักษณะ ทางจิตใจซึ่งได้แก่ ความสนใจ แรงจูงใจ เจตคติ และค่านิยมสุขภาพความเข้าใจเกี่ยวกับตนเองความ เข้าใจในสถานการณ์ อายุ และเพศ

2. คุณลักษณะของผู้สอน ได้แก่ สติปัญญา ความรู้ในวิชาที่สอน การพัฒนาความรู้ ทักษะทางกาย คุณลักษณะทางจิตใจ สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์ อายุ และเพศ

3. พฤติกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนจะต้องมี พฤติกรรมที่มีความเป็นมิตรต่อกัน เข้าอกเข้าใจ ความสัมพันธ์กันดี มีความรู้สึกที่ดีต่อกัน

4. คุณลักษณะของกลุ่มผู้เรียน ได้แก่ โครงสร้างของกลุ่มตลอดจนความสัมพันธ์ ของกลุ่มเจตคติ ความสามัคคี และภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดีของกลุ่ม

5. คุณลักษณะพฤติกรรมเฉพาะตัวได้แก่การตอบสนองต่อการเรียนการมี เครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมในการเรียน ความสนใจต่อบทเรียน

6. แรงผลักดันภายนอกได้แก่ บ้านมีความสัมพันธ์ระหว่างคนในบ้านดี สิ่งแวดล้อมดี มีวัฒนธรรม และคุณธรรมพื้นฐานดี เช่น ขยันหมั่นเพียร ความประพฤติดี

สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์จะเกิดความสำเร็จได้นั้น นอกจากจะต้องอาศัย ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้องแล้ว เรื่องของเทคนิคการตั้งคำถามเพื่อการวิเคราะห์ก็มีความสำคัญที่ไม่ยิ่งหย่อนกว่ากัน โดยที่องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะทำงานประสานสัมพันธ์กัน อย่างกลมกลืนในทุกๆ ขั้นตอนของกระบวนการคิดวิเคราะห์ ส่วนประกอบทั้งสองส่วนจะต้องไปด้วยกัน ลักษณะของผู้เรียนและผู้สอน ปัจจัยทั้งภายนอกและภายใน รวมทั้งประโยชน์อย่างสมบูรณ์ จึงจะเกิดขึ้นได้

2.4.4 ลักษณะของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, น. 29-30) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัยซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา ให้ทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่การปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหาเป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบปากเปล่า (Oral test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคลซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกต่างๆ เช่น การสอบปริญญานิพนธ์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่างๆ การสอบปากเปล่าสามารถวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามที่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ (Paper-pencil Test or Written Test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free Response Type) ได้แก่การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบอัตนัยหรือข้อสอบความเรียง (Essay Test)

2.2.2 แบบจำกัดคำตอบ (Fixed Response Type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ซึ่งมีรูปแบบของคำถาม คำตอบอยู่ 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง (Alternative) 2) แบบจับคู่ (Matching) 3) แบบเติมคำ (Completion) และ 4) แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 110-114) กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านวิชาการตามหลักของคลอเฟอร์ วัดจากพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้

2. ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและการดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ

3. ด้านจิตพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คารินและซันด์ได้เสนอวิธีการวัดผู้ที่มีพฤติกรรมด้านเจตคติวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป วัดด้วยแบบมาตราประมาณค่า

บุษกร พรหมหล้าวรรณ (2549, น. 37) ได้แบ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอนซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบคือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปของการกระทำจึงให้ออกเป็นกลุ่มงานเช่นวิชาศิลปศึกษาพลศึกษาการช่าง เป็นต้นการวัดแบบนี้ต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาการเปลี่ยนแปลงประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนรวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆสามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้านคือ

2.1 ด้านความรู้ความคิดพฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับกระบวนการต่างๆทางด้านสติปัญญาและสมองประกอบไปด้วยพฤติกรรม 6 ด้าน

2.2 ด้านความรู้สึกพฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับ การเจริญเติบโตและพัฒนาการในด้านความสนใจคุณค่าความซาบซึ้งและ 7 คติต่าง ๆ ของระเบียบกลบ

2.3 ด้านการปฏิบัติการพฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติและการดำเนินการเช่นการทดลอง เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า ลักษณะของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ การวัดด้านการปฏิบัติและการวัดด้านเนื้อหา ซึ่งการวัดด้านเนื้อหา จะมีลักษณะการวัดได้ 2 วิธี คือ การสอบแบบปากเปล่าและการสอบแบบให้เขียนตอบ ผู้วิจัยเลือกใช้การสอบแบบให้เขียนตอบที่มีการจำกัดคำตอบที่เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

2.4.5 การวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์เป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัด การเรียนรู้ในภาพรวม การประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วย การประเมินความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติ วิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน วิทยาศาสตร์ซึ่งความก้าวหน้าด้านต่างๆ ของผู้เรียนจะส่งผลต่อจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมาตรฐานการเรียนรู้ที่สถานศึกษากำหนดไว้ การวัดและประเมินผล ตัวผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงวัดและประเมิน 2 แนวทางคือการวัดและประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of

Educational Objectives ของ Bloom และ การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) พฤติกรรมที่ต้องการทำการวัดประเมินผู้เรียนดังนี้

2.4.5.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้ จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละสิบของข้อสอบทั้งหมด

2.4.5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การแปลความ การตีความสร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนมีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ การอธิบายชี้แนะ การจำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความเขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความเห็น อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

2.4.5.3 ด้านการนำไปใช้ เป็นการวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้ หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม การเขียนคำถามในระดับนี้อาจเขียนคำถามความสอดคล้องระหว่างวิชาและการปฏิบัติ ถามให้อธิบาย หลักวิชา ถามให้แก้ปัญหา ถามเหตุผลของภาคปฏิบัติ

2.4.5.4 ด้านการวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจงรายละเอียดของเรื่องราว ความคิด การปฏิบัติออกเป็นระดับย่อยๆ โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงและคุณสมบัติบางประการ คำถามระดับการวิเคราะห์ แบ่งออก 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

2.4.5.5 ด้านการสังเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวมและผสมผสานในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวปลีกย่อย ของข้อมูลสร้างเป็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ความสามารถดังกล่าวเป็นพื้นฐานของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำถามระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

2.4.5.6 ด้านการวัดและประเมินค่า เป็นการวัดความสามารถในการสรุปค่าหรือตีราคา เกี่ยวกับเรื่องราว ความคิด พฤติกรรมว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม เพื่อหาจุดประสงค์บางประการมาอ้าง โดยใช้เกณฑ์ภายในและการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ภายนอก

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผล ตัวผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงวัดและประเมินได้ 2 แนวทางคือ การวัดและประเมินผลตามคู่มือ ของ Bloom และ การประเมินตามสภาพจริง ดังนี้ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์

5) ด้านการสังเคราะห์ และ 6) ด้านการวัดและประเมินค่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ จะ เป็น ไป ตาม ผล การ เรียน รู้ ที่ คาด หวัง ราย วิชา เคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ซึ่ง ผู้ วิจัย ใช้ เป็น แนวทาง ในการ วัด ผล สัมฤทธิ์ การ เรียน ราย วิชา เคมี ในการ วิจัย ครั้ง นี้

2.4.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, น. 29) ได้ให้ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนว่า ผู้เรียนเรียนแล้วได้อะไรบ้าง และมีความสามารถแต่ละด้านมากน้อยเพียงใด เช่น พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่าอยู่ในระดับใด การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัย

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, น. 147) ได้อธิบายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ ความสามารถทางวิชาการ และสมรรถภาพด้านสมองของผู้เรียน ว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

2.4.7 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 195) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

1. ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง
3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าคุณสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป

6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ชวาล แพร์ตกุล (2518, น. 123-136) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูงคือแบบทดสอบที่วัดได้อย่างถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย

2. ต้องยุติธรรม (Fair) ลักษณะโจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดาคำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่จะดูตำราแต่ตอบได้ดี

3. ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ่งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าที่จะวัดตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด

4. ต้องช่วยเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิด

5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าครูถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ

6. ต้องเป็นปรนัย (Objective) ทั้งคำถาม วิธีการให้คะแนน และการแปลความหมายของการให้คะแนน

7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือสามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือ

8. ต้องมีความยากพอเหมาะ (Difficulty)

9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแยกประเด็นออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดไปถึงแก่ที่สุด

10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน
 เยาวดี วิบูลย์ศรี (2528, น. 47-48) ได้กล่าว ถึงคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. เนื้อหาหรือทักษะที่ครอบคลุมในแบบทดสอบนั้นจะต้องเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้แบบทดสอบวัดนั้น ถ้านำไปเปรียบเทียบกับกัน จะต้องให้ทุกคนมีโอกาสเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นได้ครอบคลุมและเท่าเทียมกัน

3. วัดให้ตรงกับจุดประสงค์ทุกอย่างของการสอน และต้องมั่นใจว่าได้วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้จริง

4. การวัดผลเป็นการวัดทางอ้อม เป็นการยากที่จะใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบวัดพฤติกรรมตรง ๆ ของบุคคลได้ สิ่งที่วัดได้คือการตอบสนองของข้อสอบ ดังนั้นการเปลี่ยนวัตถุประสงค์ให้เป็นพฤติกรรมที่จะสอบจะต้องทำอย่างรอบคอบและถูกต้อง

5. ต้องมั่นใจว่าการวัดผลสิ่งนั้นเป็นตัวแทนที่แท้จริงได้

6. การวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนางานการสอนของคุณ

7. ทดสอบเสร็จต้องมีการสอนเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหา

8. ควรใช้คำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

9. ให้ข้อสอบมีความเหมาะสมกับนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ความยากง่ายและเวลาในการทำแบบทดสอบ

จากการศึกษาสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัยสูง มีความยากง่ายพอเหมาะ มีอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

2.4.8 หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก กัททิษณี (2546, น. 64-77) ได้สรุปหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์และชัดเจนในเนื้อหา

2. เน้นเรื่องที่จะถามให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือ และมีความเป็นปรนัย

3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด ไม่ควรถามเฉพาะความจำตามตำรา

4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธ

5. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง ให้รัดกุม และชัดเจนขึ้น
 6. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพจน์ ให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง
 7. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำถามที่เป็นตัวเลขนิยมเรียงจากน้อยไปมาก

8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดและปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ ตัวเลือกสุดท้ายใช้คำว่า ไม่มีคำตอบถูก ที่กล่าวมาผิดหมดทุกข้อ และสรุปแน่นอนไม่ได้

9. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียวและต้องสร้างข้อตัวลวงให้รัดกุม

10. เขียนตัวถูกและตัวผิดให้ถูกต้องตามหลักวิชา เช่น ให้สอดคล้องกับความเชื่อของสังคม หรือ คำพังเพยทั่ว ๆ ไปไม่ได้ เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนทราบความจริงตามหลักวิชาเป็นสำคัญจะนำความเชื่อมาอ้างอิงไม่ได้

11. เขียนตัวเลือกให้อิสระจากกัน พยายามอย่าให้ตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งเป็นส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

12. อย่าแนะนำคำตอบให้มีหลายกรณี เช่น การใช้ข้อความคำตอบที่ถูกซ้ำกับคำถาม หรือเกี่ยวข้องกันอย่างเห็นได้ชัดเจน

บุญเชิด ภิญ โญอนันตพงษ์ (2526, น. 21-30) กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1. พิจารณาถึงจุดประสงค์ของการนำแบบทดสอบไปใช้ ซึ่งจำเป็นต้องเรียนรู้ก่อนว่าเรานำแบบทดสอบไปใช้เพื่ออะไรและต้องสัมพันธ์กับการสอน เช่น การตรวจสอบความรู้เดิมเพื่อวินิจฉัยถึงข้อบกพร่อง และตรวจสอบความก้าวหน้าหลังเรียน

2. พิจารณาถึงเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันกับเนื้อหาที่เรียน เช่น การวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ ความยากง่ายของเนื้อหา

3. สร้างข้อสอบโดยศึกษาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์เพื่อสร้างเป็นฉบับทดลอง

4. นำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์ประเมินผลของแบบทดสอบ เช่น ความเที่ยงตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น

5. ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบและสร้างแบบทดสอบฉบับจริง

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 59-61) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหา โดยการวิเคราะห์ดูว่ามีเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ แล้วพิจารณาว่าต้องออกข้อสอบเกินไว้หัวข้อละไม่ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์เพราะเมื่อนำไปทดสอบและวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้วจะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก จะได้ไม่น้อยกว่าข้อที่ต้องการจริง

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ

4. สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

5. ตรวจสอบข้อสอบโดยการพิจารณาข้อคำถามและตัวเลือกอีกครั้งโดยเฉพาะด้านความถูกต้องตามหลักวิชาและภาษาที่ใช้เขียน

6. นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ไม่ต่ำกว่า 3 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์

7. ทดลองใช้ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบแล้วนำไปปรับปรุง

8. สร้างแบบทดสอบฉบับจริง โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์มาสร้างเป็นแบบทดสอบฉบับจริง

จากการศึกษาสรุปได้ว่าหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความสมบูรณ์และชัดเจนในเนื้อหา ตรงตามจุดประสงค์ของการนำแบบทดสอบไปใช้ และผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์

2.4.9 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดว่านักเรียนมีพฤติกรรมต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ มากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

ไพศาล หวังพานิช (2526, น. 89) กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ 2 แบบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่สอน ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถและทักษะในการปฏิบัติของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนแสดงความสามารถในรูปแบบการกระทำจริง การวัดแบบนี้ต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องเกี่ยวกับเนื้อหาของวิชาอันเป็นประสบการณ์และพฤติกรรมของนักเรียนรวมทั้งความสอดคล้องด้านต่างๆ การวัดแบบนี้ต้องใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เนื่องจากการวัดและการประเมินผลเป็นการพิจารณาถึงความสามารถของนักเรียน ในการวัดและประเมินผลของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เป็นการวัดและการประเมินผลซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 110-114) กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านวิชาการตามหลักของ คลอเฟเฟอร์ วัดจากพฤติกรรม 4 ด้าน
2. ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและการดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ
3. ด้านจิตพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คารินและซันด์ได้เสนอวิธีการวัดผู้ที่มีพฤติกรรมด้านเจตคติวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป วัดด้วยแบบมาตราประมาณค่า

Bloom (1976, p. 139) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตคติพิสัย และด้านทักษะพิสัย สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้นเป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความคิด ความคิด พฤติกรรมที่แสดงออกทางด้านนี้จะบ่งบอกถึงความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งแบ่งออกได้เป็น ชั้นเรียงลำดับจากต่ำไปสูง ดังนี้

1. ความรู้ (Knowledge) เป็นเรื่องที่ต้องการรู้ที่นักเรียนระดับได้จำข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงได้ เพราะข้อเท็จจริงบางอย่างมีค่าต่อการเรียนรู้
2. ความเข้าใจ (Comprehension) แสดงถึงระดับความสามารถการแปลความ การตีความ และขยายความในเรื่องราวและในเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น การจับใจความ การอธิบายความหมาย การอธิบายเนื้อหาได้
3. การนำไปใช้ (Application) ต้องอาศัยความเข้าใจเป็นพื้นฐานในการช่วยตีความของข้อมูล เมื่อต้องการทราบว่าคุณมุนั้นมีประเด็นสำคัญอะไรบ้าง ต้องรู้จักการเปรียบเทียบแยกแยะความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้เหตุผลพิจารณา
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นทักษะทางปัญญาในระดับที่สูง จะเน้นการแยกแยะข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ และพยายามมองหาส่วนประกอบของความสัมพันธ์และการจัดรวบรวม Bloom ได้แยกจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับ คือ การพิจารณาหรือจัดประเภทองค์ ประกอบ การสร้างความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันระหว่างองค์ประกอบนั้น ๆ และการคำนึงถึงหลัก การที่ได้จัดรวบรวมไว้
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการนำเอาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่แยกแยะกันแล้วนั้นนำมารวมกันในรูปแบบใหม่ ถ้าสังเคราะห์ได้ดีก็แสดงว่าประเมินได้

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นการใช้เกณฑ์และมาตรฐานเพื่อพิจารณาจุดมุ่งหมายว่าเป็นไปตามสิ่งที่ต้องการไว้หรือไม่ ซึ่งเกณฑ์และมาตรฐานเป็นแนวทางในการตัดสินคุณค่า

จากการศึกษาสรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของนักเรียนตามจุดมุ่งหมาย และให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิสัย ด้านเจตคติพิสัย และด้านทักษะพิสัย นำไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า

2.5 บริบทโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ตั้งอยู่เลขที่ 59 ถนนแจ้งสนิท หมู่ที่ 16 ตำบลหนองสิม อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขตที่ 26 เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาแบบสหศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดกรมสามัญศึกษากระทรวงศึกษาธิการ จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2514 มีพื้นที่ทั้งหมด 50 ไร่ 17.20 ตารางวา (วิชาการโรงเรียนบรบือวิทยาคาร, 2561)

2.5.1 วิสัยทัศน์

มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดีมีปัญญา สุขภาพดีมีศักยภาพ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.5.2 พันธกิจ

2.5.2.1 พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และนำ หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการในทุกวิชา

2.5.2.2 พัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน มีสุขภาพดีมีศักยภาพ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อประกอบด้วยอาชีพ ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

2.5.2.3 พัฒนาระบบการบริหารจัดการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน ระดมทรัพยากรทางการศึกษาจากทุกภาค ส่วนให้มีส่วนร่วม เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้สามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.3 เป้าประสงค์

2.5.3.1 เพื่อให้ให้นักเรียน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร มีความรู้คู่คุณธรรม น้อมนำหลักปรัชญา ของเศรษฐกิจพอเพียง

2.5.3.2 เพื่อให้นักเรียนโรงเรียนบรือวิทยาการมีสุขภาพดีมีศักยภาพ และทักษะพื้นฐาน ในการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.5.3.3 โรงเรียนบรือวิทยาการมีการบริหารอย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.4 ศักยภาพของโรงเรียน

ปีการศึกษา 2561 นักเรียนโรงเรียนบรือวิทยาการ เปิดสอนตาม โครงการ EIS (English for Integrated Studies) และหลักสูตร โครงการบริหารห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์โดยความร่วมมือกับ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในด้านการส่งเสริมสร้างคุณธรรมนักเรียน คุณทุกคนระลึกอยู่เสมอว่า บุตรหลานของท่าน เป็นดั่งแก้วตาดวงใจของผู้ปกครอง พวกเราจึงเอาใจใส่ดูแลนักเรียนทุกคนอย่างใกล้ชิดโดยน่านโยบาย สพฐ. ระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนมาใช้อย่างเข้มแข็ง จัดครูที่ปรึกษาดูแลนักเรียนเป็น รายบุคคลคัดกรองส่งเสริมแก้ไขปัญหาให้โรงเรียนมีนโยบายให้ทุกคนออกเยี่ยมบ้านนักเรียนอย่าง ต่อเนื่องประสานเครือข่ายกำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน สร้างเครือข่ายแกนนำนักเรียนประจำหมู่บ้าน เพื่อดูแลลูกหลานให้ทั่วถึงและช่วยเหลือ ได้ทันทั่วทั้งที่โรงเรียนได้จัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 และได้ จัดให้นักเรียนได้เลือกวิชาเพิ่มเติม นอกจากนี้ยังจัดให้นักเรียนได้เรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ประกอบด้วยการจัดกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ กิจกรรมบังคับ และกิจกรรมชุมนุมที่ให้นักเรียนได้เลือกตามความสนใจ ความถนัดของนักเรียน โรงเรียนมีสิ่งอำนวยความสะดวกนักเรียนมากมาย มีระบบไฟฟ้า ประปา บาดาล โทรศัพท์ โทรสาร รวมทั้งสัญญาณดาวเทียม และระบบสื่อสารอื่น ๆ มีสนามกีฬาที่ได้มาตรฐาน อุปกรณ์กีฬา ครบถ้วน การจัดสร้างสวนหย่อมมีบรรยากาศที่ร่มรื่น แผนการพัฒนาโรงเรียนในอนาคต โรงเรียนในอนาคต โรงเรียนมุ่งพัฒนาโรงเรียนในทุก ๆ ด้านควบคู่ไปโดยจัดให้ทุกห้องเรียนมีเครื่องเสียง โปรเจ็คเตอร์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) เพื่อ การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ e-Book, E-learning, EDLTV มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Wi-Fi) ครอบคลุมทุกพื้นที่ในโรงเรียน จัดสร้างห้องสมุดเป็นแหล่งเรียนรู้อาเซียนศึกษา มีโครงการพัฒนา ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การส่งเสริมการอ่าน ตะลุยโจทย์ ทักษะพิชิต O-NET, GAT, PAT สอบ Pre-ONET, การจัดทำ คู่มือการใช้หลักสูตร,การวิเคราะห์ หลักสูตร และตัวชี้วัด เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ตลอดจนการวัดผลประเมินผลที่มี ประสิทธิภาพ โดยการส่งเสริมให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาได้รับการอบรมเทคนิคการสอน อุปกรณ์ต่าง ๆ มีการจัดตั้งระบบข้อมูลสารสนเทศ มีวารสารประชาสัมพันธ์เพื่อเป็นการสนับสนุน การพัฒนาคุณภาพการศึกษาของ

นักเรียนให้สูงขึ้น ภาพอนาคต โรงเรียนมีความมุ่งที่จะพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพ เป็นคนดีมีความรู้และ สามารถนำความรู้ไปใช้ในสังคมได้อย่างมีความสุขตามอัตภาพ โดยให้มีองค์ประกอบที่เป็น คุณลักษณะอันพึงประสงค์ คือ มีวินัย ใฝ่ เรียนรู้ ชูคุณธรรม นา ก็พร้อมพัฒนาสังคม

2.5.5 สภาพปัญหา

จากการประเมินคุณภาพภายนอกประจำปี 2554-2560 พบข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาด้านการจัดการศึกษาผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีทักษะการคิดอย่างเป็นกระบวนการผู้เรียน ควรได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้น ด้วยการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่แท้จริง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติมประสิทธิภาพ สถานศึกษาควรมีการพัฒนาเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ด้วยการศึกษาวิเคราะห์และวิจัยอย่างจริงจังเกี่ยวกับปัจจัยการศึกษาทั้งทางด้านผู้เรียน กระบวนการเรียนการสอนและด้านอื่น ๆ กระบวนการพัฒนาต่าง ๆ ด้านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีกิจกรรมที่หลากหลายพัฒนาสมองของผู้เรียน รวมทั้งความสามารถในการใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ การสร้างแรงจูงใจและใช้สื่อนวัตกรรมทำให้กระบวนการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลายและปัญหาต่าง ๆ สะท้อนศักยภาพที่แท้จริงของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และนำผลการประเมินของผู้เรียนมาปรับปรุงแก้ไข จัดการเรียนการสอน การวิจัยในชั้นเรียน โดยการนำปัญหาจากกระบวนการเรียนการสอนและปัญหาต่าง ๆ ของผู้เรียนมาทำการวิจัยเพื่อศึกษาค้นคว้าแนวทางวิธีการ เทคนิค สื่อ เครื่องมือ และนวัตกรรมที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพ (ผลการประเมินคุณภาพภายนอก, 2558)

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศไทย

กมลฉัตร กล่อมอ้อม (2560, น. 334-348) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระชายเงิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เพื่อให้ได้ ห้องเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ ป.4/1 และ ป.4/2 แล้วทำการสุ่มอย่างง่าย อีกครั้งหนึ่งด้วยการจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และ

กลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 4 แผน และ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจากการวิจัยของกมลฉัตร กล่อมอ้อม พบว่า (1) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2558, น. 133-134) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วัดคุณภาพประสภผลการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 28 คน เครื่องมือในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการศึกษาพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 79.73/78.69 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชญลักษณ์ เจริญพงศ์ชนกุล (2557, น. 12) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ STEM Education ร่วมกับการใช้ชุดสื่อ โมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ 84.50 / 87.76 นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัยที่ตั้งไว้ที่ระดับค่านัยสำคัญ 0.05

สุกัญญา สุโข (2558, น. 45) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองผึ้งวิทยาคาร ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ 77.98/76.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

พัชร อินทปัญญา และคณะ (2557, น. 1-6) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรม วิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.22-0.78 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.21-0.71 และค่าความเชื่อมั่น 0.71 และแบบประเมินเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ จากผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทฤษฎี และสามารถนำความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ 2) นักเรียนร้อยละ 79.35 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดได้คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีคะแนนเฉลี่ย 22.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.37 และมีคะแนนก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 3) คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

นงนุช เอกตระกูล (2557, น. 31) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังที่ได้รับการสอน โดยใช้ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM Education ในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากการทำวิจัย ผู้วิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิทยาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิทยาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558, น. 401-418) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพัคณภูมิพิทยาคาร อำเภอพัคณภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน

102 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบ กลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิตยา กุษาบาง (2559, น. 92) ใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง สามารถพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ จากการเปรียบเทียบคะแนน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในกิจกรรมที่ 1 และ กิจกรรมที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้ง มันสำปะหลังในกิจกรรมที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสูงกว่ากิจกรรมที่ 1

นุรอาศีกิน สาและ และคณะ (2559, น. 42-53) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุวรรณไพบูลย์ จังหวัดปัตตานี จำนวน 21 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 13 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการหาค่าคะแนนพัฒนาการ (Growth Score) จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.10 และหลังการจัดการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.71 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 47.62 อยู่ในระดับสูง นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.67 หลังการจัดการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.24 นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังการจัดการเรียนรู้ในระดับดี และนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้ในระดับค่อนข้างดี และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับมาก

อาทิตยา พูนเรือง (2559, น. 376) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษา พบว่า จากการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

2.6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Han (2012, pp. 1089-1113) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ว่าส่งผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างไร โดยตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้การบูรณาการสะเต็มผ่านการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมาก่อนหน้านี้และมีการปรับปรุงทุกๆ 6 เดือนตลอดระยะเวลา 3 ปี อีกทั้งครูผู้สอนยังได้เข้าร่วมรับการพัฒนาสู่การเป็นครูมืออาชีพทางด้านสะเต็มอีกด้วย ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ส่งผลให้ ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และมีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ และยังส่งผลให้ช่วยลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกด้วย

Scott (1970, p. 30) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของ STEM ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา ในการพยายามเพื่อเตรียมความพร้อมแก่นักเรียนสำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในหลายๆ โรงเรียนได้มีการออกแบบแผนและดำเนินการนำไปใช้แล้ว แต่อีกหลายๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผน จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เข้าร่วม และนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังระบุอีกว่า หากพวกเขาได้รับโอกาสและการสนับสนุนส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตและฝึกงานจริง หรือให้รับผิดชอบทำโครงงานขึ้นมาสักชิ้น เพื่อใช้ขอสำเร็จการศึกษา พวกเขา ก็สามารถสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน

Dowey (2013, pp. 151-152) ได้ศึกษาเจตคติ ความสนใจและการรับรู้ความสามารถของตนเองต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นชนกลุ่มน้อยในประเทศสหรัฐอเมริกา : ศึกษาเฉพาะในกลุ่มของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยมีจุดประสงค์ของงานวิจัย 1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของความแตกต่างทางเชื้อ

ชาติและความสามารถทางวิชาการที่มีต่อเจตคติและความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และ 2) เพื่อศึกษาปัจจัยภายนอก เช่น พื้นฐานทางครอบครัว โรงเรียน เพื่อน และชุมชน และปัจจัยภายในที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านวิทยาศาสตร์ และทำการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสำรวจที่สร้างตามวิธีของ Likert จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชนกลุ่มน้อยชาวเอเชียและชาวฟิลิปปินส์ มีเจตคติและความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าชาติพันธุ์อื่น ๆ รองลงมาคือชาวลาตินอเมริกัน และยังชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการให้กำลังใจและสนับสนุนส่งเสริมต่อครอบครัวนั้น มีการรับรู้ตามความสามารถของตนเองทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

Erdogan et al. (2016, pp. 2139-2154) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โครงการเป็นฐาน ว่าส่งผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างไร กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 565 คน จากโรงเรียนมัธยม 3 โรงเรียนในภาคตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา โดยโรงเรียนแรกมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาอย่างเข้มข้น โรงเรียนที่สองมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง และโรงเรียนที่สามแทบจะไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาเลย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนแรกแตกต่างจาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่สองและสามอย่างมีนัยสำคัญ

Asghar (2012, p. 85) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาโปรแกรมสำหรับครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาเพื่อส่งเสริมสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้สถานการณ์ที่เน้นปัญหา มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาแนวคิดหลักในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาที่มีต่อการบูรณาการสะเต็ม (STEM) อุปสรรคของการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานโดยการสำรวจ สัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่ม และศึกษาความเข้าใจและการรับรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาของครู เพื่อใช้ในการบูรณาการรายวิชาในสะเต็ม (STEM) ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาของครู โดยการสังเกตพฤติกรรมของครู การสนทนากลุ่มเมื่อสิ้นสุดการอบรมเชิงปฏิบัติการ และสัมภาษณ์ครูจำนวน 12 คน เป็นเวลา 15-20 นาที และให้ครูสะท้อนผลการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาโปรแกรมสำหรับครูในระดับมัธยมศึกษาสามารถส่งเสริมความเข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของครูในระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียน นอกจากนี้ควรพัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในอนาคต

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ส่งผลทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนุกจากการลงมือปฏิบัติจริง และสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตรวมทั้งเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เพิ่มสูงขึ้น



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาและความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. แบบแผนของการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 250 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม 1 ห้องเรียน จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

3.2 เครื่องมือวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะสมเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 แผน โดยแบ่งเป็นแผนย่อย 5 แผน รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

3.2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบอัตนัย ทั้งหมด 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวม 16 ข้อ

3.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะสมเต็มศึกษา

มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาเอกสารหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบรบือวิทยาคาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา มาตรฐาน/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.3.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและสาระการเรียนรู้ เพื่อวางแผนในการสอน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามมาตรฐาน/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และการประเมินผลการเรียนรู้ให้ตรงตามหลักสูตรกำหนด

3.3.1.3 วิเคราะห์เนื้อหา/หน่วยการเรียนรู้ จำนวนหน่วยกิต ซึ่งหลักสูตรของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร ได้กำหนดจำนวนหน่วยกิตของวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 ว32223 จำนวน 2.0 หน่วยกิตโดยจัดการเรียนการสอน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ เวลารวม 80 ชั่วโมง เพื่อกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มาใช้เป็นเนื้อหาในการทำวิจัยจากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญและผลการเรียนรู้นำไปกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการเรียนรู้

3.3.1.4 ศึกษาทฤษฎีและหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และแนวทางการจัดการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาค้นหา

ปัญหาที่ต้องการแก้ไข ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาจากนั้นจึงเลือกวิธีหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ พิจารณาเหตุผลรวมทั้งข้อดีและข้อจำกัดเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุด มีความเป็นไปได้ ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่กำหนดเป็นขั้นตอนที่ต้องกำหนดขั้นตอนในกระบวนการ กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาที่ชัดเจน

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนเพื่อสร้างแบบทดสอบหรือแบบประเมิน โดยใช้เพื่อแก้ไขปัญหาและนำผลที่ได้มาประยุกต์แก้ไขและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประโยชน์มากขึ้น

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอานำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

3.3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ให้สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สารการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 1 แผน เวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
- เซลล์ไฟฟ้าเคมี	2 ชั่วโมง
- เซลล์กัลวานิก	2 ชั่วโมง
- เซลล์อิเล็กโทรไลต์	2 ชั่วโมง

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
- ปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลต่อการสร้างแบบเตอร์ปฏิบัติการ	2 ชั่วโมง
- แบบเตอร์ปฏิบัติการ	4 ชั่วโมง
(รวม)	12 ชั่วโมง

3.3.1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำในส่วนที่บกพร่อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องกับตัวชี้วัด และให้ข้อเสนอแนะ แล้วปรับปรุงแก้ไข

3.3.1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความชัดเจน ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้และความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ พิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรค้ำ อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงไกร พลหงส์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบเนื้อหาและการสอนเคมี

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบเนื้อหาและการสอนเคมี

4) ดร.ฉันทชัย จันทะเสน อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องด้านหลักสูตรและการสอน

5) นางชลิตา ปัทมริย์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร สาขาบริหารการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องด้านหลักสูตรและการสอน

3.3.1.8 นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่มีคุณภาพและความเหมาะสม ตามแบบมาตราส่วน

ประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, น. 89)

4.51 – 5.00	คะแนน	มีค่าเท่ากับ	มีคุณภาพและเหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.51	คะแนน	มีค่าเท่ากับ	มีคุณภาพและเหมาะสมมาก
2.51 – 3.51	คะแนน	มีค่าเท่ากับ	มีคุณภาพและเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.51	คะแนน	มีค่าเท่ากับ	มีคุณภาพและเหมาะสมน้อย
1.00 – 1.51	คะแนน	มีค่าเท่ากับ	มีคุณภาพและเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยให้ค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพและความเหมาะสมที่มีค่าตั้งแต่ 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์พิจารณาผลการประเมิน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา มีค่าความเหมาะสมระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.35) (ภาคผนวก ก)

3.3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นเครื่องมือในการวิจัย เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5

3.3.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.3.2.1 ศึกษาจากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ เพื่อนำมา เป็นแนวทางและประยุกต์ใช้ในการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นการระบุประเด็นปัญหา
- 2) ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
- 3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา
- 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

3.3.2.2 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยสร้างสถานการณ์ 5 สถานการณ์และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แต่ละสถานการณ์ ประกอบไปด้วยคำถามจำนวน 4 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ

3.3.2.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 4 สถานการณ์ เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.50 – 1.00 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้คะแนน ตามเกณฑ์ ดังนี้

- ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นจริง
- ให้คะแนน 0 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นหรือไม่
- ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์นั้น

พบว่า ค่า IOC แบบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหา อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 แสดงว่าแสดงว่าแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีความเหมาะสม

3.3.2.4 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

3.3.2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อคำถาม 4 ข้อ รวม 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยสูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha coefficient) ของ Cronbach พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.88

3.3.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 16 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ต่อไป

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีวิธีการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและศึกษาคู่มือการวัดและการประเมินผลเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.3.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือการวัดผลการศึกษาจากนั้น วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา/สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ตารางที่ 3.2

วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนข้อสอบ	
	สร้าง	นำไปใช้
อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดซ์ ในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันได้	5	4
จัดลำดับความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออน และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดซ์ได้	4	4

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนข้อสอบ	
	สร้าง	นำไปใช้
คุณสมการรีดออกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยาได้	5	4
ต่อเซลล์กัลวานิกจากครึ่งเซลล์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอก ขั้วแอโนด ขั้วแคโทดและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้	4	3
เขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกได้	4	4
อธิบายวิธีการหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E°) โดย การเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานได้	4	4
ใช้ค่า E° ของครึ่งเซลล์คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และ ทำนายการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ได้	4	3
อธิบายหลักการการทำงานของเซลล์กัลวานิก เซลล์ปฐมภูมิ เซลล์ ทุติยภูมิ และเซลล์อิเล็กโทรไลติกได้	4	4
รวม	35	30

3.3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกจำนวน 35 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.3.3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วเสนอที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพและข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขความถูกต้องของภาษาที่ใช้ แล้วปรับคำชี้แจงและข้อคำถามบางข้อให้สั้นและกะทัดรัด เข้าใจง่าย จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมที่ตรวจสอบแผนจัดการเรียนรู้เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้และครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่

3.3.3.5 นำคะแนนประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมโดยให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2544, น. 221)

- +1 หากผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์
- 0 หากผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์
- 1 หากผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.3.3.6 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัดมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 พบว่า ผลการประเมินความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.8-1.0 (ภาคผนวก ก)

3.3.3.7 นำแบบทดสอบฉบับทดลองใช้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

3.3.3.8 นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20-0.80 พบว่าข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.27-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.20-0.49 เป็นจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ (ภาคผนวก ก)

3.3.3.9 นำข้อสอบทั้ง 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett) อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.82 (ภาคผนวก ก)

3.3.3.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้ว (ฉบับจริง) ตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 แบบแผนของการวิจัย

รูปแบบการวิจัยนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555. น.144) ซึ่งมีตารางดังนี้

ตารางที่ 3.3

แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	Pre-test	Treatment	Post-test
ทดลอง	T ₁ -----	X -----	T ₂

หมายเหตุ. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการแบบแผนการทดลอง

X	แทน	การสอนแบบสะเต็มศึกษา
T ₁	แทน	การสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) ของกลุ่มทดลอง
T ₂	แทน	การสอบหลังการทดลอง (Post-test) ของกลุ่มทดลอง

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 ขอความร่วมมือกับโรงเรียนบรปวีทยาการ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.5.2 ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตนถูกต้อง

3.5.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง คาบละ 60 นาที

3.5.4 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.5.5 ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.5.6 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การหาประสิทธิภาพของการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากคะแนนเก็บระหว่างเรียน กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเทียบ และหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

3.6.2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

3.6.1 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้อุปแบบสะเต็มศึกษา โดยวิเคราะห์จากการให้คะแนนตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4

เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
ระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา	สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	ไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
นิยามสาเหตุของปัญหา	สามารถระบุสิ่งที่สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	ไม่สามารถระบุสิ่งที่สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
แนวทางแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา	สามารถเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา	สามารถเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมในการแก้ปัญหา	สามารถเลือกแนวทางที่มีความเหมาะสมเป็นปานกลางในการแก้ปัญหา	สามารถเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ
พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา	ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับดีมาก	ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับดี	ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับปานกลาง	ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาไม่จริงหรือไม่เขียนตอบ

ตารางที่ 3.5

เกณฑ์ในการประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา

ร้อยละของคะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาเฉลี่ย	ช่วง คะแนน	ระดับความสามารถในการ แก้ปัญหา
ร้อยละ 80 ขึ้นไป	42-48	ดีมาก
ร้อยละ 70-79	36-41	ดี
ร้อยละ 60-69	30-35	ปานกลาง
ร้อยละ 50-59	24-29	ควรปรับปรุง
ต่ำกว่าร้อยละ 50	ต่ำกว่า 24	ไม่ผ่านเกณฑ์

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1.1 สถิติพื้นฐาน

- 1) ค่าเฉลี่ย โดยใช้สูตร ดังนี้ (ไพศาล วรรค้ำ, 2558, น. 323)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

- 2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร ดังนี้ (ไพศาล วรรค้ำ, 2558, น. 324)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3-2)$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.7.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของเครื่องมือ

3.7.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหา
ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 269)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-3)$$

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.7.2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 300)

$$r = \frac{H - L}{N} \quad (3-4)$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N แทน จำนวนคนในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

3.7.2.3 หาค่าความยากของแบบทดสอบ ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 298)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3-5)$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อทดสอบ

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.7.2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Reliability)
โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett)

$$r_{cc} = \frac{1 - k \sum x_1 - \sum x^2}{(k-1) \sum (x_1 - c)^2} \quad (3-6)$$

- เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 k แทน จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด
 c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ (15)
 x_1 แทน คะแนนของแต่ละข้อ

3.7.2.5 สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เป็นค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณหาได้จากสูตรครอนบาช (Cronbach) (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 288)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \quad (3-7)$$

- เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.7.3 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.7.3.1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนได้รับการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ t-test for dependent samples (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 351) ใช้สูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{(N-1)}}} \quad (3-8)$$

- เมื่อ D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
 N แทน จำนวนคู่
 df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ $N-1$

3.7.3.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน ใช้สูตร E_1/E_2

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \quad (3-9)$$

เมื่อ E_1 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมระหว่างผลการปฏิบัติงานระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของการปฏิบัติงานระหว่างเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{B} \quad (3-10)$$

เมื่อ E_2 แทน คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัย ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

\bar{X}	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ย
N	หมายถึง	จำนวนประชากร
S.D.	หมายถึง	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	หมายถึง	สถิติทดสอบที่ใช้พิจารณา t-test แบบ One Sample t- test
E_1	หมายถึง	ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้
E_2	หมายถึง	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้
ρ	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

4.2.2 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี แบบรายด้าน

4.2.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลของประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คะแนน	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียน	\bar{X}	S.D	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	144	23	107.65	2.81	76.78
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	30	23	21.35	2.14	71.16
ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 76.78/71.16					

จากตารางที่ 4.1 พบว่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 107.65 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.81 เมื่อประเมินค่าประสิทธิภาพกระบวนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ค่า E_1 เท่ากับ 76.78 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 21.35 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.14 เมื่อประเมินค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ พบว่าค่า E_2 เท่ากับ 71.16 จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เพื่อการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีผลของ E_1/E_2 เท่ากับ 76.78/71.16 (ภาคผนวก ค) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ระดับ 70/70 (ภาคผนวก ค)

4.3.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คะแนน	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D	t	ρ
ก่อนเรียน	23	30	9.91	3.07		
หลังเรียน	23	30	21.35	2.14	17.27*	.000

หมายเหตุ * คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา จากจำนวนนักเรียน 23 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เป็นชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนเท่ากับ 3.07 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 21.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนเท่ากับ 2.14 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้สถิติ Dependent - sample t-test มีค่าเท่ากับ 17.27 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3.3 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบรายด้าน

ด้าน	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	ระดับ
การกำหนดปัญหา	8.57	1.65	71	ดี
สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา	8.83	1.23	74	ดี
วิธีการแก้ปัญหา	8.87	1.39	74	ดี
ผลของการแก้ปัญหา	8.70	1.02	72	ดี
รวม	8.74	1.32	72	ดี

จากตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี แบบรายด้าน จากจำนวนนักเรียน 23 คน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ชนิดอัตนัย โดยกำหนด 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมเป็นจำนวน 16 ข้อ พบว่า ด้านที่ 1 การกำหนดปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 8.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.65 และร้อยละ 71 อยู่ในระดับดี ด้านที่ 2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 8.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.23 และร้อยละ 74 อยู่ในระดับดี ด้านที่ 3 วิธีการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 8.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.39 และร้อยละ 74 อยู่ในระดับดี และด้านที่ 4 ผลของการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 8.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.02 และร้อยละ 72 อยู่ในระดับดี



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษา เรื่อง การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

5.1.1 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็ม ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 76.78/71.16 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้

5.1.2 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียน แบบรายด้าน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวม เท่ากับ 8.74 (S.D.= 1.32) คิดเป็นร้อยละ 70

5.1.3 นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 74.76/71.16 ซึ่งหมายความว่า ผู้เรียนมีคะแนนระหว่างการทำกิจกรรมทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 74.76 และประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 71.16 ดังนั้นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีกระบวนการจัดการตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ มีกระบวนการสร้างที่ชัดเจน ซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผ่านการตรวจสอบและการประเมินความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ต่างๆ กับหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าประเมินผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ซึ่งเป็นแผนการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และเป็นแนวทางที่ทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการลงมือปฏิบัติ และทำการทดลองจริง เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจทั้งเนื้อหา แนวคิดของแต่ละเรื่องที่เรียน เพื่อให้เกิดการสร้างสรรคสิ่งใหม่ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหา โดยนักเรียนจะสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ทำกิจกรรมรู้ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต สอดคล้องกับที่มนตรี จุฬาวัดพัฒนา (2556, น. 3-14) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่เน้นการบูรณาการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการสร้างสรรคสิ่งใหม่ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง และสอดคล้องกับที่ O'Neil et al. (2012, pp. 36-40) กล่าวว่า เป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องงานวิจัยของธัญลักษณ์ เจริญพงษ์ชนกุล (2557, น. 12) จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ STEM Education ร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ STEM Education มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ 84.50 / 87.76 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัยที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2558, น. 133-134) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 79.73/78.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับ สุกัญญา สุโข (2558, น. 45) จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองผึ้งวิทยาคาร ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ 77.98/76.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

5.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียน แบบรายด้าน พบว่า ด้านที่ 2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงสุด เท่ากับ 8.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.23 คิดเป็นร้อยละ 74 อยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจของปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น และผู้สอนได้มีการยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ต่างๆที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้มาทดสอบก่อนที่จะให้นักเรียนได้ลงมือทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนจึงสามารถระบุสาเหตุของการเกิดปัญหาตามสถานการณ์ดังกล่าวได้ สอดคล้องกับที่ สุวิทย์ มูลคำ (2551, น.16) กล่าวว่า การหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา เป็นทักษะพื้นฐานที่มีความสำคัญกับมนุษย์อย่างมาก เนื่องจากมนุษย์ต้องพบเจอกับปัญหาอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีปัญหา ความขัดแย้งหรือคำถาม มนุษย์จะเกิดสภาวะไม่สมดุลขึ้น เป็นความไม่สบายกายไม่สบายใจ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะ เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้บุคคลคิดหาคำตอบ เมื่อสามารถตอบคำถามนั้นๆได้ มนุษย์จะกลับเข้าสู่สภาวะสมดุล รองลงมาคือ ด้านที่ 3 วิธีการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 8.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.39 คิดเป็นร้อยละ 74 อยู่ในระดับดี ด้านที่ 4 ผลของการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 8.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.02 คิดเป็นร้อยละ 72 อยู่ในระดับดี และด้านที่ 1 การกำหนดปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำสุด เท่ากับ 8.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.65 คิดเป็นร้อยละ 71 อยู่ในระดับดี เนื่องจากการกำหนดสถานการณ์ของปัญหาไม่ชัดเจน แต่ละสถานการณ์มีปัญหามากหลาย ทำให้นักเรียนระบุปัญหาได้ไม่ครบถ้วน จึงทำให้ผลลัพธ์ของด้านการกำหนดปัญหามีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด และพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยรวม เท่ากับ 8.74 (S.D.= 1.32) คิดเป็นร้อยละ 72 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยรวมอยู่ในระดับดี เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ระบุปัญหาในชีวิตจริง 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาหรือตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ โดยผู้เรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ทั้ง 4 ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นการลงมือปฏิบัติจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ในแต่ละขั้นการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาในชีวิตจริง

ช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหารวมถึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นการต่อยอดจากขั้นที่ 1 โดยเมื่อระบุปัญหาและวิเคราะห์จนทราบสาเหตุของปัญหาแล้ว ผู้เรียนสามารถค้นหาและศึกษาแนวทางเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่อไป ขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา/วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนรวบรวมวิธีการจากขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้เรียนจะสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ผู้เรียนจะต้องคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหานี้ โดยผลที่เกิดขึ้นจริงอาจเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรืออาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับชิ้นงานเพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ ได้เรียนรู้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ สุทธิดา บุญทวี (2559, น. 17-22) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างทักษะ โดยเน้นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่เน้นความสนุกและท้าทาย ซึ่งสะเต็มศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นเพียงเนื้อหาสาระ ทักษะ และกระบวนการที่จำเป็นในการทำความเข้าใจและแสวงหาองค์ความรู้ แต่สะเต็มศึกษาได้ให้ความสำคัญกับ กระบวนการในการนำความรู้เหล่านี้มาใช้ประกอบการคิด ค้นหา และคัดเลือก วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิต และสอดคล้องกับที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 30) กล่าวถึงแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือ เน้นให้นักเรียน ได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียน สามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการความรู้ ทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจในปัญหานั้นมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหา อาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น และสอดคล้องกับที่บุญถึง สมศรี (2553, น. 10) ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถด้านความคิดที่ใช้ประสบการณ์เดิม การรวบรวมข้อมูลและสภาพปัญหาเพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการหรือหนทาง หลีกเลี่ยงความยุ่งยากและอุปสรรค เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการหาคำตอบให้ได้โดยการประยุกต์ใช้ กฎเกณฑ์ที่รู้มาแล้วหรือพยายามสร้างกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตยา พูนเรือง (2559, น. 376) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมิที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษา พบว่า จากการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นัสนรินทร์ ปือชา (2557, น.5) จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการ เรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้าเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไป ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 1) การระบุ ปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การวางแผนและพัฒนา 4) การทดสอบและประเมินผล และ 5) นำเสนอผลลัพธ์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมาเพื่อให้สอดคล้องกับการบูรณาการทั้ง 4 สาขาวิชา โดยนั้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดเวลาให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองด้วยตัวเอง สอดแทรก กิจกรรมที่หลากหลายให้กับนักเรียนได้สนุกกับการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมที่ไม่เน้นเพียงการ ท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีและกฎ เหล่านั้นผ่านการปฏิบัติจริง การทดลอง สังเกต และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียน การสอนการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมสอดคล้องกับสมพร เชื้อพันธ์ (2547, น. 53) กล่าวว่าความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมา จากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการ ทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ และสอดคล้องกับอินทรา บุญยาทร (2542, น. 102-104) กล่าวว่านักเรียน รู้สึกภูมิใจในตัวเองจากสิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากการทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนที่ได้พัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพ และเป็นความรู้ที่คงทน ซึ่ง ผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของนงนุช เอกตระกูล (2557, น. 31) ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ วิทยาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2558, น. 133-134) ที่ ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของกมลฉัตร กล่อมอิม (2560, น. 334-348) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม

ศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ลงมือจัดการสอนด้วยตัวเองซึ่งได้พบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการสอนจึงได้เขียนข้อเสนอแนะให้ผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะนำแนวทางสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ดังนี้

5.3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรศึกษาข้อมูลล่วงหน้า การจัดการเรียนการสอนแต่ละขั้นต้องมีความรอบคอบและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสื่อ/อุปกรณ์ที่ทันสมัยอย่างเพียงพอต่อนักเรียน

5.3.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรแนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมให้ละเอียด การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ กระบวนการเรียนการสอนอย่างชัดเจน และควรเน้นให้นักเรียนวิเคราะห์ เป้าหมาย ความต้องการ และบริบทที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ชัดเจน

5.3.1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามในรูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบใหม่ ดังนั้นต้องมีการอภิปรายให้ทางโรงเรียนเข้าใจและยอมรับ ร่วมกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้แนวทางในการทำกิจกรรม

5.3.1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมแบบกลุ่ม ทำให้การดูแลนักเรียนค่อนข้างยาก หรือไม่อาจรู้ได้ว่านักเรียนคนใดไม่ให้ความร่วมมือ ผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และการไม่เอาัดเอาเปรียบเพื่อนในกลุ่ม

5.3.1.5 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรมีการศึกษาการกำหนดสถานการณ์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จิตวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ที่เน้นนวัตกรรมที่สามารถใช้แก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าผลผลิตของอาชีพในท้องถิ่นนั้น ๆ เช่น อาชีพปลูกมันแกว อาชีพปลูกมันสำปะหลัง อาชีพทำนา เป็นต้น



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 40(2), 334-335.
- กรมวิชาการ. (2539). การประเมินผลจากสภาพจริง . กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรองแก้ว วรรณพฤษ. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอสมการ ความคงทน ในการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ STAD กับการจัดการ เรียนรู้แบบปกติ. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2545. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กาญจนา ลากรวย. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทาง การเรียน วิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบ ไม่ใช่แนวทางและการสอนสาธิต แบบชี้ แนวทาง. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- เขมวดี พงสานนท์. (2557). STEM Education การปฐมนิเทศผู้ริบทุน โครงการ สกว. ระดับ ปริญญาโททางการศึกษา (ประเภท Premium). ปีการศึกษา 2557: 1-4.
- ชลธิป สมหิโต. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย โดยผ่านการจัด ประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา. วารสาร บริกรรมมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 26(2), 104-110
- ชวาล แพร์ตกุล. 2518. เทคนิคการวัดผล. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช
- ธานี จันทร์นาง. (2556). สะท้อนความคิดจากประสบการณ์การใช้กิจกรรม STEM Education ใน ห้องเรียน. สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งประเทศไทย, 19(2), 29-36.

- นงนุช เอกตระกูล. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบ STEM Education. สืบค้น จาก http://www.swis.act.ac.th/html_edu.
- นิตยา ภูผาบาง (2559). การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นุรอาซีกิน สาและ , ณัฐนิ โมพันธ์ และมัสดี แวดราแมอุ. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิด
วิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 4(1), 42-53.
- บุญชม ศรีสะอาด (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2526). การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ.” กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. เอกสารอัดสำเนา.
- บุษกร พรหมหล้าวรรณ. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชา
นาฏศิลป์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียน
การสอนแบบ 4 MAT. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). คิดเก่าสมองไว. กรุงเทพฯ : โปรดักทีฟบุ๊ก.
- ปราณี กองจินดา. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิด
เลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะ
การคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหา
บัณฑิต). พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- พนัส หันนาคินทร์. (2544). หลักการบริหารโรงเรียน. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนัก
บริหาร. 33(2), 49-56
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี , ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทรธีระติกุล. (2558). การเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการ
เรียนเคมี ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กับ
แบบปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 9(ฉบับพิเศษ), 401-418.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พัชรี อินทปัญญา. (2557). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์. *วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 7*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. 2544. *การเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พีรเดช จันทร (2559). *กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. สืบค้นจาก <http://www.stemthaied.com/>
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์ (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มนตรี จุฬาวัดทนทล. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ หรือ สะเต็ม. *สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19(2), 3–14.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี (2528). *หลักการวัดผลและการสร้างข้อสอบ*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รักษพล ธนานวงส์. (2556). *รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education*. สืบค้นจาก <http://www.slideshare.net/focusphysics/stemworkshopsummary>.
- รศนา อัชชะกจิ. (2539). *กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- ส.วาสนา ประवालพฤกษ์ (2538). การประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสภาพจริงการใช้แฟ้มสะสมผลงาน. *วารสารการวัดผลการศึกษา*. 16(48), 41-42
- สติยา ลังการ์พินธุ์. (2556). *แนวทางและหลักการการจัดการศึกษาสะเต็ม*. สืบค้นจาก http://development.ipst.ac.th/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=247:-stem-education&id

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *การวัดและประเมินผล*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สมนึก กัททิษณี. 2546. *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). พระนครศรีอยุธยา : สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2537). *บทความทางการประเมินโครงการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558). สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 17(2), 201-207.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด
- สุชา จันทร์อม. 2536. *จิตวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- สุมาลี สีมืด. (2543). *การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สุรยศ ทรัพย์ประกอบ อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ และพินธุธิฐ กลิ่นขจร. (2556). *การพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ด้าน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (Science, Technology, Engineering and Mathematics, [STEM])*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2547). *19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

- เสกสรร ธรรมพิสุทธิ์. (2558). *เสวนาวิชาการส่งเสริมศึกษา: เรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาพัฒนานวัตกรรม นำสู่อาชีพ*. สืบค้นจาก <http://www.stemedthailand.org/>
- ไสว ผักขาว. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างจิต 5 ลักษณะเพื่ออนาคต สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. 10(2), 59-67
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2556). *ส่งเสริมศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. สมาคมครู วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*. 19(2), 15-18.
- อรัญญา ชนะเพ็ช. (2542). *ผลของการใช้โปรแกรมฝึกการแก้ปัญหาต่อความสามารถในการ แก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต)*.
ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรุณี ศรีวงษ์ชัย. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผล และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิกกลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต)*.
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อัมพวา รักบิดา. (2549). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต)*. สงขลา :
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- อาทิตยา พูนเรือง. (2559). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางส่งเสริมศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Asghar, A. , Ellington, R. , Rice, E. , Johnson, F. , and Prime, GM. (2012). *สนับสนุนการศึกษา ของ STEM ในบริบททางวิทยาศาสตร์ทุติยภูมิ. วารสารสหวิทยาการการเรียนรู้โดย ใช้ ปัญหาเป็นฐาน* 6(2), 203-212.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology : A Cognitive View*. New York : Holt- Rinehart and Winston.

- Bloom, Benjamin A. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain*. New York : David Mc Kay Company.
- Bloom, Benjamins. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Bourne, Lyle E., Bruce R, Ekstrand and Roger L. Dominoski. (1971). *The Psychology of Thinking*. New Jersey : Prentice-Hall.
- Breiner, J. M., Carla, C. J., Harkness, S. S. & Koehler. C.M. (2012). What is STEM? A discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*. 112(1), 3–11.
- Dowey, A. L. (2013). *Attitudes, Interest, and Perceived Self-efficacy toward Science of Middle School Minority Female Students: Considerations for their Low Achievement and Participation in STEM Disciplines*. Degree Doctor of Education. University of California, San Diego
- Gagne, Robert M. (1970). *The Condition of Learning*. New York : Holt Rinchart and Winston
- Glieiman, H. (1992). *Basic Phychology*. New York : W.W. Norton's Company.
- Guilford and Hoepfner, R. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Chang, A., and Han, T. S. (2012). A Multilevel Investigation of Relationships among Brand-Centered HRM, Brand Psychological Ownership, Brand Citizenship Behaviors, and Customer Satisfaction. *European Journal of Marketing*. 46(5), 144-147.
- Johnson, Donovan A. and Gerald R., Rising. (1969). *Learning Package in American Education*. Englewood Cliffs, N.T. : Education Technlogy Publication.
- Lantz, H. B. (2009). *Sicence, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function?*. From <http://www.currtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf>.
- O'Neil, T. L., Yamagata, J. Y. and Togioka, S. (2012). Teaching STEM Means Teacher Learning. *Phi Delta Kappan*. 94(1), 36–40.
- Vasquez, J. A., Snelder, C. and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Grades 3-8*.
- Piaget. (1962). *The Origins of Intelligence in children*. New York : WW.Norton.

- National Research Council (2011). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. Committee on the Foundations of Assessment.
- Robert H. Bradley and Robert F. (2002). Corwyn. Socioeconomic Status and Child Development. *Annu. Psychol.* 1(1), 371-99.
- Soden. (1994). *Teaching Problem Solving in Vocationnal Education*. London and New York : Routledge.
- Scott, P. (1970). *The Process of Conceptual Change in Science*. New York : Cornell University.
- Weir, John Joseph. (1974). Problem Solving is Everybody's Problem. *The Science Teacher.* 4 (April 1974), 16-18.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4	รหัสวิชา ว32223	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2561
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี	เวลา 12.00 ชั่วโมง	สอนโดย นายวัฒนา ทัดวงศ์
ครูพี่เลี้ยง นางชลิตา ปัทมริย์	โรงเรียนบรบือวิทยาคาร	
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5	ใช้สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2561	เวลา.....น.

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1.1 วิทยาศาสตร์

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและ สมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบ อินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยา รีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการ เปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้ และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 5.1 – ว 5.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 –6 ที่เน้น วิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผล การสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับ ความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความ สอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อน ของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

1.2 คณิตศาสตร์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.2 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

1.3 เทคโนโลยี

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของ เครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยี ในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด ง 2.1 ม.4-6/4 มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในงานที่ผลิตเอง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้อื่นผลิต

ตารางมาตรฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<p>มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการคูณการคูณและ การคูณการคูณในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	<p>มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยี และกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกรใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน</p>
<p>มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้</p>		

2. สารละลาย

การใช้ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าหรือการใช้กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดได้ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical cell) เซลล์ไฟฟ้าเคมีมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ขั้วไฟฟ้า (Electrode) และอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ขั้วไฟฟ้าเป็นวัสดุที่นำไฟฟ้าโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ส่วนอิเล็กโทรไลต์เป็นวัสดุนำไฟฟ้าได้โดยการเคลื่อนที่ของไอออนที่เป็นองค์ประกอบ บริเวณที่ขั้วไฟฟ้าและอิเล็กโทรไลต์สัมผัสกันจะเป็นบริเวณที่ไอออนในอิเล็กโทรไลต์และอิเล็กตรอนในขั้วไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้ามารวมกันหรือแยกออกจากกัน ทั้งขั้วไฟฟ้าและอิเล็กโทรไลต์จะอยู่ในสถานะของแข็งของเหลวหรือกึ่งของเหลวก็ได้

ปฏิกิริยารีดอกซ์ คือ ปฏิกิริยาเคมี ที่มีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนระหว่างสารตั้งต้นทำให้เลขออกซิเดชันมีการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะทำให้มีอะตอมของธาตุบางตัวสูญเสียหรือได้รับอิเล็กตรอน จะเรียกปฏิกิริยาที่เกิดการเสียอิเล็กตรอนว่า ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) และเรียกปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอนว่า ปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction)

เลขออกซิเดชัน ย่อว่า ON. คือค่าประจุไฟฟ้าที่สมมติขึ้นของไอออนหรืออะตอมของธาตุ โดยคิดจากจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้หรือรับหรือใช้ร่วมกับอะตอมของธาตุตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น เลขออกซิเดชันส่วนใหญ่เป็นเลขจำนวนเต็มบวกหรือลบหรือศูนย์

เซลล์กัลวานิก ได้กล่าวถึงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำแผ่นสังกะสีจุ่มลงในสารละลายของทองแดง หรือตัวรีดิวซ์จุ่มลงในตัวออกซิไดซ์โดยตรงแล้วในบทนา ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทำให้เกิดพลังงานในรูปของความร้อน แต่ถ้าแยกตัวรีดิวซ์ออกจากตัวออกซิไดซ์ แล้วเชื่อมต่อวงจรภายนอกและสะพานเกลือ (salt bridge) อิเล็กตรอนก็จะถูกถ่ายโอนผ่านตัวกลางภายนอกจากขั้วไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไปยังขั้วไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ เซลล์ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีนี้เรียกว่า เซลล์กัลวานิก หรือเซลล์โวลตาอิก (galvanic cell or voltaic cell)

ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ จากเซลล์ไฟฟ้า Zn -Cu เมื่อใช้ความเข้มข้นของไอออนของสารละลายในแต่ละครึ่งเซลล์เท่ากับ 1.0 M ที่ 25 °C เซลล์ไฟฟ้านี้จะมี emf เท่ากับ 1.10 V ถ้าทราบศักย์ไฟฟ้าของอิเล็กโทรดใดอิเล็กโทรดหนึ่งแล้วนำไปลบออกจาก 1.10 V ก็จะทราบค่าของอิเล็กโทรดหนึ่ง แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถวัดศักย์ไฟฟ้าของอิเล็กโทรดเดี่ยว ๆ ได้ จึงได้มีการกำหนดอิเล็กโทรดมาตรฐานขึ้นมา ซึ่งได้แก่ ไฮโดรเจนอิเล็กโทรดมาตรฐาน (Standard Hydrogen Electrode : SHE) ในครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานนี้ประกอบด้วย ขั้วแพลตินัม (อิเล็กโทรดเฉื่อย) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก และก๊าซไฮโดรเจนภายใต้ สภาวะมาตรฐาน (ความดันของก๊าซไฮโดรเจนเท่ากับ 1 atm ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเท่ากับ 1 M และวัดที่

อุณหภูมิ 25 °C) โดยผ่านก๊าซไฮโดรเจนในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกตลอดเวลา จึงมีสมมูลเกิดขึ้นดังสมการ $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$ ค่าศักย์มาตรฐานของครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 V ใช้สัญลักษณ์ E° แทนศักย์ไฟฟ้าที่สภาวะมาตรฐาน

เซลล์กัลวานิกแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ เซลล์ปฐมภูมิ (Primary cell) เมื่อปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เกิดขึ้นและดำเนินไปแล้ว ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไม่ได้หรือนำมาอัดไฟใหม่ไม่ได้ และเซลล์ทุติยภูมิ (Secondary cell) เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้หรือนำมาอัดไฟใหม่ได้

3. ตารางเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

วิทยาศาสตร์

- ปฏิกิริยารีดอกซ์
- การดุลสมการรีดอกซ์
- เซลล์ไฟฟ้าเคมี-เซลล์กัลวานิก
- ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์
- เซลล์ปฐมภูมิ
- เซลล์ทุติยภูมิ

คณิตศาสตร์

- ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา

เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

- มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในงานที่ผลิตเอง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้อื่นผลิต

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- ทักษะการสืบค้นข้อมูล
- ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์
- ทักษะการแก้ปัญหา
- การอภิปรายและนำเสนอผลงาน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- มีความสนใจใฝ่เรียนรู้
- มีความรับผิดชอบ
- มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM)



4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายหลักการคูณการรีดดอกซ์ได้ (K)
2. อธิบายหลักการทำการงานการเขียนแผนภาพเซลล์ได้ (K)
3. คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ได้ (K)
4. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิได้ (K)
5. อธิบายความรู้เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีและหลักการทำการงานของแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี (K)
6. ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนแปลงในเซลล์กัลวานิกได้ (P)
7. ทดลองและอธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนได้ (P)
8. เลือกวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม (P)
9. ประยุกต์ ใช้ขั้นตอนหรือกระบวนการทางวิศวกรรมมาใช้ออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญหน้าได้ (P)
10. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีความรับผิดชอบ มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น(A)

5. แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม ศึกษา 6 ชั้น

ขั้นที่ 1 ชั้นระบุปัญหา (1 ชั่วโมง)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยยกตัวอย่างเครื่องอำนวยความสะดวกของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน เช่น ไฟฉาย วิทยุ นาฬิกา อุปกรณ์การสื่อสาร โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ และรถยนต์ จะทำงานได้ต้องมีแหล่งพลังงาน และให้นักเรียนระบุแหล่งพลังงานในอุปกรณ์เหล่านี้ที่นักเรียนรู้จักในชื่อเรียกต่างๆ (แนวการตอบ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์เชื้อเพลิง)

2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วสมมุติสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“เมื่อบ้านนักเรียนอยู่ถิ่นทุรกันดาร แล้วเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง การไฟฟ้าจำเป็นต้องตัดกระแสไฟฟ้าหลายวัน นักเรียนต้องสร้างแหล่งพลังงาน เช่น แบตเตอรี่เพื่อใช้อำนวยความสะดวก โดยนำความรู้เรื่องไฟฟ้าเคมีเซลล์กัลวานิกนำมาประยุกต์ใช้ และนักเรียนต้องเลือกใช้โลหะที่เหมาะสม และใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่หาได้ง่าย เช่น ดิน จี๋ ถ้ำ ถ่าน น้ำเค็ม โดยให้เหมาะสมภายใต้งบประมาณที่น้อยที่สุด”

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า แบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี คืออะไร มีหลักการเป็นอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างจากแบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ หรือไม่ อย่างไร (แนวการตอบ แบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงาน ที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยาเคมี ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิกที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์ แต่ละครึ่งเซลล์

มักประกอบด้วยโลหะ ซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยสารอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้คือ ดิน ชี้น้ำ ผลไม้ น้ำเกลือ ซึ่งจะแตกต่างจากแบตเตอรี่อื่นๆ)

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า มีวิธีการใดบ้างที่จะสามารถทำให้แบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมีใช้งานได้ โดยใช้เครื่องมือที่หาได้ง่าย (แนวการตอบ การทำแบตเตอรี่ดิน การสร้างเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว)

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (6 ชั่วโมง)

5. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้โดยชี้ให้นักเรียนทราบว่า เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจหลักการ และสามารถทำแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี จากกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรมดังต่อไปนี้

ครั้งที่ 1 : เซลล์ไฟฟ้าเคมี (2 ชั่วโมง)

6. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี และเลขออกซิเดชัน ในหนังสือเรียน และให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าเหตุใดหลอดไฟจึงมีพลังงานสามารถใช้ได้

7. ครูให้นักเรียนตอบคำถามในใบงานที่ 5.1

8. ครูแจกวัสดุและอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	25 cm ³
1. สารละลาย CuSO ₄ 1.0 mol/dm ³	25 cm ³
2. สารละลาย ZnSO ₄ 1.0 mol/dm ³	2 ชั้น
3. สังกะสีขนาด 0.5 cm	2 ชั้น
4. ทองแดงขนาด 0.5 cm	4 ใบ
อุปกรณ์	1 ใบ
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	1 ใบ
2. กระจกตวง 25 cm ³	
3. กระดาษทรายขนาด 3 cm	

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเพื่อศึกษาว่าปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับโลหะไอออนในสารละลายได้ จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.1

10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยบันทึกลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.1 ซึ่งควรจะสรุปได้ว่า สารละลาย CuSO₄ มีสีฟ้าและในสารละลายมี Cu²⁺(aq) ส่วนสารละลาย ZnSO₄ ไม่มีสีและในสารละลายมี Zn²⁺(aq) และระบบที่เกิดปฏิกิริยา ได้แก่ Zn จุ่มอยู่ในสารละลาย Cu²⁺ (aq) และมี Cu กับ Zn²⁺(aq) เกิดขึ้น แสดงว่ามีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่าง Zn กับ Cu²⁺ หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว ในสารละลายจะมี Zn²⁺(aq) เพิ่มขึ้น ส่วน Cu²⁺ (aq)

ลดลงเป็นผลให้สีฟ้าของสารละลายจางลง การทดลองจุ่มโลหะทองแดงลงในสารละลาย $Zn^{2+}(aq)$ แล้วไม่เกิดปฏิกิริยาแสดงว่าความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของโลหะทองแดงน้อยกว่าโลหะสังกะสีแต่ $Cu^{2+}(aq)$ จะรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า $Zn^{2+}(aq)$

11. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง เซลล์กัลวานิกและ เรื่อง การดุลสมการรีดอกซ์แล้วตอบคำถามในใบงานที่ 5.1

12. ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 5.1 กับการทำแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี ว่า ถ่านไฟฉายหรือเซลล์แห้งเป็นแหล่งพลังงานในไฟฉาย วิทยุหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จัดเป็นเซลล์กัลวานิกประเภทเซลล์ปฐมภูมิ ซึ่งเซลล์ปฐมภูมิจะมีหลากหลายประเภทเซลล์ปฐมภูมิอีกชนิดหนึ่งที่นักเรียนสามารถสร้างขึ้นเองได้และใช้ค่าใช้จ่ายที่น้อย นั่นคือ แบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมีครั้งที่ 2 เซลล์กัลวานิก ชั่วไฟฟ้า (2 ชั่วโมง)

13. ครูนำสู่กิจกรรมโดยให้เรียนร่วมกันอภิปรายว่า ชั่วไฟฟ้าประกอบด้วยขั้วอะไรบ้าง และควรมีลักษณะอย่างไร จะทำการทดสอบสมมติฐานเหล่านี้ได้อย่างไร เมื่อนักเรียนอภิปรายเรียบร้อยแล้ว ครูจึงบอกนักเรียนว่า นักเรียนสามารถหาคำตอบได้จากกิจกรรมที่ 5.2 นี้

14. ครูแจกอุปกรณ์สำหรับการทดลองเพื่อศึกษาชั่วไฟฟ้าที่เหมาะสมในการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก โดยวัสดุและอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย โลหะชนิดต่างๆ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เครื่องโวลต์มิเตอร์ สายต่อชั่วไฟฟ้า บีกเกอร์

15. นักเรียนทำการทดลองโดยจุ่มแผ่นโลหะ ลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลายอิเล็กโทรไลต์ จากนั้นต่อแผ่นโลหะที่เป็นขั้วแอโนดและขั้วแคโทดเข้ากับโวลต์มิเตอร์ อ่านค่าความต่างศักย์ โดยทำการบันทึกผลการทดลองลงในใบทีกิจกรรมที่ 5.2

16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยบันทึกลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.2 ซึ่งควรจะสรุปได้ว่า ชั่วไฟฟ้าที่เหมาะสมมีดังนี้

แอโนด	แคโทด
โลหะแมกนีเซียม	โลหะอะลูมิเนียม เหล็ก โลหะสังกะสี ทองแดง
โลหะอะลูมิเนียม	โลหะสังกะสี ทองแดง เหล็ก
โลหะสังกะสี	เหล็ก ทองแดง
เหล็ก	ทองแดง

17. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่องเซลล์กัลวานิก และ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี-เซลล์กัลวานิกแล้ว
ตอบคำถามในใบทักกิจกรรมที่ 5.2

18. ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 5.2 กับการแยกแยะปฏิกิริยาเคมี ว่า
ส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมีประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าอย่างน้อยสองขั้ว ที่ทำจากวัสดุที่ยอมให้
อิเล็กตรอนหรือกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ในเซลล์ไฟฟ้าปกติ จะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วเสมอ
คือ ขั้วแอโนด (Anode) และขั้วแคโทด (Cathode) ในส่วนของอิเล็กโทรไลต์ เป็นวัสดุนำไฟฟ้าได้
โดยการเคลื่อนที่ของไอออนที่เป็นองค์ประกอบ นำไฟฟ้าได้ เพราะมีไอออนเคลื่อนที่ไปมาอยู่ใน
สารละลาย หากเราต้องเลือกใช้อิเล็กโทรไลต์ในการทำแยกแยะปฏิกิริยาเคมี เราควรเลือกใช้
สารละลายชนิดใด

ครั้งที่ 3 เซลล์กัลวานิก อิเล็กโทรไลต์ (2 ชั่วโมง)

19. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า อิเล็กโทรไลต์หมายถึงอะไร
และสารละลายชนิดในบ้างที่จัดว่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ จะทำการทดสอบสมมติฐานเหล่านี้ได้
อย่างไร เมื่อนักเรียนอภิปรายเรียบร้อยแล้ว ครูจึงบอกนักเรียนว่านักเรียนสามารถหาคำตอบได้จาก
การทำกิจกรรมที่ 5.3 นี้

20. ครูแจกอุปกรณ์สำหรับการทดลองเพื่อศึกษาสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีผลต่อค่า
ศักย์ไฟฟ้า โดยวัสดุและอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย โลหะที่เหมาะสมจา
การทำกิจกรรมที่ 5.2 สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ได้แก่ ดิน น้ำเกลือ เครื่องโวลต์มิเตอร์
สายต่อขั้วไฟฟ้า

21. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของค่าศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากสาร
อิเล็กโทรไลต์ต่างชนิดกัน จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.3

22. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยบันทึกลงในใบ
บันทึกกิจกรรมที่ 5.3

23. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่องค่าศักย์ไฟฟ้า แล้วตอบคำถามในใบทักกิจกรรมที่ 5.3

24. ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 5.3 กับการทำแยกแยะปฏิกิริยาเคมี ว่า
การทำแยกแยะปฏิกิริยาเคมี ได้โดยอาศัยหลักการเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี ที่มีส่วนประกอบหลักใน
การสร้างแยกแยะปฏิกิริยาเคมี คือขั้วไฟฟ้าและอิเล็กโทรไลต์ หากเราต้องการสร้างแยกแยะ
ปฏิกิริยาเคมี จากความรู้ที่ได้รับมาจากกิจกรรมที่ 5.1-5.3 เราจะมีกระบวนการอย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการแก้ปัญหา (2 ชั่วโมง)

25. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี เช่น ชนิดของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และขนาดของโลหะที่เหมาะสม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง คือ

- เครื่องโวลต์มิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
- สายต่อขั้วไฟฟ้า จำนวน 4 สาย
- กถ่องพลาสติกใส จำนวน 2 กถ่อง

26. นักเรียนทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยบันทึกผลการทดลองในใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.4 และสรุปผลการทดลองลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.4

27. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

28. ครูทบทวนสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมนี้อีกครั้งว่า นักเรียนต้องผลิตแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี ภายใต้งบประมาณที่น้อยที่สุด โดยเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการทำกิจกรรมที่ 5.1-5.3 ดังนี้

- กิจกรรมที่ 5.1 ทำให้นักเรียนทราบว่า เข็มของโวลต์มิเตอร์เบนไปจากขีดศูนย์ แสดงว่ามีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนผ่านลวดตัวนำจากขั้วโลหะหนึ่งไปยังอีกขั้วโลหะหนึ่งซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าไม่เท่ากัน ซึ่งอิเล็กตรอนจะไหลจากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง และมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

- กิจกรรมที่ 5.2 ทำให้นักเรียนทราบว่าขั้วโลหะที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นขั้วไฟฟ้าในการถ่ายโอนอิเล็กตรอนมีชนิดใดบ้าง

- กิจกรรมที่ 5.3 ทำให้นักเรียนทราบว่า อิเล็กโทรไลต์ เป็นสารที่เมื่อละลายในน้ำจะนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากมีไอออนซึ่งอาจจะเป็นไอออนบวก หรือไอออนลบเคลื่อนที่อยู่ในสารละลาย สารละลายอิเล็กโทรไลต์นี้อาจเป็นสารละลายกรด เบส หรือเกลือก็ได้ ดังนั้นอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมที่จะนำมาทำควรจะมีความเป็นกรด และเบส

29. ครูกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับต้นทุนของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทำแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี โดยมีราคาดังนี้

- โลหะสังกะสี ราคา 5 บาท/อัน
- โลหะแมกนีเซียม ราคา 5 บาท/อัน
- โลหะอะลูมิเนียม ราคา 5 บาท/อัน
- ทองแดง ราคา 5 บาท/อัน
- เหล็ก ราคา 5 บาท/อัน

- ขี้เถ้าถ่าน ฟรี
- ดิน ฟรี
- น้ำเกลือ ฟรี
- เครื่อง โวลต์มิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง ฟรี
- สายต่อขั้วไฟฟ้า จำนวน 4 สาย ฟรี
- หลอดไฟ จำนวน 1 อัน ฟรี
- พัดลมเล็ก จำนวน 1 อัน ฟรี
- สาย USB จำนวน 1 อัน ฟรี
- เครื่องแก้ว ฟรี

30. ครูอธิบายเงื่อนไขการทำแบตเตอรี่ปฏิกริยาเคมี ดังนี้

- แต่ละกลุ่มสามารถซื้อวัสดุและอุปกรณ์ได้เพียงครั้งเดียว โดยไม่มีการคืนหรือซื้อเพิ่ม
- หลังจากทุกกลุ่มได้รับวัสดุอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว จะเริ่มทำการผลิตพร้อมกัน
- แบตเตอรี่ปฏิกริยาเคมี ที่ผลิตวัดค่าต่างศักย์ไฟฟ้า
- ราคาสำหรับการทำขายแบตเตอรี่ 1 V รับซื้อ 50 บาท

31. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คน ร่วมกันระดมความคิดภายในกลุ่มเพื่อที่จะสร้างแบตเตอรี่ปฏิกริยาเคมี ที่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้งานได้และใช้งบประมาณน้อยที่สุด โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยอาจเขียนเป็นภาพร่างหรือผังความคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (30 นาที)

32. นักเรียนร่วมกันวางแผนการทำแบตเตอรี่ปฏิกริยาเคมี ตามขั้นตอนที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้

33. นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบแล้วลงมือทำแบตเตอรี่ปฏิกริยาเคมี

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาชิ้นงาน (1 ชั่วโมง)

34. นักเรียนทำการวัดค่าศักย์ไฟฟ้า ประเมินชิ้นงาน และบันทึกลงในตารางบันทึกผล

35. นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบผลงานของตัวเอง โดยครูอาจตั้งคำถามเพื่อช่วยนักเรียนแต่ละกลุ่มการตรวจสอบ

36. ครูอาจตั้งคำถามเพื่อช่วยนักเรียนในการปรับปรุงคุณภาพของชิ้นงาน เช่น ถ้าเราต้องการเพิ่มค่าศักย์ไฟฟ้า ขึ้น โดยใช้งบประมาณที่น้อยลง จะทำได้อย่างไร

37. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน พร้อมแนวความคิดการออกแบบและกระบวนการทำแบตเตอรี่ปฏิกริยาเคมี โดยต้องอธิบายองค์ความรู้ที่นำมาใช้ในการออกแบบและทำแบตเตอรี่

ปฏิบัติการเคมี พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดในการปรับปรุงคุณภาพของชิ้นงาน หรือถ้ากลุ่มใดไม่ประสบผลสำเร็จในการทำแบตเตอรี่ปฏิบัติการเคมี ควรระบุสาเหตุที่กลุ่มไม่ประสบผลสำเร็จ รวมทั้งเสนอแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (30 นาที)

38. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในประเด็นต่อไปนี้
- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำแบตเตอรี่ปฏิบัติการเคมี ที่นักเรียนได้เรียนจากกิจกรรมนี้ (แนวคำตอบ ชนิดของขั้วแอโนด ขั้วแคโทด ชนิดของอิเล็กโทรไลต์ ความเข้มข้นของไอออน)
 - ปัจจัยอื่นๆที่เป็นไปได้ที่อาจเกี่ยวข้องกับการทำแบตเตอรี่ปฏิบัติการเคมี(แนวคำตอบ ความเข้มข้นของไอออน)
 - นักเรียนนำเสนอจุดที่นำไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ขึ้น และนำเสนอชิ้นงาน

39. ครูเสนอแนะ ขยายความรู้เพิ่มเติมให้กับนักเรียน

6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียน เคมีเพิ่มเติม 4
2. อุปกรณ์และสารเคมี
3. Powerpoint
4. วิดีโอหรือภาพแสดงขั้นตอนการทำแบตเตอรี่

7. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านพุทธิพิสัย		
1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายหลักการคุณสมบัติของรีดิวซ์ได้ 2. อธิบายหลักการทำการงานการเขียนแผนภาพเซลล์ได้ 3. คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ได้ 4. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิได้ 5. อธิบายความรู้เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีและหลักการงานและส่วนประกอบของตะกั่วกรดไม่	ใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.1 ใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.2 ใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.3 ใบบันทึกกิจกรรมที่ 5.4	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 75
ด้านทักษะพิสัย		
1. ทดลองและอธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนได้ 2. ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนแปลงในเซลล์กัลวานิกได้ 3. เลือกวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม 4. ประยุกต์ ใช้ ชิ้น ตอน หรือ กระบวนการทางวิศวกรรมมาใช้เพื่อออกแบบ ชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญหน้าได้	-แบบ ประเมิน ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ การ ทดลอง -แบบ ประเมิน ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ การ ทดลอง/แบบประเมิน ชิ้นงาน -แบบประเมินชิ้นงาน	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านเจตพิสัย		
1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีความรับผิดชอบ มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ระดับ 2 ขึ้นไป

เกณฑ์การวัดและการประเมินผลชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การอธิบายความรู้เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทของเซลล์กัลวานิก และศักย์ไฟฟ้าในการเครื่องชาร์จพลังงานผลไม้ม	แสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องและแสดงความเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง	แสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องแต่ไม่แสดงความเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง	ไม่สามารถแสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องและไม่สามารถแสดงความเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง
2. ศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องชาร์จพลังงานผลไม้ม	วัดค่าศักย์ไฟฟ้าได้ 1.5 V ขึ้นไป	วัดค่าศักย์ไฟฟ้าได้ 1.0-1.4 V	วัดค่าศักย์ไฟฟ้าได้ 0.5-0.9 V
3. การให้เหตุผลในการออกแบบวิธีการและชิ้นงาน	แสดงเหตุผลสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างครบถ้วน ชัดเจน	แสดงเหตุผลสนับสนุนในการออกแบบได้บางส่วน	ไม่สามารถแสดงเหตุผลสนับสนุนในการออกแบบได้
4. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงาน	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	ไม่สามารถเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานและไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้
5. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สร้างชิ้นงานตามที่ต้องการ ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์และชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	สร้างชิ้นงานตามที่ต้องการ ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์หรือชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานตามที่ต้องการ ออกแบบไว้ได้
6. การนำเสนอ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายหรือรูปแบบการ	ไม่สามารถนำเสนอได้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
	นำเสนอ มีความน่าสนใจ	นำเสนอ มีความน่าสนใจ	
7. ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน	มีความแปลกใหม่และประณีต	มีความแปลกใหม่หรือประณีต	ไม่มีความแปลกใหม่และไม่ประณีต
8. การทำงานเป็นกลุ่ม	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานแต่มีสมาชิกบางส่วนไม่มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกบางส่วนไม่ได้มีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมกรรมการทดลอง มีดังนี้

คะแนน 19 - 24 ดีมาก

คะแนน 15 - 18 ดี

คะแนน 10 - 14 พอใช้

คะแนน 0 - 9 ควรปรับปรุง

มีเกณฑ์ให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมกรรมการทดลอง คือ

- เกณฑ์การให้คะแนน 4 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการเป็นประจำสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 3 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างจะสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 2 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างน้อย
- เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการน้อย

เกณฑ์การประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมการทดลอง

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ต้องปรับปรุง(1)
1. การแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนมีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนมีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่เป็นส่วนใหญ่	มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนไม่รับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	ไม่มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนไม่รับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่
2. การรู้จักแสดงความคิดเห็น	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มดีมาก	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มเป็นส่วนใหญ่	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มบางครั้ง	ไม่แสดงความคิดเห็นในกลุ่ม
3. การทำการทดลองตามขั้นตอน	มีการทำการทดลองตามขั้นตอนดีมาก	มีการทำการทดลองตามขั้นตอนเป็นส่วนใหญ่	มีการทำการทดลองตามขั้นตอนเป็นบางครั้ง	ทำการทดลองไม่ตรงตามขั้นตอน
4. ปฏิบัติการทดลองเสร็จทันเวลา	ทำการทดลองเสร็จตามเวลาที่กำหนดและถูกต้อง	ทำการทดลองเสร็จตามเวลาที่กำหนดถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ทำการทดลองช้าและไม่ค่อยถูกต้อง	ทำการทดลองช้าและไม่ถูกต้อง
5. การทดลองถูกต้อง	ทำการทดลองถูกต้องชัดเจนดีมาก	ทำการทดลองถูกต้อง	ทำการทดลองไม่ค่อยถูกต้อง	ทำการทดลองไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินการสังเกตพฤติกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
มีความสนใจใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา มีความตั้งใจและมีความเพียรพยายามในการเรียน ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากตำรา แสวงหาความรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	มีความตั้งใจและมีความเพียรพยายามในการเรียน แสวงหาความรู้ ทั้งในและนอกห้องเรียน สรุปเป็นองค์ความรู้ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	ตั้งใจเรียนและมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้
มีความรับผิดชอบ	เข้าเรียนตรงเวลา มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และสนใจเข้าร่วมกิจกรรม และทำงานเสร็จเรียบร้อยทันเวลาในคาบเรียน	เข้าเรียนช้ากว่า 15 นาที มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและสนใจเข้าร่วมกิจกรรม แต่ทำงานไม่เสร็จทันเวลาในคาบเรียน	เข้าเรียนช้ากว่า 30 นาที ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จแต่ส่งงานช้า และไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม
มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	แสดงความเป็นภาวะผู้นำสูง และมีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน และช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจโดยไม่หวังผลตอบแทน	แสดงความเป็นภาวะผู้นำบางครั้ง และมีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน และช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจโดยไม่หวังผลตอบแทน	ไม่มีภาวะผู้นำ เพื่อนสมาชิกคอยช่วยเหลืออยู่ตลอด แต่มีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางชลิตา ปัทมรีย)

ครูพี่เลี้ยง

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางกุลวดี ผ่านังหาร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นหัวหน้าฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นาย พัฒนวงศ์ ดอกไม้)

รักษาการรองผู้อำนวยการโรงเรียนกลุ่มบริหารวิชาการ

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ผลการนำไปใช้กิจกรรมการเรียนรู้

การใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้

2. ปัญหา/อุปสรรค

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม (นายวัฒนา ทัดวงศ์)
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
วิชา เคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

เลขที่	พฤติกรรมกรเรียน				รวม (9)	เกณฑ์การประเมิน	
	ชื่อ-สกุล	มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ (3)	มีความรับผิดชอบ (3)	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (3)		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินการสังเกตพฤติกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
มีความสนใจใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา มีความตั้งใจและมีความเพียรพยายามในการเรียน ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากตำรา แสวงหาความรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	มีความตั้งใจและมีความเพียรพยายามในการเรียน แสวงหาความรู้ ทั้งในและนอกห้องเรียน สรุปเป็นองค์ความรู้ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	ตั้งใจเรียนและมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้
มีความรับผิดชอบ	เข้าเรียนตรงเวลา มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และสนใจเข้าร่วมกิจกรรม และทำงานเสร็จเรียบร้อยทันเวลาในคาบเรียน	เข้าเรียนช้ากว่า 15 นาที มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและสนใจเข้าร่วมกิจกรรม แต่ทำงานไม่เสร็จทันเวลาในคาบเรียน	เข้าเรียนช้ากว่า 30 นาที ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จแต่ส่งงานช้า และไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม
มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	แสดงความเป็นภาวะผู้นำสูง และมีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน และช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจโดยไม่หวังผลตอบแทน	แสดงความเป็นภาวะผู้นำบางครั้ง และมีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน และช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจโดยไม่หวังผลตอบแทน	ไม่มีภาวะผู้นำ เพื่อนสมาชิกคอยช่วยเหลืออยู่ตลอด แต่มีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทดลอง
วิชา เคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ลำดับ	รายการสังเกต					รวม (20)
	การแบ่ง หน้าที่ ภายในกลุ่ม (4)	การรู้จัก แสดงความ คิดเห็น(4)	การทำการ ทดลองตาม ขั้นตอน(4)	ปฏิบัติการ ทดลองเสร็จ ทันเวลา(4)	ผลการทดลอง ถูกต้องสะอาด เรียบร้อย(4)	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน มีดังนี้

คะแนน	18 - 20	ดีมาก
คะแนน	14 - 17	ดี
คะแนน	10 - 13	พอใช้
คะแนน	0 - 9	ควรปรับปรุง

มีเกณฑ์ให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน คือ

เกณฑ์การให้คะแนน 4 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการเป็นประจำสม่ำเสมอ

เกณฑ์การให้คะแนน 3 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างจะสม่ำเสมอ

เกณฑ์การให้คะแนน 2 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างน้อย

เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการน้อย

เกณฑ์การประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ต้องปรับปรุง(1)
1.การแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนมีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนมีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่เป็นส่วนใหญ่	มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนไม่รับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	ไม่มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนไม่รับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่
2.การรู้จักแสดงความคิดเห็น	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มดีมาก	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มเป็นส่วนใหญ่	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มบางครั้ง	ไม่แสดงความคิดเห็นในกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ต้องปรับปรุง(1)
3.การทำการทดลองตามขั้นตอน	มีการทำการทดลองตามขั้นตอนดีมาก	มีการทำการทดลองตามขั้นตอนเป็นส่วนใหญ่	มีการทำการทดลองตามขั้นตอนเป็นบางครั้ง	ทำการทดลองไม่ตรงตามขั้นตอน
4.ปฏิบัติการทดลองเสร็จทันเวลา	ทำการทดลองเสร็จตามเวลาที่กำหนดและถูกต้อง	ทำการทดลองเสร็จตามเวลาที่กำหนดถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ทำการทดลองช้าและไม่ค่อยถูกต้อง	ทำการทดลองช้าและไม่ถูกต้อง
5.บริเวณที่ทำการทดลองสะอาดเรียบร้อย	บริเวณที่ทำการทดลอง สะอาดเรียบร้อย ดีมาก	บริเวณที่ทำการทดลอง สะอาดเรียบร้อย	บริเวณที่ทำการทดลองไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย	บริเวณที่ทำการทดลองไม่สะอาดเรียบร้อย



เอกสารแนบท้ายแผน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมที่ 5.4
แบตเตอรี่ปฏิบัติการเคมี

ชื่อกลุ่ม.....

คิด วิเคราะห์ ก่อนลงมือทำ

1. ระบุปัญหาหรือสถานการณ์

.....

.....

.....

.....

2. รายการวัสดุและอุปกรณ์

ที่	รายการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	รวม (บาท)
1	สาย USB	ฟรี		
2	DC แปลงกระแสไฟฟ้า	ฟรี		
3	ลั้งเปล่า	ฟรี		
4	สายไฟ	ฟรี		
5	สายต่อขั้วไฟฟ้า	ฟรี		
6	เครื่องโวลต์มิเตอร์	ฟรี		
7	กล่องพลาสติกใส	3		
8	โลหะสังกะสี	5		
9	โลหะแมกนีเซียม	5		
10	โลหะอะลูมิเนียม	5		
11	ทองแดง	5		
12	เหล็ก	5		
13	ดิน	ฟรี		
14	ขี้เถ้า	ฟรี		
15	น้ำ	ฟรี		
16	น้ำเกลือ	ฟรี		
รวมทั้งสิ้น (บาท)				

หมายเหตุ งบประมาณสูงสุดในการซื้อวัสดุและอุปกรณ์เท่ากับ 100 บาท

3. หลักการและเหตุผลในการสั่งซื้อวัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้

.....

เหตุผลในการเลือก

วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้

.....

เหตุผลในการเลือก

วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้

.....

เหตุผลในการเลือก

วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้

.....

เหตุผลในการเลือก

วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้

.....

เหตุผลในการเลือก

.....

วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้

.....

เหตุผลในการเลือก

.....

4. รูปแบบอุปกรณ์ที่นักเรียนช่วยกันออกแบบไว้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. สมการแสดงปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปฏิกิริยารวมที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

นักเรียนเลือกที่จะสร้างแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมีนี้ได้อย่างไร

.....

.....

เหตุผลในการเลือก

.....

6. สรุปผลการขายแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมีได้ศักย์ไฟฟ้า.....V เป็นรายได้ทั้งสิ้น
.....บาท ได้กำไร.....บาท

7. การประเมินผลและการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานออกแบบ

7.1 แบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี ที่นักเรียนออกแบบสามารถทำให้ไฟฉายติดได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

7.2 นักเรียนพบปัญหาระหว่างทำการสร้างแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ชิ้นงานที่นักเรียน
ออกแบบหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

7.3 ถ้านักเรียนพบปัญหาของแบตเตอรี่ปฏิกิริยาเคมีที่ออกแบบ นักเรียนจะปรับปรุงอย่างไร

.....

.....

.....



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ตรงกับความความคิดเห็นของท่านว่ามีความสอดคล้องต่อแผนการจัดการเรียนรู้ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ โปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน

รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก ให้ 4 คะแนน

รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลางให้ 3 คะแนน

รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย ให้ 2 คะแนน

รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

4.51-5.00 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก

2.51-3.50 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย

1.00-1.50 หมายถึง รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
1.3 สามารถวัดและประเมินผลได้					
2. สาระสำคัญ					
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)					
3. เนื้อหา					
3.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3.2 เรียงลำดับเนื้อหาได้เหมาะสม					
3.3 สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน					
4. กิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ และการวัดและประเมินผล					
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการเรียนรู้					
4.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
4.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์					
4.5 เร้าความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้					
4.6 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่น					
4.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม					
4.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม					
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
5.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้					
5.3 เร้าความสนใจต่อผู้เรียน					

6. การวัดและประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย					
6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
6.5 ระบุเกณฑ์การประเมินผลอย่างชัดเจน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบอัตนัยซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์และตัวคำถามให้ผู้เรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ในหนึ่งสถานการณ์จะประกอบไปด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ ผู้เรียนต้องตอบให้ครบทุกข้อคำถามในข้อหนึ่งๆ จะตรวจให้คะแนน ข้อละ 1 คะแนนเท่านั้น

2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 สถานการณ์ ข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน ใช้เวลา 30 นาที

3. ให้ผู้เรียนเขียนลงในกระดาษคำตอบให้ถูกต้อง

4. คิดให้รอบคอบก่อนตอบ ถ้ามีปัญหาให้ถามครูหรืออาจารย์ผู้คุมสอบ

5. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 1

นายปิงปองได้เริ่มตั้งโรงงานผลิตฝักกาดองยี่ห้อใหม่ ในช่วงการตั้งโรงงาน นายปิงปองมีต้นทุนการผลิตน้อยมากจึงใช้กระป๋องที่ทำจากแผ่นเหล็กดำซึ่งเป็นกระป๋องที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำผ่านการรีดเย็นเป็นแผ่นบางๆ (cold-reduced steel plate) มาบรรจุฝักกาดองเพื่อนำออกจำหน่าย และเมื่อนำออกจำหน่าย ผลการตรวจสอบพบว่าฝักกาดองจากโรงงานของปิงปองมีไอออนของโลหะเหล็กปนเปื้อนจึงไม่ได้รับการรับรองและไม่อนุญาตให้นำออกจำหน่าย

คำถาม จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

.....

.....

คำถาม สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

คำถาม จากสาเหตุของปัญหา ถ้านักเรียนเป็นนายปิงปองจะมีวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร

.....

.....

.....

คำถาม จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
ระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา	สามารถระบุสิ่งที่ เป็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้หลากหลายและถูกต้อง	สามารถระบุสิ่งที่ เป็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้ถูกต้องเป็น ส่วนมาก	สามารถระบุสิ่งที่ เป็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้ถูกต้องเป็น บางส่วน	ไม่สามารถระบุสิ่งที่ เป็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้หรือไม่เขียนตอบ
นิยามสาเหตุของปัญหา	สามารถระบุสิ่งที่ เป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง อย่างน้อย 3 ข้อ	สามารถระบุสิ่งที่ เป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ	สามารถระบุสิ่งที่ เป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้ถูกต้องอย่างน้อย 1 ข้อ	ไม่สามารถระบุสิ่งที่ เป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้หรือไม่เขียนตอบ
แนวทางแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา	สามารถเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา	สามารถเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมในการแก้ปัญหา	สามารถเลือกแนวทางที่มีความเหมาะสมเป็นปานกลางในการแก้ปัญหา	สามารถเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ
พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา	ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับดีมาก	ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับดี	ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับปานกลาง	ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาไม่สามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่เขียนตอบ

เกณฑ์ในการประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา

ร้อยละของคะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาเฉลี่ย	ช่วง คะแนน	ระดับความสามารถในการ แก้ปัญหา
ร้อยละ 80 ขึ้นไป	42-48	ดีมาก
ร้อยละ 70-79	36-41	ดี
ร้อยละ 60-69	30-35	ปานกลาง
ร้อยละ 50-59	24-29	ควรปรับปรุง
ต่ำกว่าร้อยละ 50	ต่ำกว่า 24	ไม่ผ่านเกณฑ์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คำชี้แจง

1. เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วกากบาท (x) ลงในช่องว่างข้อ ก. ข. ค. ง. และ จ.
3. ห้ามนักเรียนนำแบบทดสอบออกนอกห้องเรียนโดยเด็ดขาด
4. ห้ามนักเรียนทุจริตในการสอบ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถ้าฝ่าฝืนจะปรับให้ 0 คะแนน

1. ข้อใดกล่าวถึงปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันไม่ถูกต้อง

- ก. เติมอะตอมออกซิเจนในสาร เรียกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- ข. ดึงอิเล็กตรอนออกจากสาร เรียกว่าปฏิกิริยารีดักชัน
- ค. สารที่เป็นตัวออกซิไดส์จะรับอิเล็กตรอนในระหว่าง เกิดปฏิกิริยา
- ง. ปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันจะเกิดได้ต้องมีตัวกระตุ้น
- จ. สารที่เป็นตัวรีดิวซ์จะให้อิเล็กตรอนในระหว่าง เกิดปฏิกิริยา

2. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของปฏิกิริยา

รีดอกซ์

- ก. ปฏิกิริยาที่ประกอบด้วยตัวออกซิไดส์
- ข. ปฏิกิริยาที่มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
- ค. ปฏิกิริยาที่มีเลขออกซิเดชันคงที่
- ง. ปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอน
- จ. ปฏิกิริยาที่ประกอบด้วยตัวรีดิวซ์

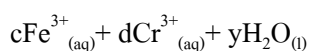
3. ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามเกี่ยวกับปฏิกิริยารีดอกซ์

- ก. มีการถ่ายโอนโปรตอนจากสารหนึ่งไปยังอีกสารหนึ่ง
- ข. มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังอีกสารหนึ่ง
- ค. มีอะตอมของธาตุออกซิเจนเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ
- ง. เกิดทั้งออกซิเดชันและรีดักชันในขณะเดียวกัน
- จ. มีธาตุแทรนซิชันร่วมด้วยเสมอ

4. ข้อใดหมายถึงตัวรีดิวซ์

- ก. สารที่ให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น
 ข. สารที่ให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลง
 ค. สารที่รับอิเล็กตรอนจากสารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น
 ง. สารที่รับอิเล็กตรอนจากสารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลง
 จ. สารที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน

5. จงดุลสมการรีดอกซ์นี้ แล้วให้บอกว่า a b c d มีค่าเท่าใด $a\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + b\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(aq)} + x\text{H}^+_{(aq)} \square$



- ก. 6, 1, 6, 2 ข. 1, 1, 1, 2 ค. 3, 2, 3, 4 ง. 3, 1, 3, 2 จ. 2, 3, 1, 2

6. เมื่อดุลสมการ $\text{NaCl}(s) + \text{H}_2\text{O}_2(aq) + \text{FeCl}_2(aq) \square \text{FeCl}_3(aq) + \text{NaOH}(aq)$ ตัวเลขสัมประสิทธิ์ที่

บอกจำนวนโมลของ NaOH จะมีค่าเท่าใด

- ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4 จ. 5

7. ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานมีค่าเท่าใด

- ก. 1.00 ข. 0.00 ค. 10.00 ง. 100.00 จ. 1000.00

8. วิธีการหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ (E°_{cell}) หาได้จากข้อใด

ก. $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{แคโทด}} - E^\circ_{\text{แอโนด}}$

ข. $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{แอโนด}} - E^\circ_{\text{แคโทด}}$

ค. $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cell}} - \log K_{\text{eq}}$

ง. $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cell}} - \log$

จ. $E^\circ_{\text{cell}} = -\log$

9. เมื่อพิจารณาเข็มของโวลมิเตอร์ ขั้วไฟฟ้า A และ B ควรจะเป็นประจุใด

- ก. ขั้วไฟฟ้า A เป็นประจุบวก
 ข. ขั้วไฟฟ้า B เป็นประจุลบ
 ค. ขั้วไฟฟ้า A เป็นประจุลบ
 ง. ขั้วไฟฟ้า B เป็นประจุบวก
 จ. ถูกทั้งข้อ ค. และ ง.

10. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์อย่างสมบูรณ์ ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้เรียกว่าเซลล์อะไร

- ก. เซลล์แอลคาไลน์ ข. เซลล์ทุติยภูมิ ค. เซลล์ปฐมภูมิ ง. เซลล์ปรอท จ. เซลล์เงิน



ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.4	0.55	มาก
1.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	5	4	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.67	4.33	5.00	4.33	5.00	4.67	0.33	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4	0.55	มาก
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	4.2	0.45	มาก
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่	5	4	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.67	4.00	5.00	4.33	4.00	4.40	0.43	มาก
3. สื่อ/แหล่งเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3.2 เรียงลำดับเนื้อหาได้เหมาะสม	5	5	5	4	5	4.8	0.45	มากที่สุด
3.3 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	4	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4	5	5	4	4	4.4	0.55	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.75	4.75	5.00	4.50	4.50	4.70	0.21	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้								
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ และการวัดและประเมินผล	5	4	5	4	4	4.4	0.55	มาก
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4	0.55	มาก
4.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.6	0.55	มาก
4.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4	4	5	4	5	4.4	0.55	มากที่สุด
4.5 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4	4	4	3	5	4	0.71	มาก
4.6 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4	5	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด
4.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม	4	4	4	4	5	4.2	0.45	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอน	4	5	5	4	4	4.4	0.55	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.75	4.75	5.00	4.50	4.50	4.70	0.21	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้								
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ และการวัดและประเมินผล	5	4	5	4	4	4.4	0.55	มาก
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4	0.55	มาก
4.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.6	0.55	มาก
4.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4	4	5	4	5	4.4	0.55	มากที่สุด
4.5 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4	4	4	3	5	4	0.71	มาก
4.6 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4	5	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้ช่วยชาอญ					\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม	4	4	4	4	5	4.2	0.45	มาก
4.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม	5	4	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.50	4.13	4.75	4.00	4.63	4.40	0.32	มาก
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้								
5.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
5.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน	4	4	5	3	4	4	0.71	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.67	4.00	5.00	4.33	4.00	4.40	0.43	มาก
6. สาระการเรียนรู้								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด
6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย	4	4	5	4	5	4.4	0.55	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.4	0.55	มาก
6.5 ระบุเกณฑ์การประเมินผลอย่างชัดเจน	4	4	5	5	4	4.4	0.55	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.40	4.00	5.00	4.40	4.80	4.52	0.39	มากที่สุด
รวม								

จากตารางที่ ค.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ในแต่ละข้อมีค่ามากกว่า 3.51 ทุกข้อ จากการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีค่าความสอดคล้องรวมมีค่าเท่ากับ 4.50 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมากและสามารถนำมาจัดการเรียนการสอนได้

ตารางที่ ค.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
12	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
16	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง

จากตารางที่ ค.2 เมื่อนำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 แสดงว่าแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนได้

ตารางที่ ค.3

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 16 ข้อ

ข้อที่/ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2
2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3
3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
4	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
5	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3
6	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
7	3	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2
8	2	2	3	1	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2
9	2	2	2	1	2	3	3	2	2	2	2	3	1	2	2	2
10	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2
11	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	3	3	3
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
13	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2
14	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2
15	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2
16	2	2	2	1	2	2	2	2	2	0	1	2	2	2	2	2
17	1	2	2	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2
18	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2
19	0	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1
20	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	0	1	2	2	2	2
21	2	2	1	1	2	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
22	1	2	2	1	2	1	2	2	1	0	2	1	1	2	3	3
23	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1
24	1	2	1	0	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2
25	1	2	1	2	2	0	2	2	3	2	2	1	2	1	1	1
26	0	1	2	2	1	0	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่/ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\sum X_i$	49	57	50	42	54	50	52	51	54	50	46	47	56	58	58	56
$\sum X_i^2$	11	13	10	80	12	11	11	10	11	10	92	95	13	14	13	13
	3	3	6		2	6	2	7	6	8			2	0	8	0
$\sum S_i$	0.7	0.3	0.3	0.4	0.3	0.7	0.3	0.2	0.1	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
$\sum S_i^2$	9	1	8	7	8	6	1	7	5	6	1	9	4	1	3	6

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ
ครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method)

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

เมื่อ α เป็นสัมประสิทธิ์แอลฟา

k เป็นจำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวม t

จากสูตร

$$\alpha = \left(\frac{16}{16-1} \right) \left(1 - \frac{6.60}{36.99} \right)$$

$$\alpha = (1.06)(0.82)$$

$$\alpha = 0.88$$

ตารางที่ ค.4

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง (IOC)	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
9	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
13	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
33	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
34	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
35	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8-1.0 จากการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 35 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.5

ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง จำนวน 35 ข้อ

ที่	ค่าความยาก (P)	แปลผล	อำนาจ จำแนก (B)	แปลผล	แปลผล	คุณภาพ ข้อสอบ	การ นำไปใช้
1	0.27	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
2	0.46	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
3	0.42	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
4	0.35	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
5	0.31	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
6	0.23	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
7	0.31	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
8	0.23	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
9	0.00	ทิ้ง	0.00	ตัดทิ้ง	ปรับปรุง หรือตัดทิ้ง	ไม่ดี	ตัดทิ้ง
10	0.65	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
11	0.42	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
12	0.50	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
13	0.54	ใช้ได้	-0.38	ตัดทิ้ง	ปรับปรุง หรือตัดทิ้ง	ไม่ดี	ตัดทิ้ง
14	0.31	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
15	0.42	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
16	0.54	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
17	0.31	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
18	0.27	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
19	0.42	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
20	0.58	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง

(ต่อ)

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ที่	ค่าความยาก (P)	แปลผล	อำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผล	คุณภาพข้อสอบ	การนำไปใช้
21	0.77	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
22	0.46	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
23	0.69	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
24	0.73	ใช้ได้	-0.27	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	ไม่ดี	ตัดทิ้ง
25	0.96	ทิ้ง	0.07	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	ไม่ดี	ตัดทิ้ง
26	0.31	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
27	0.42	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
28	0.50	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
29	0.42	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง
30	0.42	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
31	0.58	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
32	0.92	ทิ้ง	-0.01	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	ไม่ดี	ตัดทิ้ง
33	0.69	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้	ดีมาก	ใช้จริง
34	0.58	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้	ดี	ใช้จริง
35	0.31	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้	พอใช้	ใช้จริง

จากตารางสรุปว่า การประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.27-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.20-0.49 ในการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 35 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.6

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี จำนวน 30 ข้อ

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	23	529	8	64
2	12	144	-3	9
3	21	441	6	36
4	21	441	6	36
5	10	100	-5	25
6	20	400	5	25
7	16	256	1	1
8	11	121	-4	16
9	13	169	-2	4
10	21	441	6	36
11	9	81	-6	36
12	22	484	7	49
13	13	169	-2	4
14	9	81	-6	36
15	20	400	5	25
16	11	121	-4	16
17	10	100	-5	25
18	20	400	5	25
19	10	100	-5	25
20	24	576	9	81
21	21	441	6	36
22	23	529	8	64
23	15	225	0	0
24	11	121	-4	16
25	23	529	8	64

(ต่อ)

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
26	15	225	0	0
รวม	424	7624	34	754

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Reliability) โดยใช้วิธีการของ โลเวท (Lovett)

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

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน
 k แทน จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด
 c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ (15)
 x_i แทน คะแนนของแต่ละข้อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แทนค่าในสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{(26)(424) - 7624}{(26-1)(754)}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.18$$

$$r_{cc} = 0.82$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.82



ภาพนวก ง

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



สำเนาคู่มือฉบับ

ที่ ศธ. ๐๕๔๐.๐๒/ว.๕๗๒๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน นางชลิตา ปัทมริย์

ด้วย นายวัฒนา ทัดวงศ์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๑๘ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนนรบิอวิทยาคาร” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วย
ความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดี

ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖

www.edurmu.org

.....ร่าง
.....พิมพ์
.....ทาน
๑๔/๘/๖๑วันที่



สำเนาฉบับ

ที่ ศธ. ๐๕๔๐.๐๒/ว.๕๗๒๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ดร.ฉันทชัย จันทร์เทศ

ด้วย นายวัฒนา ทัดวงศ์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๑๘ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วย
ความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดี

ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖

www.edurmu.org

.....ร่าง
.....พิมพ์
.....ทาน
.....วันที่
๒๔/๘/๖๑



สำเนาฉบับ

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ ว. ๓๘๒/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขอรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ

ด้วย นายวัฒนา ทดวงศ์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๑๘ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วย
ความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ความถูกต้องของเครื่องวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผนงาน รักษาราชการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์

ร่าง
พิมพ์
วันที่
๒๔/๘/๖๑



สำเนาฉบับ

ที่ ศธ. ๐๕๔๐.๐๒/ว.๕๗๒๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ดร.เกรียงไกร พลหงษ์

ด้วย นายวัฒนา ทัดวงศ์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๘ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วย
ความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดี

ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖

www.edurmu.org

รับทราบ
วันที่ ๒๔/๘/๖๑



สำเนาฉบับ

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ ว. ๓๘๒/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ด้วย นายวัฒนา ทัดวงศ์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๑๘ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วย
ความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผนงาน รักษาการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์

๑๓๓๓
๑๓๓๓
๒๕/๘/๒๕

การเผยแพร่งานวิจัย

วัฒนา ทัดวงศ์ พรรณวิไล ดอกไม้ และวันดี รักไร่. (2562). การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิ
ทยาการ. ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 4. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชธานี.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายวัฒนา ทัดวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	28 เมษายน 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	77 หมู่ 5 บ้านกกกอก ตำบลบัวมาศ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม 44130
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2560	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2562	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา (แผนวิชาชีพครู) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY