



การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ

ปริญวรรณ สุนทรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



ENHANCING GRADE 11 STUDENT'S PROBLEM-SOLVING SKILLS
BY STEM EDUCATION IN PERIODIC TABLE

PARINYAWAN SUNTHARAK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHTHANI UNIVERSITY
ACADAMIC YEAR 2021
COPYRIGHT OF UBON RATCHTHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ

ผู้วิจัย นางสาวปริญวรรณ สุนทรักษ์

คณะกรรมการสอบ

ดร.สนธิ พลชัยยา

ประธานกรรมการ

ดร.สุภาพ ตาเมือง

กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวันรัตน์ วุฒิเสลา

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวันรัตน์ วุฒิเสลา)

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร จิ่งสุทธิวงษ์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2564

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวัน วุฒิสเลา ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย การเขียนรายงานวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างเรียบร้อย สมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร.สนธิ พลชัยยา และ ดร.สุภาพ ตาเมือง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่กรุณาให้ความรู้และสละเวลาให้คำปรึกษา ชี้แนะในการศึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษาในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมาทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครูและบุคลากรทางการศึกษา โรงเรียนชานุมานวิทยาคม อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการวิจัย และขอขอบคุณ บิดา มารดา พี่น้องและเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้เสมอมา

ปริญวรรณ สุนทรักษ์

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

- ชื่อเรื่อง : การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ
- ผู้วิจัย : ปริยวรรณ สุนทรักษ์
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตระกูล วุฒิสเลา
- คำสำคัญ : ตารางธาตุ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา, ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเจาะจง แบบแผนการวิจัย คือ การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ABSTRACT

TITLE : ENHANCING GRADE 11 STUDENT'S PROBLEM-SOLVING SKILLS BY
STEM EDUCATION IN PERIODIC TABLE

AUTHOR : PARINYAWAN SUNTHARAK

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. KARNTARAT WUTTISELA, Ph.D

KEYWORDS : PERIODIC TABLE, LEARNING ACHIEVEMENT, STEM EDUCATION,
PROBLEM-SOLVING SKILLS

The purpose of this research was to develop the students' problem-solving skills and to compare learning achievement by using STEM Education in Periodic table. The participants were 30 students, purposively selected from the populations of grade 11 students. The research model involved a one-group pretest and posttest design. The tools used in the research were STEM Education techniques concerned with Periodic table problem-solving ability and a learning achievement test. The results revealed that the posttest score of students' problem-solving skills and the academic achievement of students with STEM learning management after learning were significantly higher than before at a p-value of 0.05.

สารบัญ

	หน้า
กิจติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills)	7
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)	8
2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement)	11
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	16
3.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	16
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	17
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	19
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	20
บทที่ 4 ผลและอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานักเรียน เรื่อง ตารางธาตุ	23
4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน เรื่อง ตารางธาตุ	31
4.3 ผลการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	
ก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	60
ข แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	71
ค เอกสารกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	77
ง แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	86
จ คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	95
ฉ การเก็บรวบรวมข้อมูล	98
ช บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่	103
ประวัติผู้วิจัย	117

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ	18
4.1 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังจากการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ข้อที่ 1 อัตนัย	24
4.2 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังจากการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ข้อที่ 2 อัตนัย	29
4.3 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังจากการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ข้อที่ 3 ปรนัย	30
4.4 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรม	31
4.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน	32
4.6 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียน	32
4.7 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแยกตามเนื้อหา	34
จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพ (เคมี) เรื่อง ตารางธาตุ	96
ฉ.1 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนรายบุคคล	99
ฉ.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ในข้อที่นักเรียนตอบถูกต้องแบบปรนัย ข้อ 1 -26	101
ฉ.3 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ในข้อที่นักเรียนตอบถูกต้องแบบปรนัยพร้อมให้เหตุผล ข้อ 27 – 30	102

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนชั้นระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา	25
4.2	คะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคำตอบคำตอบ ของนักเรียนในข้อที่ 1.1	26
4.3	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนชั้นสาเหตุของปัญหา	26
4.4	คะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคำตอบคำตอบ ของนักเรียนในข้อที่ 1.2	27
4.5	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนชั้นการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา	27
4.6	คะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคำตอบคำตอบ ของนักเรียนในข้อที่ 1.3	28
4.7	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนชั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา	28
4.8	คะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคำตอบคำตอบ ของนักเรียนในข้อที่ 1.4	29
4.9	ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล	33
4.10	ผลความก้าวหน้าทางการเรียนแยกตามเนื้อหา	34
4.11	ผลความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ แบบปรนัย ข้อ 1 – 26	35
4.12	ข้อสอบข้อที่ 2 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด	35
4.13	จำนวนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ตอบถูกในข้อ ค.	36
4.14	ข้อสอบข้อที่ 19 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด	36
4.15	จำนวนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ตอบถูกในข้อ ค.	37
4.16	ผลความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ แบบปรนัยพร้อมให้เหตุผล ข้อ 27 - 30	37
4.17	ข้อสอบข้อที่ 29 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด	38
4.18	จำนวนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ตอบถูกในข้อ 29	38
4.19	แสดงข้อสอบข้อที่ 27 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด	39
4.20	จำนวนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ตอบถูกในข้อ 27	40
4.21	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการวิเคราะห์สถานการณ์	41
4.22	ตัวอย่างคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ของนักเรียน	41
4.23	ตัวอย่างการสืบค้นตารางธาตุรูปแบบต่าง ๆ สมบัติ	42
4.24	ตัวอย่างการสืบค้นตารางธาตุรูปแบบต่าง ๆ สมบัติ	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.25	ตัวอย่างการสืบทอดขั้นตอนและวิธีการสร้าง QR Code	44
4.26	ตัวอย่างการออกแบบ QR code ของนักเรียนจากกิจกรรม QR Code	45
4.27	รายละเอียดข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 1	45
4.28	รายละเอียดข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 2	46
4.29	รายละเอียดข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 3	46
4.30	วัสดุ - อุปกรณ์ ที่กำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม	47
4.31	แบบร่างตารางธาตุของนักเรียนกลุ่ม 1	47
4.32	แบบร่างตารางธาตุของนักเรียนกลุ่ม 2	48
4.33	แบบร่างตารางธาตุของนักเรียนกลุ่ม 3	48
4.34	การนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 1	49
4.35	การนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 2	49
4.36	การนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 3	50
4.37	กิจกรรมการเรียนรู้ STEM: ตารางธาตุ	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตารางธาตุเปรียบเสมือนบันไดขั้นแรกของวิชาเคมี ถือเป็นความรู้พื้นฐานที่จะนำไปต่อยอดยังเนื้อหาเคมีในระดับที่สูงขึ้น และเนื่องจากตารางธาตุไม่ได้มีแค่สัญลักษณ์และชื่อของธาตุเท่านั้น เนื้อหาของเรื่องตารางธาตุยังแยกย่อยออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ เช่น การแบ่งกลุ่มของธาตุในตารางธาตุ ความเป็นโลหะ – อโลหะของธาตุ สมบัติต่าง ๆ ของธาตุ และการนำไปใช้ประโยชน์ เป็นต้น จากการจัดการเรียนการสอนเรื่องตารางธาตุ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดพื้นฐานและความเข้าใจ นักเรียนทราบแต่เพียงว่าสัญลักษณ์ธาตุนี้มีชื่อว่าอย่างไรและส่วนใหญ่ใช้เป็นเพียงพื้นฐานแค่ในการเรียนหนังสือเท่านั้น มีแค่นักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่ทราบว่าธาตุต่าง ๆ เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันอย่างไร ซึ่งอาจเกิดจากปัญหาในเรื่องของการจัดการเรียนการสอนของครู นั่นคือยังคงยึดถือการสอนแบบดั้งเดิม คือการสอนแบบบรรยาย สอนตามหนังสือ ไม่มีสื่อการสอน ไม่มีกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นและส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้แบบท่องจำ ขาดกระบวนการเรียนรู้ การคิดวิเคราะห์ ส่งผลให้ไม่สามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ในวิชาเคมีได้เลย

ด้วยเหตุนี้ ครูจำเป็นต้องหาวิธีการและกิจกรรมที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้และเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสับสนในเนื้อหาและความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ครูจะต้องให้ความสำคัญในการลำดับขั้นตอนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา หากครูผู้สอนบกพร่องในส่วนนี้จะส่งผลให้นักเรียนขาดประสิทธิภาพและทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะที่สำคัญประการหนึ่งที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทักษะกระบวนการที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาและการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาก็เกิดได้จากการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการคิด กระบวนการคิด ทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้และความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้คิดเป็นทำเป็นแก้ปัญหาด้วยตนเองและในระบบกลุ่มเพื่อปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสังคมสิ่งแวดล้อมเทคโนโลยีต่าง ๆ (ประเวศ วะสี, 2539) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดผล

สะท้อนที่ยั่งยืนแก่นักเรียน ครูจึงต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ก่อนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ในการจัดการศึกษาของประเทศไทยได้มีการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2562 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาใน มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และในมาตรา 24 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังต่อไปนี้ (1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และ (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (สำนักงานคุรุสภา, 2562) จะเห็นว่านโยบายการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2562 มีความต้องการที่จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ การแก้ปัญหาที่ได้พบเจอจากสถานการณ์จริง โดยการนำความรู้ในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทและสถานการณ์

การจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเหมาะสมกับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 คือการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 4 วิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สถาบันการสอนส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) นักเรียนจะได้ใช้องค์ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สู่การสร้างสรรค์และปรับปรุงนวัตกรรมขึ้นมาใหม่ (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำทักษะการแก้ปัญหาเข้ามามีส่วนร่วมในชั้นเรียนเป็นส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบและเข้าใจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริง ผู้เรียนเกิดการศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล วิธีแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ ดังงานวิจัยของ อนันต์ ธีระสุข (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า หลังจากจัดกิจกรรมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ พัฒนสิน สิริไชยสิทธิ์ (2564)

ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง นักธรณีวิทยารุ่นเยาว์ พบว่า มีความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก นักเรียนมีข้อเสนอแนะทางอยู่ในระดับมาก นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการเสนอแนะแนวทางและสามารถนำมาใช้จริงทั้งหมด

นอกจากกิจกรรมการเรียนรู้แล้วสื่อการสอนก็มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ดังทฤษฎีของกาเย่ โดยสื่อการสอนสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น ภาพ การ์ตูน หรือกราฟฟิคดึงดูดสายตา ความอยากรู้อยากเห็นจะเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจในบทเรียน กระตุ้นความจำของนักเรียน (ราตรี พุทธทอง, 2543) ซึ่งในปัจจุบันพบว่าการนำสมาร์ตโฟนเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้อย่างแพร่หลาย สามารถทบทวนบทเรียนออนไลน์ผ่านสมาร์ตโฟนได้ถือว่าการเรียนรู้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน สอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากการศึกษาพบว่าการใช้สื่อไอทีเพื่ออธิบายแบบจำลอง หรือสัญลักษณ์ในรูปแบบ 3 มิติซึ่งสามารถมองแบบจำลองผ่านแอปพลิเคชันของสมาร์ตโฟน (smartphone) ระบบแอนดรอยด์ (android) เช่น การใช้เทคโนโลยีเมนเดิลเรียลลิตี้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี (ณัฐ ดิษเจริญ และคณะ, 2557) การใช้เทคโนโลยีออกเตดเรียลลิตี้เพื่ออธิบายเรื่องสภาพผิวของโมเลกุลโคเวเลนต์ (ไชยา พรหมโส, 2558) การใช้สื่อประสม และแอปพลิเคชันตารางธาตุในเรื่องตารางธาตุ (นุชจิรา แดงวันสี และคณะ, 2559) การสร้างแอปพลิเคชันตารางธาตุแบบความเป็นจริงในรูปแบบจิ๊กซอว์ผ่านสมาร์ตโฟน (วัชรพงษ์ โธรัตน์, 2560) และการเรียนรู้ตารางธาตุผ่านสมาร์ตโฟนด้วย QR code (Vasco D.B. Bonifácio, 2012) เป็นต้น

จากงานวิจัยพบว่าการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนสามารถช่วยให้นักเรียนมีการเรียนรู้ มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการนำเทคโนโลยีที่ใช้ร่วมกับสมาร์ตโฟนเข้ามามีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องตารางธาตุของนักเรียน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3.2 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 กลุ่มประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 200 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนชานุมานวิทยาคม อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนชานุมานวิทยาคม อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

1.4.3 ระยะเวลาในการดำเนินการ

เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2563 ถึง 31 กรกฎาคม 2563 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง ตารางธาตุ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1.5.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเพิ่มสูงขึ้น

1.5.3 นักเรียนสามารถนำ STEM ไปใช้แก้ปัญหาที่เผชิญในชีวิตจริงได้

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตได้อย่างมีระบบ สามารถรับรู้ปัญหา สาเหตุ ทางเลือกและลงมือปฏิบัติอย่างถูกต้องเหมาะสม ขั้นตอนของการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ดังนี้

1.6.1.1 ชั้นระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ โดยอาศัย ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น มีการรวบรวม จัดระเบียบ หาความสัมพันธ์ของปัญหา เพื่อกำหนดปัญหาให้ถูกต้องและชัดเจน

1.6.1.2 ชั้นนิยามสาเหตุของปัญหา เป็นการตรวจสอบสาเหตุหรือการเลือกสาเหตุที่สำคัญ ที่นำมาสู่ปัญหานั้น และการระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

1.6.1.3 ชั้นแนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นการระดมความคิดสร้างสรรค์ ในการแก้ไขปัญหานั้น จึงวิเคราะห์ความเป็นไปได้และลดจำนวนวิธีการแก้ปัญหานั้นจนคาดว่าจะเหลือวิธีที่เกิดประสิทธิผลมากที่สุด และวางแผนการปฏิบัติงานซึ่งจะต้องมีการกำหนดกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอน

1.6.1.4 ชั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา คือการตรวจสอบความคืบหน้าของการทำงานที่ได้วางแผนและปฏิบัติงาน เพื่อที่จะได้ทราบว่าปัญหาและอุปสรรคใดที่เกิดขึ้นจากการทำงาน และเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่

1.6.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

หมายถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการข้ามสาขาวิชาทั้ง 4 ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M)

มีลักษณะการสอนที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน แล้วใช้เทคโนโลยีมาช่วยอำนวยความสะดวกในการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิศวกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

1.6.2.1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์

1.6.2.2 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและศึกษาจากสถานการณ์

1.6.2.3 เลือกวิธีการที่เหมาะสมจากข้อมูลที่มีอยู่

1.6.2.4 ออกแบบชิ้นงานตามเงื่อนไขของปัญหา

1.6.2.5 ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้น

1.6.2.6 ปรับปรุงชิ้นงานที่ได้ให้ดียิ่งขึ้น

1.6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ดังนี้

1.6.3.1 ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

1.6.3.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1.6.3.3 การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

1.6.3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1.6.4 ความก้าวหน้าทางการเรียน

หมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ค่า Normalized gain

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills)
- 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)
- 2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement)
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้มีผู้วิจัยให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา (2550: 25) ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหว่าการใช้ประสบการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเองที่เกิดจากการสังเกต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ และการสรุปความเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และวัชร่า เล่าเรียนดี (2548: 8) กล่าวว่า ทักษะในการแก้ปัญหามีถึง ความสามารถในการเข้าใจปัญหา มองเห็นสาเหตุของปัญหา และผลที่จะเกิดขึ้นจากปัญหานั้น รวมทั้งความสามารถคิดหาวิธีแก้ปัญหานั้น ได้อย่างมีเหตุผล และผู้วิจัยได้กล่าวถึงขั้นตอนของทักษะการแก้ปัญหา ว่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552: 232-234) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้น อาจแจกแจงได้มากหรือน้อยกว่า 4 ขั้น แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่ง และได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

- (1) การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นตอนนี้ คือ ความสนใจที่มีต่อผู้พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องมาจากความอยากรู้ อยากเห็น และทักษะการสังเกต
- (2) การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า สมมติฐาน
- (3) การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

(4) การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความหมาย อธิบายข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

บุญนำ อินทนนท์ (2552: 70; อ้างอิงจาก Weir John Joseph, 1974: 16-18) กล่าวว่าทักษะการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด ของผู้เรียนแก้ปัญหาที่พบ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้น ดังนี้

(1) ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

(2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์

(3) ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผน เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือเพียงหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้

(4) ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีเพื่อแก้ไขปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่และผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

อนันต์ ธีสุข (2557) กล่าวว่าทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา วิธีแก้ปัญหา ตลอดจนผลที่จะเกิดขึ้นจากปัญหา และการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของความรู้ที่มีอยู่ โดยอาศัยวิธีทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

ศิริพิมล หงษ์เหม และสุเทพ อ่วมเจริญ (2557) ได้เสนอขั้นตอนทักษะการแก้ปัญหาทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นประเมินผล

ดังนั้น ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง การค้นพบและเข้าใจสภาพปัญหาของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริง ผู้เรียนเกิดการศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล วิธีแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอน ดังนี้ ขั้นระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา ขั้นแนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา และขั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับ

การพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้มีนักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

อภิสิทธิ์ ธงชัย และคณะ (2555) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยทั้ง 4 วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์ และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

มนตรี จุฬาวัฒนพล (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางจัดการเรียนการสอน รูปแบบใหม่ที่เน้นการบูรณาการการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดการสร้างสรรคสิ่งใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556) ได้กล่าวว่า STEM Education คือ การสอนแบบบูรณาการ ข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิชา วิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่น ของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาสถสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำ ความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

นสรินทร์ ปือชา (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการทาง วิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้ และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต เพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การนำความรู้จากการบูรณาการ ศาสตร์ ทั้ง 4 วิชา คือ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประสบการณ์จริง โดยการสร้างความเข้าใจในทฤษฎีหรือ กฎผ่านการปฏิบัติจริง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ พัฒนาการบูรณาการนำไปสู่การสร้าง ผลผลิตใหม่ที่มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

2.2.2 ลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีแนวคิดและลักษณะ ดังนี้ (DeJarnette, 2012; Wayne, 2012; Breiner et al., 2012; ธวัช ชิตตระการ, 2555; รัชพล ธนานุวงศ์, 2556 ก; อภิสิทธิ์ ธงชัย และคณะ, 2555) เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา นั่นคือการบูรณาการ ระหว่างศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาสถสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิชาวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้ลึกทำหายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

วิชาเทคโนโลยี ธรรมชาติของวิชาเทคโนโลยีนั้น เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกัน

วิชาวิศวกรรมศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ในระดับอุดมศึกษา แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

วิชาคณิตศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือ (1) กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ (2) ภาษาทางคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ และ (3) ส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

กล่าวคือ สะเต็มศึกษาเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ว่าด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เกิดจากการค้นคว้าหาความรู้และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยการบูรณาการศาสตร์ของทั้ง 4 สาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา

2.2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (กฤษลดา ชูสินคุณวุฒิ, 2557; อ้างอิงจาก NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

2.2.3.1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2.2.3.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

2.2.3.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

2.2.3.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2.2.3.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

2.2.3.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

กล่าวคือ ขั้นตอนที่สำคัญในการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือ ผู้เรียนจะต้องเข้าใจถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหา เมื่อเข้าใจจึงจะสามารถดำเนินการในขั้นตอนต่อไปได้ แต่การที่จะได้มาซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหานั้น จะต้องศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับปัญหาให้ละเอียดและครบถ้วน ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าช่วย (กวิน เชื่อมกลาง, 2556) เพื่อให้ได้วิธีการและผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แสดงถึงพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาอย่างน้อยเพียงใด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสำคัญ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นดัชนีประการหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของการศึกษา ได้มีนักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีผู้ให้ความหมายไว้หลายประการ ดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ด้านสติปัญญาหรือความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ยึดแนวทางของ Klopfer ในการประเมินผลการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ ความคิด แบ่งได้ 4 ด้าน ดังนี้

- (1) ด้านความรู้ความจำ
- (2) ด้านความเข้าใจ
- (3) ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- (4) ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมแสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

อารีย์ วชิรวรการ (2542) ได้สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน นอกโรงเรียนและรวมถึงสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการฝึกการสอนและอบรม ก็นับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เช่นเดียวกัน

กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงหมายถึง การประมวลความรู้ที่ได้รับมาจากกิจกรรมการเรียนการสอน การฝึกปฏิบัติอบรม และรวมถึงประสบการณ์ทั้งในและนอกโรงเรียน ซึ่งวัดได้จากเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถบอกได้ว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นอย่างไร

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้โดยการนำกระบวนการทักษะการแก้ปัญหามาใช้ในการดำเนินกิจกรรมเป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า เพื่อ

นำเอาข้อมูลที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้มีนัยการศึกษาและผู้วิจัย ดังนี้

อนันต์ ธารสุข (2557) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาาสตร์ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่ได้รับการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหา คะแนนเฉลี่ยจิตวิทยาาสตร์หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามปกติ

ศิริพิมล หงษ์เหม และสุเทพ อ่วมเจริญ (2557) กล่าวว่าหลังจากที่นักเรียนได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการแก้ปัญหา พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนในชั้นวางแผนเป็นลำดับที่หนึ่ง รองลงมาคือขั้นตอนการดำเนินการ ขั้นทำความเข้าใจ และขั้นประเมินผล ตามลำดับ

จำลอง อบอุ่น (2559) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเริ่มจากการกำหนดประเด็นปัญหาที่เชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ โดยออกแบบกิจกรรมจากง่ายไปหายากและบูรณาการศาสตร์การเรียนรู้ทั้งสี่วิชาเข้าด้วยกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเองมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอนเกิดการเรียนรู้ร่วมกันและการสร้างชิ้นงาน นักเรียนเกิดความชื่นชอบและเต็มใจในการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา และยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอีกด้วย

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทักษะการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ การจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงขึ้น และมีทักษะกระบวนการการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเหมาะกับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 คือการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 4 วิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยเน้นที่การสร้างความรู้ความเข้าใจทฤษฎีผ่านการปฏิบัติจริง ทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สถาบันการสอนส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ดังงานวิจัยของ ทิพวัลย์ ทองนอก และกานต์ตะรัตน์ วุฒิสเลา (2562) กล่าวว่า ผลการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ได้ตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนดได้ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 78 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ

สะเต็มศึกษา ได้บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์เข้ากับเทคโนโลยี โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลสำหรับในด้านวิศวกรรม นักเรียนได้ใช้กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการหาคำตอบ ทั้งยังได้ออกแบบโมเลกุลที่มีความถูกต้องตามหลักการทางเคมี และแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้ นักเรียนได้เชื่อมโยงเข้าสู่คณิตศาสตร์ในการมุมพันธะและความยาวของสารโคเวเลนต์

นัสรินทร์ ปือชา (2558) กล่าวว่า จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการทางการเรียนอยู่ในระดับพัฒนาการสูงมาก เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาผ่านการลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ โดยผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านวิชาการและการแก้ปัญหา อีกทั้งทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น มุ่งมั่นเอาใจใส่ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

นิตยา ภูผาบาง (2559) กล่าวว่า กิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนันทชา อัมฤทธิ์ (2559) ได้กล่าวว่าเมื่อจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง โดยนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นในทุกพฤติกรรม อย่างไรก็ตามพฤติกรรมการเล่นวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมที่นักเรียนสามารถแสดงออกได้มากตลอดการเรียนรู้

ทักษิณา พิทักษ์ (2562) กล่าวว่า จากผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รถโขนการ 6 ขั้นตอน ขั้นตอนการสร้างรถแข่งโขนการและดำเนินการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ขั้นตอนการออกแบบวางแผนการสร้างรถแข่งโขนการมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหา เท่ากับ 84.09 การออกแบบและสร้างรถโขนการโดยมีกระบวนการออกแบบและสร้างตามขั้นตอน และสามารถนำเสนอขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติกิจกรรมตลอดจนวิธีการในการต่อยอด และพัฒนาจนสามารถนำไปบูรณาการกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้ จีระยา แสนโคตร และกานต์ตะวัน วุฒิสเลา (2564) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายหาข้อสรุปจากข้อมูล การวางแผน การออกแบบสร้างชิ้นงานภายใต้ข้อกำหนดที่จำกัด ด้วยการบูรณาการองค์ความรู้หลายสาขาวิชาเพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาได้ในชีวิตจริง

พัฒนสิน สิริไชยสิทธิ์ (2564) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง นกธรณีวิทยารุ่นเยาว์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของ

นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และข้อเสนอแนะทางอยู่ในระดับมาก จะเห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการเสนอแนะแนวทางและสามารถนำมาใช้จริงทั้งหมด ดังนั้นกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่จุดประกายความคิดให้นักเรียนนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้เด็กมีความคิดความอ่านเพิ่มขึ้นขาดการจัดกิจกรรม

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูได้กำหนดให้ นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้หรืออาจเกิดการค้นพบในสิ่งใหม่ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นด้วย กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเหมาะสมในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตารางธาตุ

วัชรพงษ์ โกรธตัน (2560) กล่าวว่า จากการศึกษางานวิจัยจิ๊กซอว์: ตารางธาตุแบบความเป็นจริงเสริมสำหรับการสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า จากการที่ได้ทำการพัฒนาชุดการสอน ตารางธาตุในงานวิจัยจิ๊กซอว์: ตารางธาตุแบบความเป็นจริงเสริมสำหรับการสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ทำงานร่วมกับเทคโนโลยีสิ่งเสริมที่สามารถทำงานบนสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยตารางธาตุที่พัฒนาขึ้นนี้มีอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่ ตารางธาตุที่ประกอบขึ้นจากจิ๊กซอว์ที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้แยกส่วนเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และอีกแบบที่เป็นไฟล์ตารางธาตุเพื่อเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการการพกพา อีกทั้งยังเป็นสื่อการสอนที่ดีเป็นเรื่องที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนโดยตรง ผู้เรียนความพึงพอใจจากการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก

Vasco D. B. Bonifacio (2012) กล่าวว่า จากการนำตารางธาตุในรูปแบบ QR Code ไปใช้กับผู้พิการทางสายตา โดยการนำสมาร์ตโฟน (Smart Phone) สแกนผ่าน QR Code พบว่า เป็นสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมในการเรียนรู้ เรื่อง ตารางธาตุ ให้กับผู้พิการทางสายตาได้อย่างดี นอกจากนั้นยังเป็นประโยชน์ต่อคนทั่วไปที่จะนำไปใช้ได้ด้วยเช่นกัน

Eylem Bayir (2014) กล่าวว่า การพัฒนาเกมการเรียนรู้ในวิชาเคมีเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และการใช้ประโยชน์ของธาตุ พบว่า ชุดเกมนี้เป็นเกมที่สนุกสนานมีส่วนช่วยในการเรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของธาตุ สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังเรียน (One-group pretest and posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$O_1 \text{ ----- } X \text{ ----- } O_2 \quad (3.1)$$

โดย O_1 คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

O_2 คือ การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

X คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

3.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 กลุ่มประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 200 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนนานาชาติ วิทยาลัยนานาชาติ กรุงเทพมหานคร

3.2.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนนานาชาติ

วิทยาคม อำเภอขานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากร เป็นห้องที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางเคมีต่อยอดไปศึกษารายวิชาเคมีเพิ่มเติม ในระดับสูงขึ้น

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ จำนวน 1 แผน รวมเวลา 11 ชั่วโมง

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มาตรฐานการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และตัวชี้วัด

3.3.1.2 ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนขานุมานวิทยาคม วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลของวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อนำมาออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา

3.3.1.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง ตารางธาตุ จากหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ (สสวท.) และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.1.4 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้หลัก สื่อการเรียนการสอน และวิธีการวัดผลประเมินผล

3.3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ขั้นก่อนทำกิจกรรม STEM เป็นขั้นสร้างความสนใจและปรับพื้นฐานความรู้ ตอนที่ 2 ขั้นทำกิจกรรม STEM ประกอบไปด้วย ขั้นตอนย่อย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (2) รวบรวมข้อมูลและเลือกวิธีการแก้ปัญหา (3) ออกแบบและปฏิบัติการ (4) ทดสอบประสิทธิภาพ (5) การปรับปรุงแก้ไข (6) สรุปและขยายความรู้ และ (7) ประเมินผลโดยกระบวนการสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตลอดขึ้นอยู่กับสถานการณ์

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อที่ใช้ในการเรียนรู้ และความถูกต้องในการใช้ภาษา

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) เรื่อง ตารางธาตุ

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัย (ข้อ 1-26) และปรนัยพร้อมบอกเหตุผล(ข้อ 27-30) รวมจำนวน 30 ข้อ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผล การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) เรื่อง ตารางธาตุ

3.3.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาที่สอน และกำหนดจำนวนแบบปรนัย(ข้อ 1-26) และปรนัยพร้อมบอกเหตุผล (ข้อ 27-30) รวมจำนวน 30 ข้อ โดยเน้นการวัดทักษะความรู้ชั้นสูง (higher-order cognitive skills) ตามทศนของบลูม (Bloom's Taxonomy) ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบขั้นความเข้าใจ (ร้อยละ 43.33) ขั้นประยุกต์ใช้ (ร้อยละ 40.00) ขั้นวิเคราะห์ (ร้อยละ 33.33) ดังในตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ

เนื้อหา	จำนวนข้อสอบตามพฤติกรรมที่วัด (ข้อ)			รวม (ข้อ)
	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	
1. การจัดเรียงและตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ	9	4	6	19
2. การนำไปใช้ประโยชน์ของธาตุ	4	3	4	11
รวมทั้งสิ้น	13 (ร้อยละ 43.33)	12 (ร้อยละ 40.00)	10 (ร้อยละ 33.33)	30 (ร้อยละ 100.00)

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) เรื่อง ตารางธาตุ แบบปรนัย (ข้อ 1-26) และปรนัยพร้อมบอกเหตุผล (ข้อ 27-30) รวมจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ (ภาคผนวก ก)

3.3.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ตัวชี้วัด และความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.2.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำมาวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC)

3.3.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนำไปใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง ตารางธาตุแล้ว เพื่อหาความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R)

3.3.2.7 ปรับปรุงแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แล้วนำมาทดสอบหาค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

3.3.2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนำแบบทดสอบไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่อไป

3.3.3 แบบทดสอบวัดความรู้ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ตารางธาตุ

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ตารางธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบอัตนัย 2 ข้อ และแบบปรนัย 1 ข้อ รวมจำนวน 3 ข้อ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผล การสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ตารางธาตุ

3.3.3.2 วิเคราะห์เนื้อหาที่สอน และกำหนดจำนวนข้อสอบ จำนวน 4 ข้อ โดยเน้นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (problem-solving skills) ซึ่งประกอบด้วย (1) ระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา (2) นิยามสาเหตุของปัญหา (3) แนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา และ (4) พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา (พิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (ภาคผนวก ข))

3.3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ตารางธาตุ ประกอบด้วยแบบอัตนัย 2 ข้อ และแบบปรนัย 1 ข้อ รวมจำนวน 3 ข้อ (ภาคผนวก ข)

3.3.3.4 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ตารางธาตุ ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน แบบปรนัย(ข้อ 1-26) และปรนัยพร้อมบอกเหตุผล (ข้อ 27-30) รวมจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที และทำแบบทดสอบวัดความรู้ทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัย 2 ข้อ และแบบปรนัย 1 ข้อ รวมจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

3.4.2 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันตลอดการวิจัย

3.4.3 ผู้สอนแนะนำบทบาทหน้าที่ของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

3.4.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ใช้เวลา 11 ชั่วโมง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีดังนี้

3.4.4.1 กิจกรรมการวิเคราะห์จากการกำหนดสถานการณ์

3.4.4.2 กิจกรรมสืบค้น

3.4.4.3 กิจกรรม QR Code

3.4.4.4 กิจกรรมการออกแบบตารางธาตุ D.I.Y.

3.4.4.5 ประเมินชิ้นงานและนำเสนอผลงาน

3.4.5 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ แบบปรนัย (ข้อ 1-26) และปรนัยพร้อมบอกเหตุผล (ข้อ 27-30) รวมจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที และทำแบบทดสอบวัดความรู้ทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัย 2 ข้อ และแบบปรนัย 1 ข้อ รวมจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีวิธีการดังนี้

3.5.1.1 ประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรม โดยให้คะแนนจากเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubric) โดยมีรายการประเมิน 4 รายการได้แก่

- 1) ระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา
- 2) นิยามสาเหตุของปัญหา
- 3) แนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา
- 4) พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา

3.5.1.2 หาค่าเฉลี่ย (X) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

3.5.1.3 ทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยใช้สถิติการทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยคำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\frac{N\sum D - (\sum D)^2}{N-1}} \quad (3.2)$$

เมื่อ	t	แทน	สถิติทดสอบ t-test
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่ของข้อมูล

3.5.2 วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากข้อมูลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent sample t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยคำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\frac{N\sum D - (\sum D)^2}{N-1}} \quad (3.3)$$

เมื่อ	t	แทน	สถิติทดสอบ t-test
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่ของข้อมูล

3.5.3 วิเคราะห์หาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ด้วย Normalized Gain <g> (ปิยะวัลย์ มัธยมนันท์, 2558; อ้างอิงจาก ญัฐพล พรหมลี, 2554) นักฟิสิกส์แห่งมหาวิทยาลัยอินเดียนได้เสนอวิธีการประเมินผลการเรียนรู้จากการสอน Pre-test และ Post-test โดยมีวิธีการดังนี้ เนื่องจากการสอบครั้งหนึ่ง ๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุดที่ทุกคนจะมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0 และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด (Maximum or ceiling effect) ไม่เกินร้อยละ 100 หรือที่เรียกว่า floor and ceiling effect ด้วยปัญหานี้ Hake จึงได้เสนอวิธีการในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น เรียกว่า Normalized Gain (Normalized มาจากคำศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสดูความเป็นไปได้เท่าๆ กัน โดยมีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน) โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$<g> = \frac{(\%Post\text{-}test) - (\%Pre\text{-}test)}{(100\%) - (\%Pre\text{-}test)} \quad (3.4)$$

เมื่อ $<g>$ คือ ค่า Normalized Gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

*หมายเหตุ คิดเฉพาะนักเรียนคนที่สอบทั้งก่อนและหลังเรียนเท่านั้น

ข้อสังเกต การคำนวณหา Normalized Gain นี้ไม่จำเป็นต้องใส่เป็นเปอร์เซ็นต์ก็ได้ โดยใช้คะแนนสอบจริงแทนโดย Pre-test คือคะแนนสอบก่อนเรียน Post-test คือ คะแนนสอบหลังเรียนและใช้คะแนนเต็มของข้อสอบชุดนั้นแทน 100%

$<g>$ หรือ Normalized Gain แปลความได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain = %post-test) - (%Pre-test)/(100%) - (%Pre-test) ซึ่งค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.0 - 1.0

ด้วยวิธีการประเมินเช่นนี้ทำให้สามารถแก้ปัญหา Floor and ceiling effect ได้เนื่องจากเราคิดผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ กล่าวอีกในหนึ่งคือ เราได้ทำการ Normalized Gain ให้มีโอกาเป็นไปได้อยู่ในช่วง 0.0 - 1.0 เท่ากันแล้ว ด้วยการเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยค่า Normalized Gain จะสามารถเปรียบเทียบกันได้

โดยสามารถแบ่งระดับของค่า Normalized Gain ออกเป็นกลุ่มได้ 3 ระดับ คือ

"High gain"	เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า	$0.7 \leq <g> \leq 1.0$
"Medium gain"	เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า	$0.3 \leq <g> < 0.7$
"Low gain"	เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า	$0.0 \leq <g> < 0.3$

บทที่ 4

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ โดยเรียงลำดับการนำเสนอ ดังนี้

- 4.1 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน เรื่อง ตารางธาตุ
- 4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน เรื่อง ตารางธาตุ
- 4.3 ผลการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

4.1 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน เรื่อง ตารางธาตุ

4.1.1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนจากเกณฑ์การประเมิน 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 4.1.1.1 ระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา
- 4.1.1.2 สาเหตุของปัญหา
- 4.1.1.3 แนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา
- 4.1.1.4 พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบปรนัย จำนวน 1 ข้อ และอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ผลแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังจากการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ข้อที่ 1 อัตนัย

ข้อ ที่	คะแนนเฉลี่ย	รายการประเมิน				รวม (12 คะแนน)	ร้อยละ	<g>
		ระบุปัญหา (3 คะแนน)	สาเหตุของ ปัญหา (3 คะแนน)	แนวทางการ แก้ปัญหา หรือวิธีการ แก้ปัญหา (3 คะแนน)	พิสูจน์คำตอบ ผลลัพธ์ที่ได้ จากปัญหา (3 คะแนน)			
1	ก่อนเรียน	0.13	0.97	1.17	0.93	3.20	26.67	0.65
	หลังเรียน	1.70	1.93	2.30	3.00	8.93	74.44	
<g> รายทักษะ		0.55	0.47	0.62	1.00			

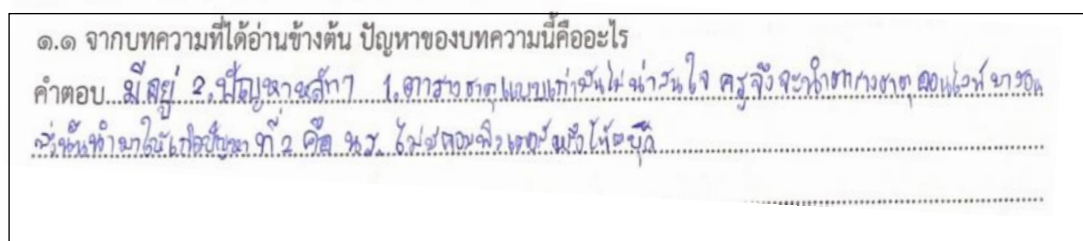
จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนในข้อที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 3.20 คิดเป็นร้อยละ 26.67 คะแนนหลังเรียนเท่ากับ 8.93 คิดเป็นร้อยละ 74.44 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain) และเมื่อนำคะแนนในแต่ละขั้นมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียนพบว่า ขั้นที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) คือ ขั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา และขั้นที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain) คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นสาเหตุของปัญหา และขั้นแนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา

ตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในข้อที่ 1

“ในขณะที่ครูเอากำลังหาวิธีในการจัดกิจกรรมในห้องเรียนวิชาเคมีให้น่าสนใจอยู่นั้น เขาได้ไปเจอบทความหนึ่ง ซึ่งมีใจความว่า “จำไม่ได้ต้องใช้สื่อช่วย ตารางธาตุแบบ Interactive สำหรับผู้รักการเรียนรู้” เราเชื่อว่าอุปสรรคของหลายคนในการเรียนวิชาเคมีคือการท่องจำตารางธาตุว่าธาตุอะไรมันอยู่ตรงไหนกันแน่ บางคนก็อาจประดิษฐ์เพลงขึ้นมาเพื่อท่องให้ได้แม่นยำ แต่ก็ยังพบอุปสรรคอยู่อีกว่า บางทีท่องชื่อได้นะ แต่จำไม่ได้ว่าธาตุนั้นมันยังงี้ ๆ กันแน่ ที่ผ่านมามีความพยายามในการย่อหรือจัดตารางธาตุให้จำง่ายอยู่หลายครั้ง เช่นหนังสือของบุนเป โยริฟุจิ ชื่อ Wonderful Life With The elements ก็พยายามแสดงภาพธาตุต่าง ๆ ให้เป็นรูปคน จะได้จำง่าย ตอนนี้มีเว็บไซต์น่ารัก ๆ ที่ช่วยให้เราจำ หรือเข้าใจตารางธาตุได้ง่ายขึ้นแล้ว โดยเป็นผลงานจากวิศวกรซอฟต์แวร์ของโบอิงชื่อ Keith Eneveoldsen พอเข้าไปลองคลิกดูแต่ละธาตุ ก็จะแสดงสมบัติของธาตุนั้น ๆ ออกมา รวมไปถึง

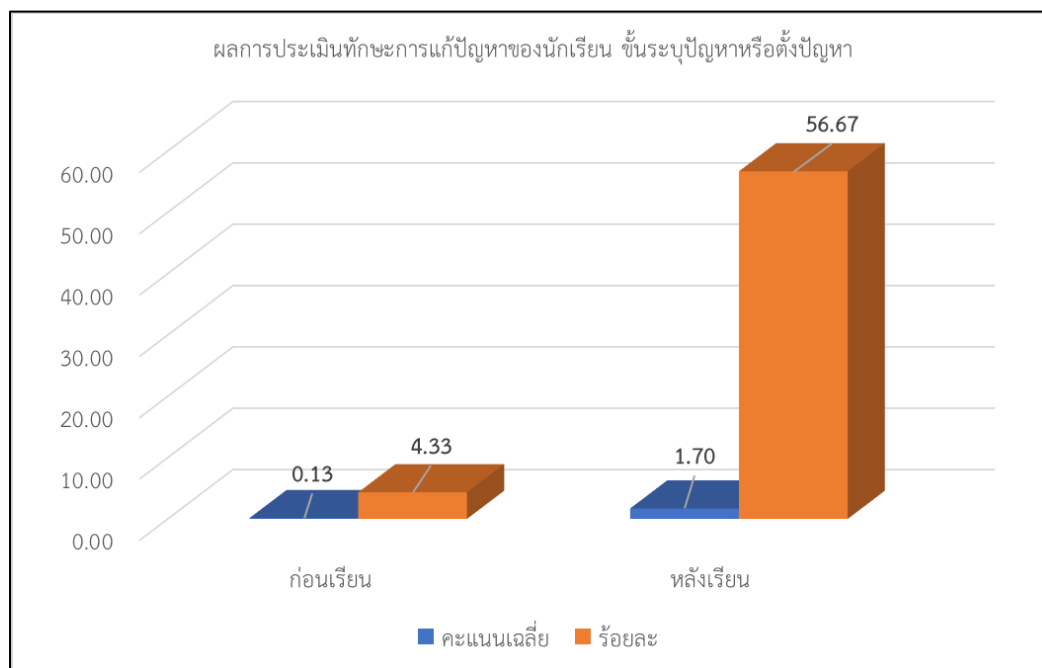
บอกด้วยว่า มันเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างไร เช่น โมลิบดีนัม (Molybdenum) ใช้ในเครื่องตัดต่าง ๆ (เช่น กรรไกร) มีสัญลักษณ์บอกด้วยว่า มีสมบัติความเป็นแม่เหล็กหรือไม่ พบในธรรมชาติหรือไม่ ลอง ๆ เข้าไปดูแล้วสนุกดี ไปเล่นตารางธาตุ Interactive ได้ที่ <http://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>

หลังจากที่ครูเอี้อ่านบทความข้างต้น เขามีความรู้สึกลอยลางจะนำการเรียนรู้ ตารางธาตุแบบ Interactive มาสอนนักเรียน แต่ติดตรงที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊คที่จะช่วยในการทำกิจกรรม หากนักเรียนเป็นครูเองจะมีวิธีการในการแก้ปัญหานี้อย่างไร (ที่มา Facebook: The MATTER)”โดยมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

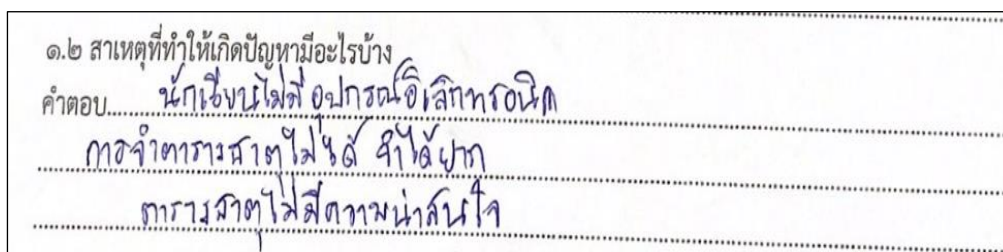


ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนชั้นระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา

จากภาพที่ 4.1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1.1 เมื่อนำวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น สามารถชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้ แต่อาจยังไม่สามารถตีความปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ และเมื่อนำผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมาวิเคราะห์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 0.13 คิดเป็นร้อยละ 4.33 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 1.70 คิดเป็นร้อยละ 56.67 ดังภาพที่ 4.2

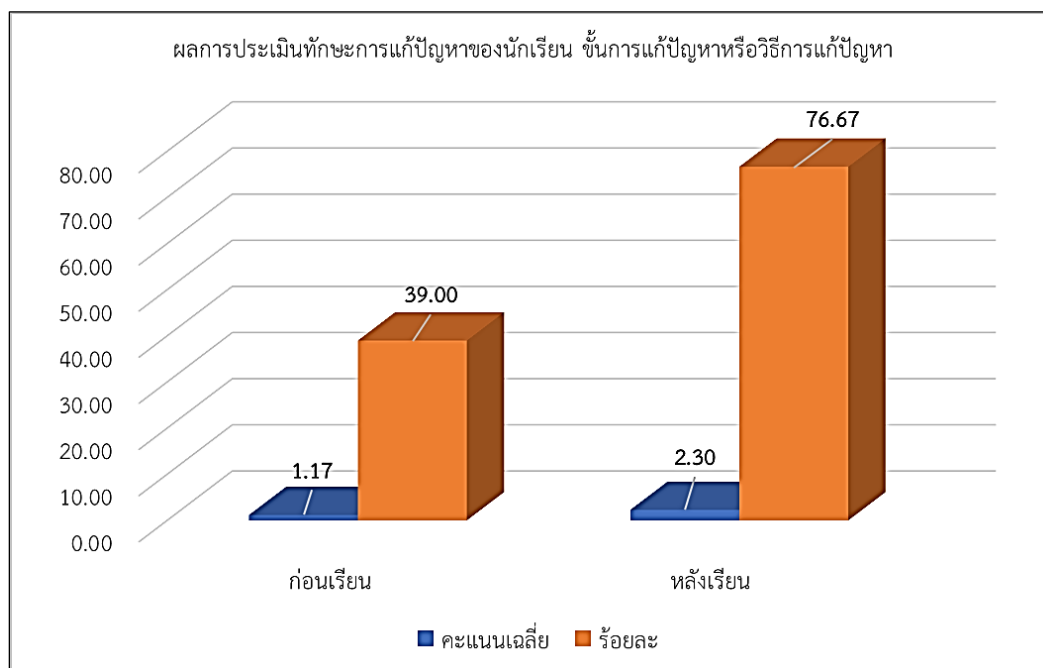


ภาพที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคำตอบคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1.1



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนชั้นสาเหตุของปัญหา

จากภาพที่ 4.3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1.2 เมื่อนำวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถระบุวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งมีเหตุผลมาสนับสนุนแนวคิดของนักเรียน และเมื่อนำผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมาวิเคราะห์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 0.97 คิดเป็นร้อยละ 32.33 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 1.93 คิดเป็นร้อยละ 64.33 ดังภาพที่ 4.4

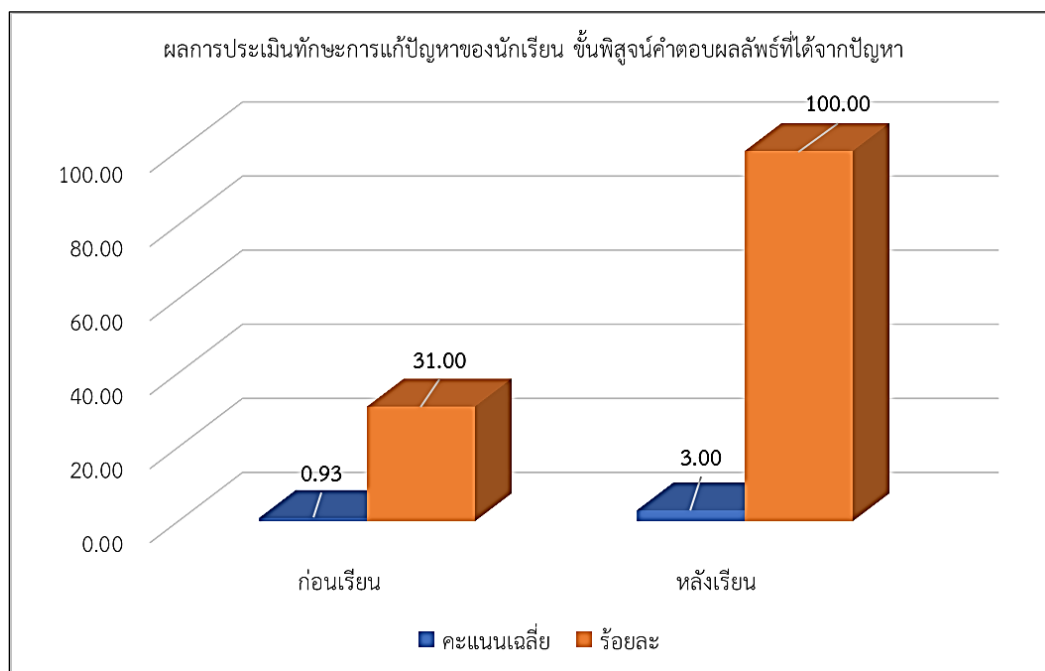


ภาพที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคำตอบคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1.3

๑.๔ จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร
 คำตอบ..... ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร
 ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร
 ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร

ภาพ 4.7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนชั้นปฐมนำคำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา

จากภาพที่ 4.7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1.4 เมื่อนำวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ที่เกิดจากแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้ตั้งไว้ และเมื่อนำผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมาวิเคราะห์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 0.93 คิดเป็นร้อยละ 31.00 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.00 คิดเป็นร้อยละ 100.00 ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคำตอบคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1.4

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังจากการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ข้อที่ 2 อัตนัย

ข้อที่	คะแนนเฉลี่ย	รายการประเมิน				รวม (12 คะแนน)	ร้อยละ	<g>
		ระบุปัญหา (3 คะแนน)	สาเหตุของปัญหา (3 คะแนน)	แนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (3 คะแนน)	พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา (3 คะแนน)			
2	ก่อนเรียน	0.07	3.00	0.97	1.00	5.03	41.94	0.87
	หลังเรียน	2.33	3.00	2.80	3.00	11.13	92.78	
<g> รายทักษะ		0.77	0.00	0.90	1.00			

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนในข้อที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 5.03 คิดเป็นร้อยละ 41.94 คะแนนหลังเรียนเท่ากับ 11.13 คิดเป็นร้อยละ 92.78 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) และเมื่อนำคะแนนในแต่ละขั้นมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน พบว่า ขั้นที่

มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) คือ ชั้นระบุปัญหา ชั้นแนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา และชั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา และชั้นที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) คือ ชั้นสาเหตุของปัญหา

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังจากการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ข้อที่ 3 ปรนัย

ข้อที่	คะแนนเฉลี่ย	รายการประเมิน				รวม (4 คะแนน)	ร้อยละ	<g>
		ระบุปัญหา (1 คะแนน)	สาเหตุ ของปัญหา (1 คะแนน)	แนวทางกา แก้ปัญหา หรือวิธีการ แก้ปัญหา (1 คะแนน)	พิสูจน์คำตอบ ผลลัพธ์ที่ได้จาก ปัญหา (1 คะแนน)			
3	ก่อนเรียน	0.23	0.53	0.42	0.67	1.85	46.25	0.73
	หลังเรียน	0.73	1.00	0.68	1.00	3.42	85.42	
<g>รายทักษะ		0.65	1.00	0.45	1.00			

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคิดจากค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนในข้อที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.85 คิดเป็นร้อยละ 46.25 คะแนนหลังเรียนเท่ากับ 3.42 คิดเป็นร้อยละ 85.42 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) และเมื่อนำคะแนนในแต่ละชั้นมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน พบว่า ชั้นที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) คือ ชั้นสาเหตุของปัญหา และชั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา และชั้นที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain) คือ ชั้นระบุปัญหา และชั้นแนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า นักเรียนบางส่วนไม่สามารถตีความและวิเคราะห์ปัญหาของสถานการณ์ ที่กำหนดให้ได้ อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยสร้างสถานการณ์ไม่ชัดเจน จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถชี้ให้เห็นถึงปัญหา ของสถานการณ์ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยในขั้นทักษะการระบุปัญหาหรือตั้งปัญหามีคะแนนต่ำที่สุด ในขณะที่เดียวกันชั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด แสดงว่า นักเรียนเข้าใจในสถานการณ์บางส่วน สามารถคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นได้จากวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน

4.1.2 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการใช้แบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบปรนัย จำนวน 1 ข้อ และอัตนัย จำนวน 2 ข้อ โดยการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยใช้สถิติการทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ผลแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม 28 คะแนน		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	P
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ			
ก่อนเรียน	30	10.38	36.17	2.70	29.57	.000
หลังเรียน	30	23.48	83.85	1.87		

จากตารางที่ 4.4 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ พบว่า ก่อนทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 10.38 คิดเป็นร้อยละ 36.17 และหลังทำกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 23.48 คิดเป็นร้อยละ 83.85

ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ หลังทำกิจกรรมสูงกว่าก่อนทำกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน เรื่อง ตารางธาตุ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ โดยใช้แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ เป็นแบบปรนัย จำนวน 26 ข้อ และปรนัยพร้อมบอกเหตุผล จำนวน 4 ข้อ รวม 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม 30 คะแนน		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	P
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ			
ก่อนเรียน	30	12.40	41.33	3.08	14.14	.000
หลังเรียน	30	21.37	71.11	2.83		

จากตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนา ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ พบว่า ก่อนทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 12.40 คิดเป็นร้อยละ 41.33 และหลังทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 21.37 คิดเป็นร้อยละ 71.11

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2.1 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

4.2.1.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียน โดยการนำคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของนักเรียน มาวิเคราะห์ผลด้วย Normalized Gain <g> ได้ผลดังตารางที่ 4.6

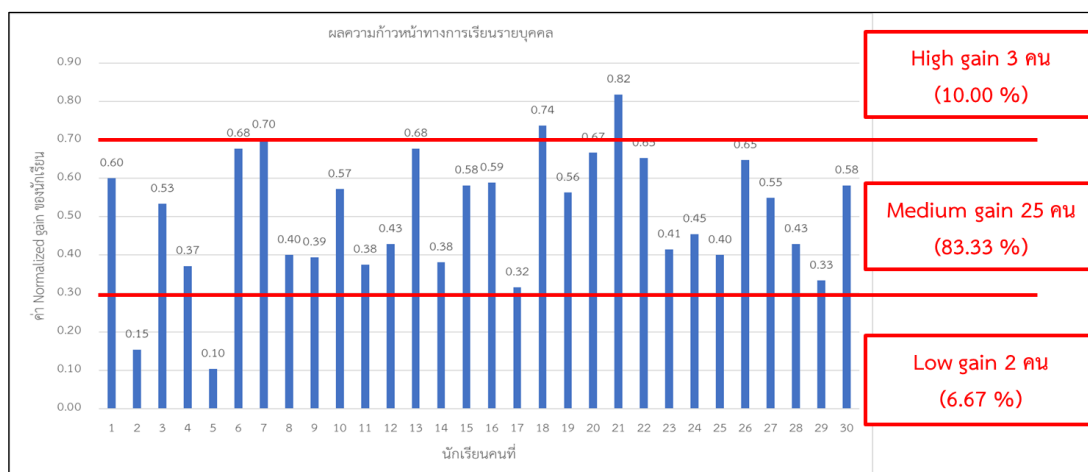
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย	<g>
ก่อนเรียน	30	12.40	0.51
หลังเรียน	30	21.37	

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียนจากการนำคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของนักเรียนมาวิเคราะห์ พบว่ามีค่า Normalized Gain <g> เท่ากับ 0.51 แสดงว่าค่าความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain)

4.2.1.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายคน โดยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์ผลด้วย Normalized Gain <g> ได้ผลดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.9 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

จากภาพที่ 4.9 แสดงผลความก้าวหน้าของนักเรียนรายบุคคล จำนวน 30 คน พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนที่ระดับสูง (High gain) มีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ความก้าวหน้าทางการเรียนที่ระดับกลาง (Medium gain) มีจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 และความก้าวหน้าทางการเรียนที่ระดับต่ำ (low gain) มีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67

โดยนักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนที่ระดับสูง (High gain) มีจำนวน 3 คน คือ นักเรียนที่มีพฤติกรรมทางการเรียนดีเยี่ยม มีความรับผิดชอบ และกล้าแสดงออก อยู่ก่อนแล้ว จึงมีความก้าวหน้าทางการเรียนที่ระดับสูง

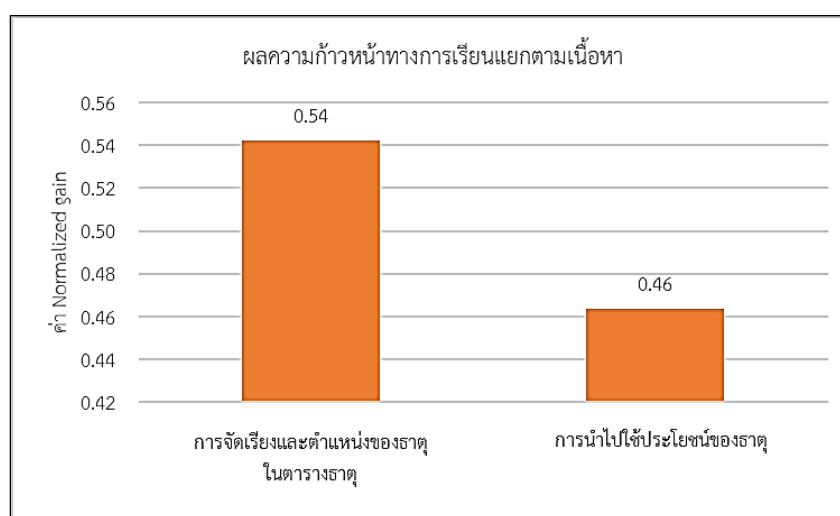
4.2.1.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนแยกตามเนื้อหา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแยกตามเนื้อหา โดยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์ผลด้วย Normalized Gain <g> ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแยกตามเนื้อหา

เนื้อหา	คะแนนเต็ม	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน				<g>
		ก่อนเรียน		หลังเรียน		
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
การจัดเรียงและตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ	19	8.73	2.42	14.30	1.95	0.54
การนำไปใช้ประโยชน์ของธาตุ	11	3.67	1.50	7.07	2.21	0.46

จากตารางที่ 4.7 แสดงผลความก้าวหน้าทางการเรียนแยกตามเนื้อหา โดยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน พบว่าเนื้อหาการจัดเรียงและตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียน เท่ากับ 0.54 และเนื้อหาการนำไปใช้ประโยชน์ของธาตุ เท่ากับ 0.46 โดยทั้ง 2 เนื้อหา มีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain) แสดงดังภาพที่ 4.10

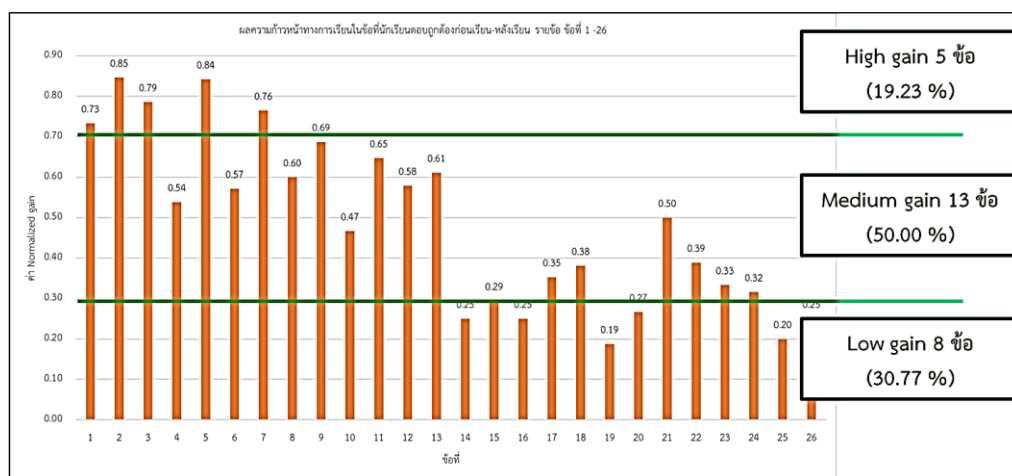


ภาพที่ 4.10 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนแยกตามเนื้อหา

4.2.1.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ โดยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในข้อที่นักเรียนตอบถูกต้องก่อนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน แบ่งพิจารณาเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 แบบปรนัย ข้อ 1 – 26 และตอนที่ 2 แบบปรนัยพร้อมให้เหตุผล ข้อ 27 – 30 มาวิเคราะห์ผลด้วย Normalized Gain <g> ได้ผลดังภาพที่ 4.11

ตอนที่ 1 แบบปรนัย ข้อ 1 – 26



ภาพที่ 4.11 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ แบบปรนัย ข้อ 1 – 26

จากภาพที่ 4.11 แสดงข้อสอบที่แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อของนักเรียน จำนวน 30 คน ดังนี้ ข้อที่อยู่ในระดับสูง (High gain) มีจำนวน 5 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 19.23 ระดับกลาง (Medium gain) มีจำนวน 13 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 50.00 ระดับต่ำ (Low gain) มีจำนวน 8 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 30.77

เมื่อนำข้อสอบมาวิเคราะห์รายละเอียดข้อที่นักเรียนมีความก้าวหน้าสูงที่สุดและต่ำที่สุด พบว่า ข้อสอบข้อที่ 2 พบว่า นักเรียนมีค่าความก้าวหน้าสูงที่สุด มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.85 โดยก่อนเรียนมีนักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 17 คน และหลังเรียนมีนักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 28 คน จากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนบางส่วนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของแนวโน้มดีอยู่แล้ว และบางส่วนอาจสังเกตจากตัวเลือกที่มีความชัดเจนจึงทำให้ข้อสอบมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด ดังภาพที่ 4.13

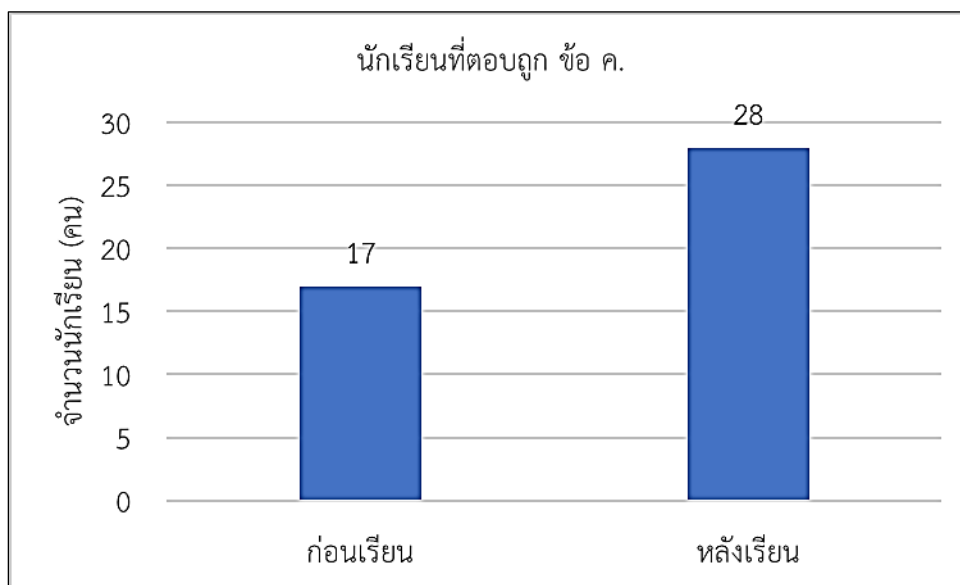
2. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของธาตุในคาบเดียวกัน

- ก. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจากขวาไปซ้าย
- ข. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนลดลงจากซ้ายไปขวา
- ค. ธาตุทางซ้ายมีความเป็นโลหะมากกว่าธาตุทางขวา
- ง. ธาตุทางซ้ายมีความเป็นอโลหะมากกว่าทางขวา

$\langle g \rangle = 0.85$

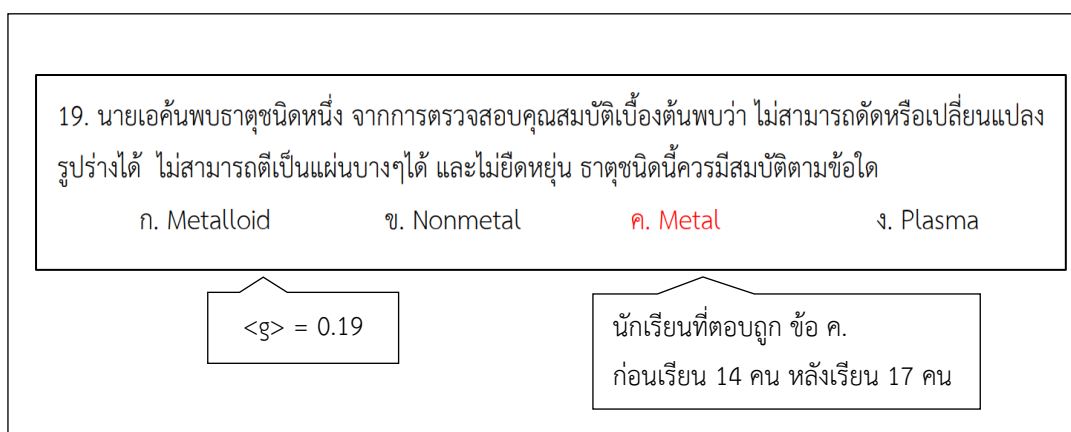
นักเรียนที่ตอบถูก ข้อ ค.
ก่อนเรียน 17 คน หลังเรียน 28 คน

ภาพที่ 4.12 ข้อสอบข้อที่ 2 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด

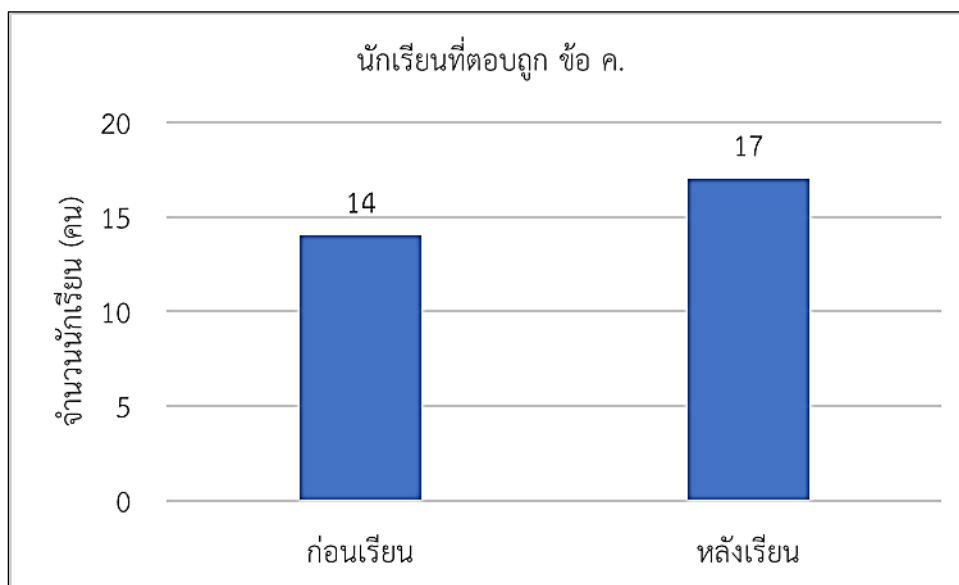


ภาพที่ 4.13 จำนวนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ตอบถูกในข้อ ค.

ข้อสอบข้อที่ 19 พบว่า นักเรียนมีค่าความก้าวหน้าต่ำที่สุด มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.19 โดยก่อนเรียนมีนักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 14 คน และหลังเรียนมีนักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 17 คน จากการวิเคราะห์พบว่า จากคำถามนักเรียนสามารถตอบได้ว่าเป็นคุณสมบัติอะไร แต่เนื่องจากตัวเลือกเป็นภาษาอังกฤษ ทำให้นักเรียนบางส่วนเลือกตัวเลือกผิดข้อจึงทำให้มีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด ดังภาพที่ 4.15

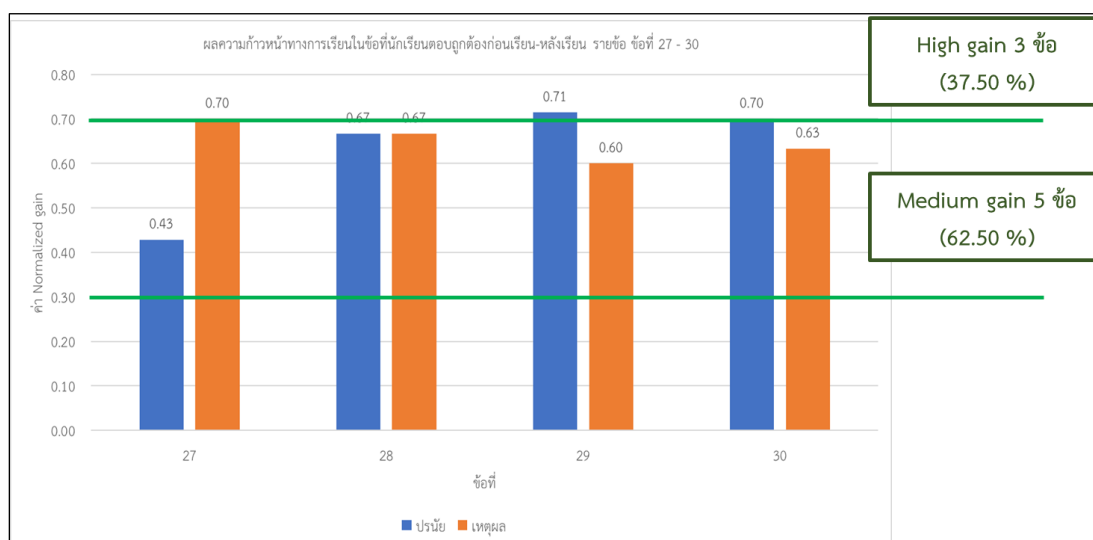


ภาพที่ 4.14 ข้อสอบข้อที่ 19 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด



ภาพที่ 4.15 จำนวนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ตอบถูกในข้อ ค.

ตอนที่ 2 แบบปรนัยพร้อมให้เหตุผล ข้อ 27 – 30



ภาพที่ 4.16 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ แบบปรนัยพร้อมให้เหตุผล ข้อ 27 - 30

จากภาพที่ 4.16 แสดงข้อสอบที่แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อของนักเรียน จำนวน 30 คน ดังนี้ ข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) มีจำนวน 3 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 37.50 และข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain) มีจำนวน 5 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 62.50

เมื่อนำข้อสอบมาวิเคราะห์รายละเอียดข้อที่นักเรียนมีความก้าวหน้าสูงที่สุดและต่ำที่สุด พบว่า ข้อสอบข้อที่ 29 พบว่า นักเรียนมีค่าความก้าวหน้าสูงที่สุด มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.71 โดยก่อนเรียนมีนักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 9 คน และหลังเรียนมีนักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 24 คน เมื่อนำวิเคราะห์พบว่า นักเรียนสามารถตอบได้จากการที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลมาสร้างตารางธาตุ และในส่วนของกิจกรรมสืบค้นสมบัติของธาตุ ทำให้ข้อสอบมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด ดังภาพที่ 4.18

29. แก๊สที่ใช้ผสมกับออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจสำหรับผู้ที่ลงไปทำงานในทะเลลึกคือแก๊สอะไร

ก. แก๊สไนโตรเจน (Nitrogen : N)
ข. แก๊สฮีเลียม (Helium : He)
 ค. แก๊สอาร์กอน (Argon : Ar)
 ง. แก๊สคริปทอน (Krypton : Kr)

นักเรียนที่ตอบถูก ข้อ ข.
 ก่อนเรียน 9 คน หลังเรียน 24 คน

$\langle g \rangle = 0.85$

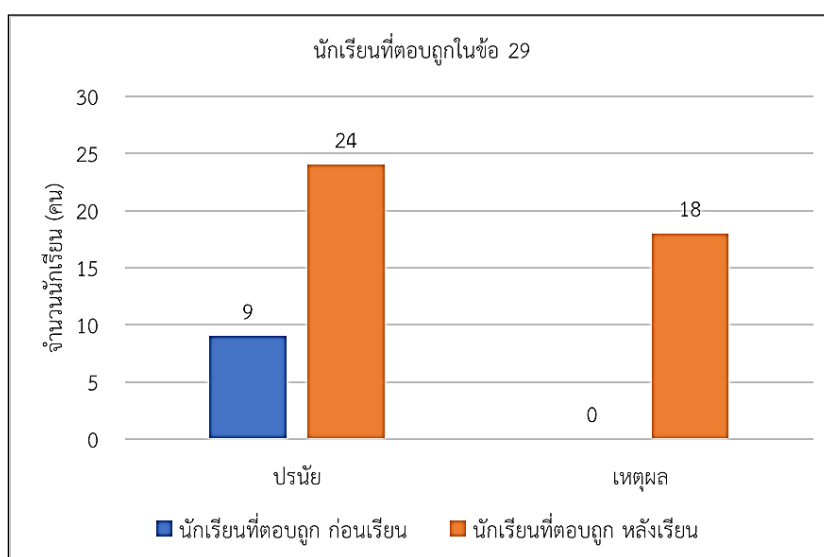
เหตุผล ฮีเลียมเป็นแก๊สเฉื่อยเมื่อนำไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะทำให้ลดการเกิดแก๊สพิษของออกซิเจนและไนโตรเจนได้...เมื่อลงไปทะเลลึก

29. เหตุผล ... แก๊สฮีเลียมผสมกับออกซิเจน ใช้ทะเลในน้ำลึก เมื่อลงไปจะทำในเกิดพิษในเส้นเลือดโดยทำออกซิเจนด้วย... เมื่อลงไปความดันโลหิตปกติ

$\langle g \rangle = 0.60$

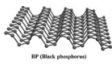
นักเรียนที่ตอบถูกก่อนเรียน 0 คน หลังเรียน 18 คน

ภาพที่ 4.17 ข้อสอบข้อที่ 29 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด



ภาพที่ 4.18 จำนวนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ตอบถูกในข้อ 29

ข้อสอบข้อที่ 27 พบว่า นักเรียนมีค่าความก้าวหน้าต่ำที่สุด มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.43 โดยก่อนเรียนมีนักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 9 คน และหลังเรียนมีนักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 18 คน จากการวิเคราะห์ พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนสามารถตอบตัวเลือกได้ถูกต้องแต่ไม่มีนักเรียนคนใดให้เหตุผลได้ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน จึงมีค่าต่ำที่สุด ดังภาพที่ 4.20

อัญรูปของฟอสฟอรัส	โครงสร้าง	คุณสมบัติ
ฟอสฟอรัสขาว (White Phosphorus)		1. เป็นของแข็งสีขาวหรือเหลือง ว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามาก 2. มีจุดหลอมเหลว 44°C 3. มีความหนาแน่น 1.82 g/cm³ 4. ไม่นำไฟฟ้า 5. ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ในคาร์บอนไดซัลไฟด์(CS ₂)หรือตัวทำละลายอินทรีย์ไม่แฉกไม่มีขั้ว เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์(CCl ₄) 6. ลูกไหมในอากาศได้เองที่อุณหภูมิ 35°C จึงต้องเก็บไว้ในน้ำไม่ให้สัมผัสกับอากาศ 7. มีกลิ่นคล้ายกระเทียมเป็นพิษ ถ้าหายใจเข้าไปจะเป็นโรคพิษการกราม
ฟอสฟอรัสแดง (Red Phosphorus)		1. เป็นของแข็งสีแดง เป็นรูปที่เสถียรกว่าฟอสฟอรัสขาว 2. มีจุดหลอมเหลว 590°C 3. มีความหนาแน่น 2.34 g/cm³ 4. ไม่นำไฟฟ้า 5. ไม่ละลายในน้ำและคาร์บอนไดซัลไฟด์(CS ₂) 6. ลูกไหมในอากาศที่อุณหภูมิ 250°C 7. ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาและไม่เป็นพิษ
ฟอสฟอรัสดำ (Black Phosphorus)		1. เป็นของแข็งสีดำ 2. มีจุดหลอมเหลว 610°C 3. มีความหนาแน่น 2.699 g/cm³ 4. เสถียรกว่าฟอสฟอรัสแดง และติดไฟยาก 5. นำไฟฟ้าได้เล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะนำไฟฟ้าได้ดีขึ้น

$\langle g \rangle = 0.43$

นักเรียนที่ตอบถูก ข้อ ข.
 ก่อนเรียน 9 คน หลังเรียน
 18 คน

27. จอห์น วอลเคอร์ เกสเซอร์ชาวอังกฤษต้องการทำไม้ขีดไฟจึงได้ทำการศึกษา พบว่า ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งในหัวไม้ขีดไฟ จากตารางอัญรูปของฟอสฟอรัสนักเรียนคิดว่าฟอสฟอรัสชนิดใดเหมาะที่จะนำมาทำหัวไม้ขีดไฟ

ก. ฟอสฟอรัสขาว(White Phosphorus) ข. ฟอสฟอรัสแดง(Red Phosphorus)

ค. ฟอสฟอรัสดำ(Black Phosphorus) ง. ไม่มีอัญรูปใดที่เหมาะสม

เหตุผล ฟอสฟอรัสแดงไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา เมื่อจุดไม้ขีดไฟ ควันที่ได้ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย

นักเรียนที่ตอบถูกก่อนเรียน 0 คน หลังเรียน 21 คน

$\langle g \rangle = 0.70$

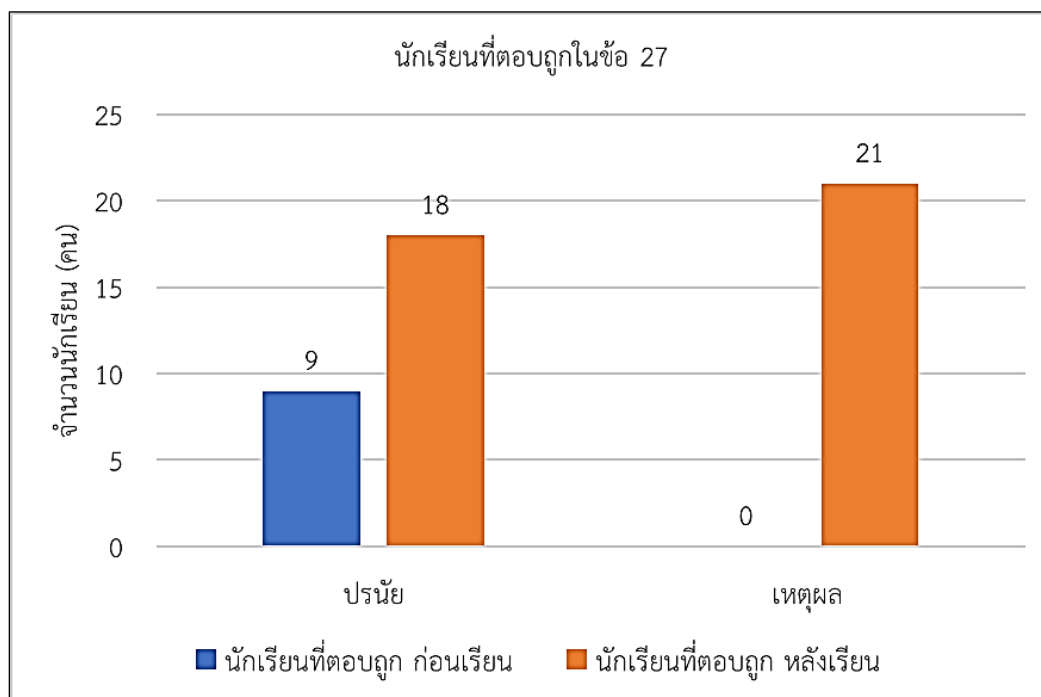
27. เหตุผล เพราะ: มีจุดหลอมเหลว ไม่ติดไฟง่าย มีพิษน้อยและราคาถูก

เมื่อ: เข้มข้นทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะเกิดออกไซด์

27. เหตุผล ฟอสฟอรัสแดง เพราะ: มีจุดหลอมเหลวสูง ลูกไหมในอากาศที่อุณหภูมิ 250°C

ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่คนใช้

ภาพที่ 4.19 แสดงข้อสอบข้อที่ 27 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด



ภาพที่ 4.20 จำนวนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ตอบถูกในข้อ 27

จะเห็นว่าหลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ให้กับนักเรียน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้จากการทำกิจกรรมได้ตนเอง สามารถตอบคำถามพร้อมระบุเหตุผลที่ สนับสนุนแนวคำตอบของนักเรียนได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทน

4.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

ผู้วิจัยได้ดำเนินจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ดำเนินการจัดกิจกรรมใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 1 แผน ใช้เวลา 11 ชั่วโมง โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

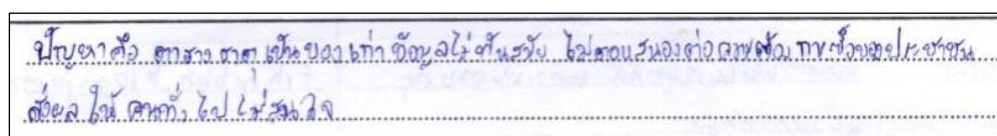
- 4.3.1 กิจกรรมการวิเคราะห์จากการกำหนดสถานการณ์
 - 4.3.2 กิจกรรมสืบค้น
 - 4.3.3 กิจกรรม QR Code
 - 4.4.4 กิจกรรมการออกแบบตารางธาตุ D.I.Y.
 - 4.4.5 ประเมินชิ้นงานและนำเสนอผลงาน
- ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีดังนี้

4.3.1 กิจกรรมการวิเคราะห์จากการกำหนดสถานการณ์

ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้

“นักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทขายสื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำลังตรวจสอบ สินค้าต่าง ๆ ในบริษัท พบว่า ตารางธาตุที่ใช้เป็นสื่อการสอน ในห้องเรียน มียอดขายค่อนข้างต่ำ อาจเนื่องมาจากตารางธาตุไม่ได้รับการปรับปรุงมาเป็นเวลานาน มีความล้าหลังของข้อมูล (ธาตุบางตัวไม่มีข้อมูลลักษณะของธาตุ บางตัวไม่มีประโยชน์ที่พบในชีวิตประจำวัน) สีสันไม่เชิญชวนให้เลือกซื้อ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องปรับปรุง ตารางธาตุขึ้นมาใหม่ และเพื่อให้เข้ากับการเรียนในยุคเทคโนโลยีจึงต้องเพิ่มลูกเล่นที่สามารถเชื่อมต่อกับโลกออนไลน์ได้ นั่นคือในธาตุทุกตัว จะต้องมี QR code และต้องใช้ได้กับทั้งระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์(Android) และ IOS”

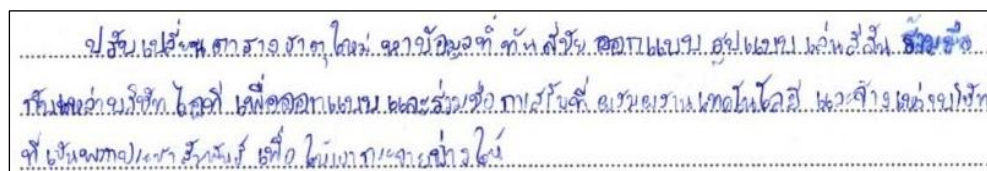
ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน



ภาพที่ 4.21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการวิเคราะห์สถานการณ์

จากภาพที่ 4.21 นักเรียนส่วนใหญ่วิเคราะห์คำตอบจากสถานการณ์ ดังนี้ ยอดขายต่ำ ข้อมูลไม่ทันสมัย และไม่น่าสนใจ

แนวทางแก้ปัญหาของนักเรียน



ภาพที่ 4.22 ตัวอย่างคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ของนักเรียน

จากภาพที่ 4.22 นักเรียนส่วนใหญ่วิเคราะห์คำตอบจากสถานการณ์ ดังนี้ ออกแบบให้ทันสมัย มีลูกเล่น มีสีสัน และผสมผสานเทคโนโลยี

4.3.2 กิจกรรมสืบค้น

ผู้วิจัยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับธาตุและสมบัติของธาตุ ดังนี้

4.3.2.1 ตารางธาตุรูปแบบต่าง ๆ สมบัติ

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2
สืบค้นตารางธาตุในรูปแบบต่างๆ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบค้นตารางธาตุจากอินเทอร์เน็ตหรือจากข้อมูลในตาราง
ตัวอย่าง ตารางธาตุรูปแบบต่างๆ

คำค้น	ข้อมูล/ลักษณะ	ที่มาของข้อมูล
ตารางธาตุแบบตาราง	ลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยม มี 1-8	mythai.com
ตารางธาตุแบบลูกคิด	มีลักษณะเป็นแบบลูกคิด มี 1-8 เป็นตาราง	filekblog.blogspot.com
ตารางธาตุแบบวงกลม	มีลักษณะเป็นวงกลม มี 1-8 เป็นวงกลม	www.abelements.com
ตารางธาตุแบบวงรี	ตารางธาตุแบบวงรี มี 1-8 เป็นวงรี	Siemensite.com

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2
สืบค้นตารางธาตุในรูปแบบต่างๆ

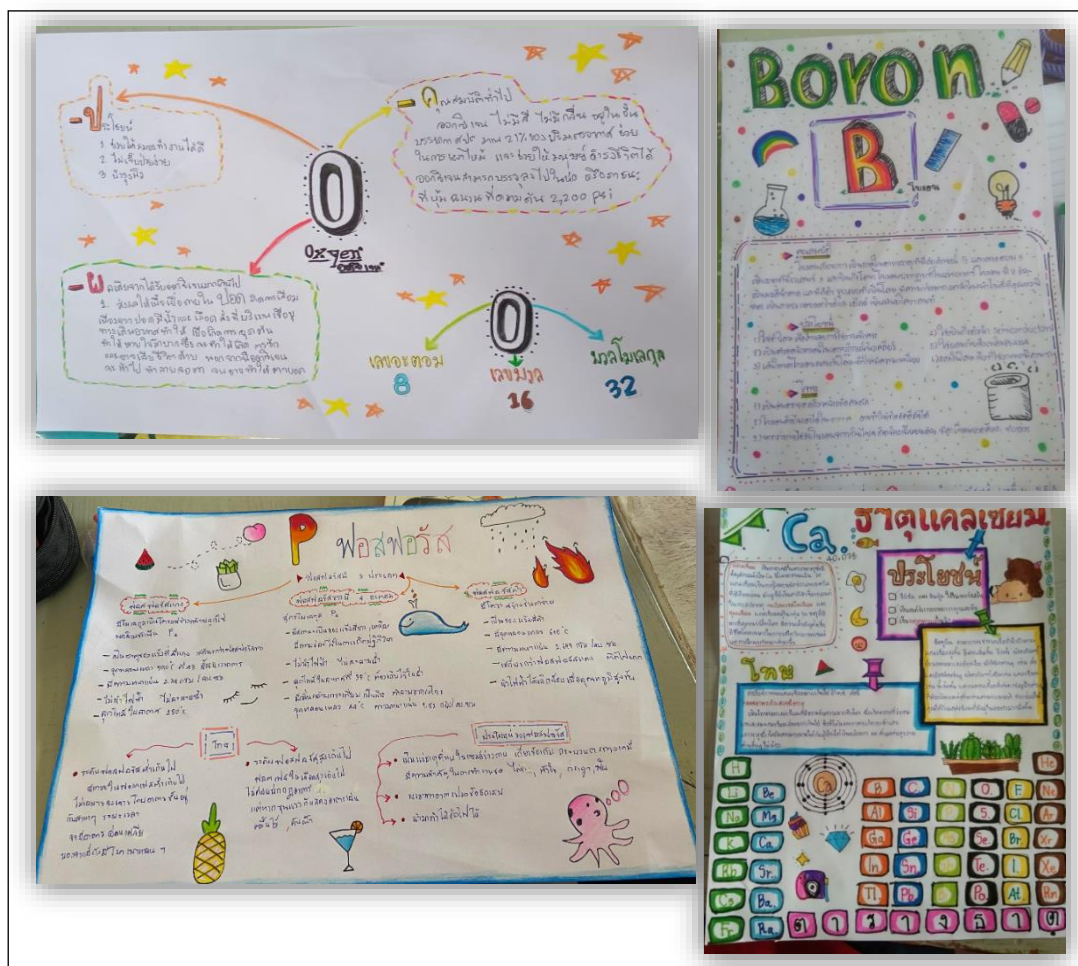
คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบค้นตารางธาตุจากอินเทอร์เน็ตหรือจากข้อมูลในตาราง
ตัวอย่าง ตารางธาตุรูปแบบต่างๆ

คำค้น	ข้อมูล/ลักษณะ	ที่มาของข้อมูล
ตารางธาตุแบบลูกคิด	มีลักษณะเป็นแบบลูกคิด มี 1-8 เป็นตาราง	www.ppt.or.th
ตารางธาตุแบบวงกลม	มีลักษณะเป็นแบบลูกคิด มี 1-8 เป็นตาราง	https://www.pinterest.com
ตารางธาตุแบบวงรี	มีลักษณะเป็นแบบลูกคิด มี 1-8 เป็นตาราง	filekblog.blogspot.com
ตารางธาตุแบบอื่นๆ	มีลักษณะเป็นแบบลูกคิด มี 1-8 เป็นตาราง	https://drive.google.com

ภาพที่ 4.23 ตัวอย่างการสืบค้นตารางธาตุรูปแบบต่าง ๆ สมบัติ

จากภาพที่ 4.23 เป็นใบกิจกรรมที่นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตารางธาตุในรูปแบบต่าง ๆ โดยระบุข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของตารางธาตุ และที่มาของข้อมูลในการสืบค้น

4.3.2 ประโยชน์และโทษของธาตุ 20 ธาตุแรก

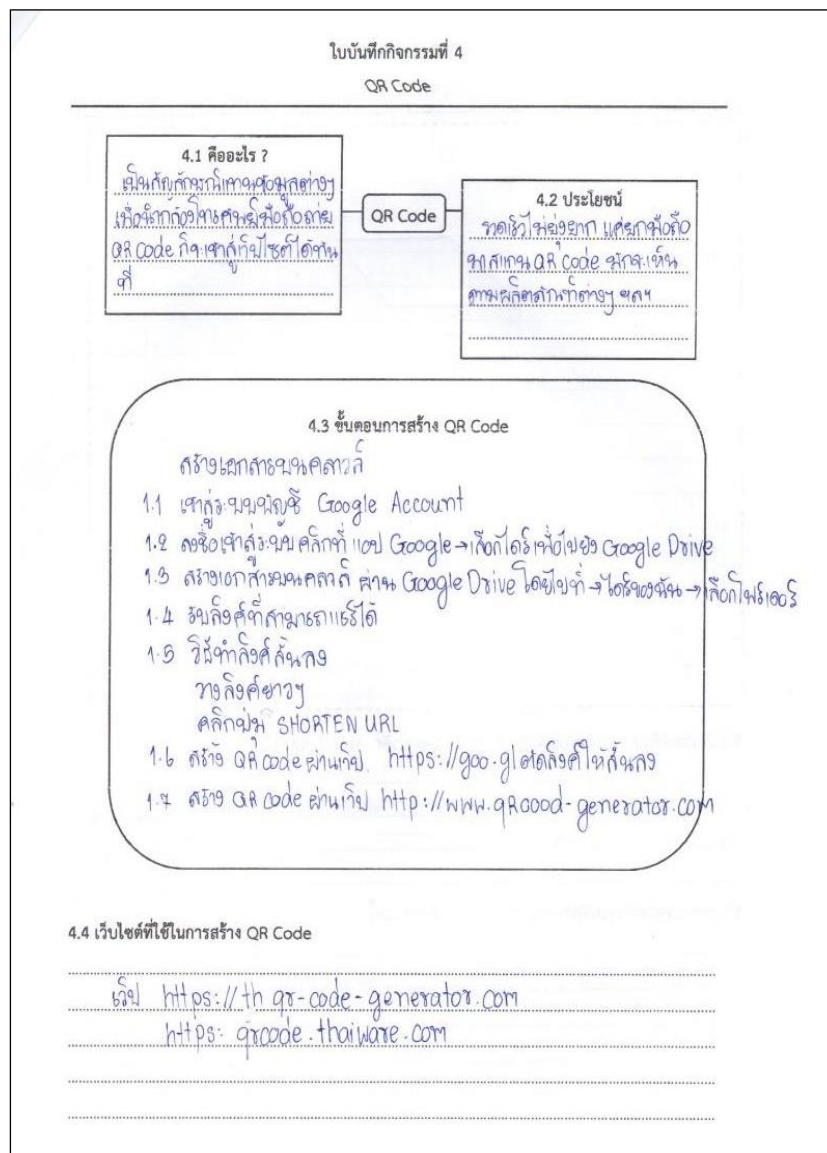


ภาพที่ 4.24 ตัวอย่างการสืบค้นประโยชน์และโทษของธาตุ

จากภาพที่ 4.24 กิจกรรมที่ให้นักเรียนจับคู่และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติและการใช้ประโยชน์ของธาตุ 20 ตัวแรก และให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อเป็นการอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน

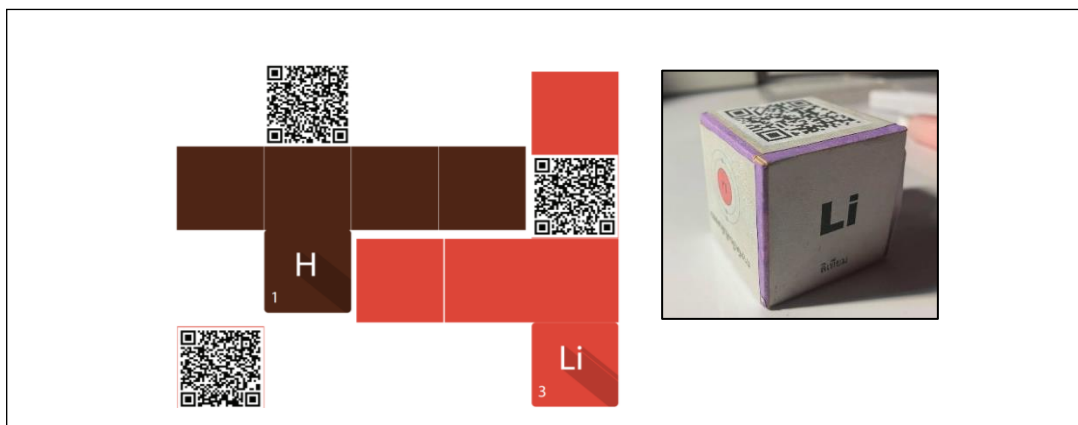
4.3.3 กิจกรรม QR Code

ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้าง QR Code ผ่านเว็บไซต์เพื่อนำมาสู่การสร้าง ตารางธาตุของนักเรียน



ภาพที่ 4.25 ตัวอย่างการสืบค้นขั้นตอนและวิธีการสร้าง QR Code

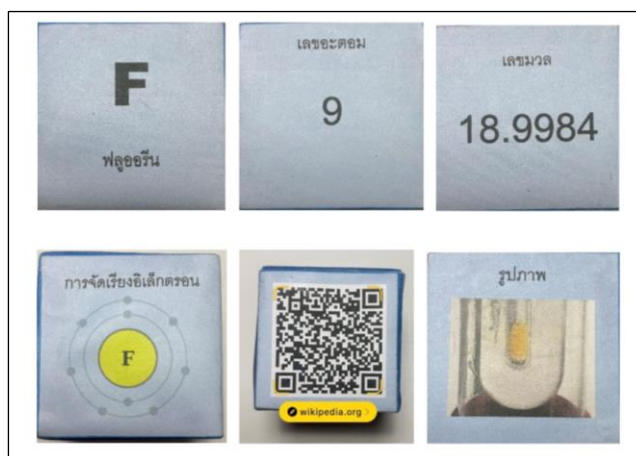
จากภาพที่ 4.25 เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมาย
ลักษณะ ขั้นตอนการสร้าง และเว็บไซต์ที่สามารถสร้าง QR code ได้ โดยนักเรียนต้องระบุข้อมูลให้
ถูกต้องและชัดเจน



ภาพที่ 4.26 ตัวอย่างการออกแบบ QR code ของนักเรียนจากกิจกรรม QR Code

จากภาพที่ 4.26 หลังจากที่ได้ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้าง QR code โดยผู้วิจัยมีบล็อกไม้ทรงลูกเต๋ามาให้นักเรียนนำข้อมูลของธาตุและ QR code มาสร้างเป็นทรงลูกเต๋านำไปสู่กิจกรรม ตารางธาตุ D.I.Y.

รายละเอียดข้อมูลของธาตุของนักเรียน
กลุ่มที่ 1



ภาพที่ 4.27 รายละเอียดข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 1

จากภาพที่ 4.27 เป็นการออกแบบข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 1 โดยมีการระบุข้อมูลดังนี้ ชื่อและสัญลักษณ์ของธาตุ เลขมวล เลขอะตอม การจัดเรียงอิเล็กตรอน รูปภาพ และ QR code ของธาตุ

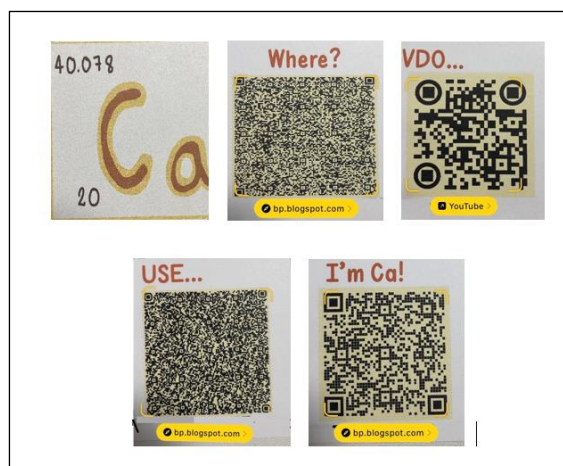
กลุ่มที่ 2



ภาพที่ 4.28 รายละเอียดข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 2

จากภาพที่ 4.28 เป็นการออกแบบข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 2 โดยมีการระบุข้อมูลดังนี้ สัญลักษณ์ของธาตุ เลขอะตอม และ QR code ของธาตุ

กลุ่มที่ 3



ภาพที่ 4.29 รายละเอียดข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 3

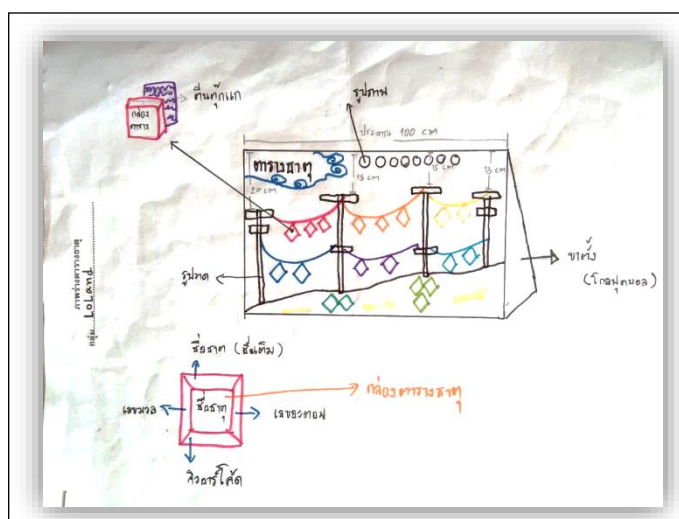
จากภาพที่ 4.29 เป็นการออกแบบข้อมูลของธาตุของนักเรียนกลุ่มที่ 3 โดยมีการระบุข้อมูลดังนี้ สัญลักษณ์ของธาตุ เลขอะตอม เลขมวล ลักษณะ แหล่งที่มา การนำไปใช้ประโยชน์ และ QR code ของธาตุ

4.4.4 กิจกรรมการออกแบบตารางธาตุ D.I.Y.

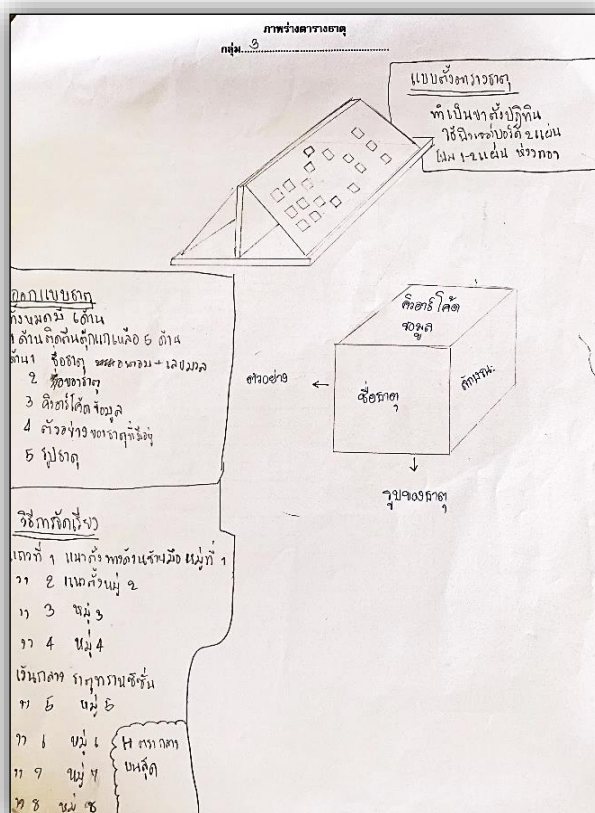
ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบตารางธาตุที่นักเรียนต้องการสร้าง
จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยออกแบบภายใต้วัสดุ - อุปกรณ์ ดังนี้



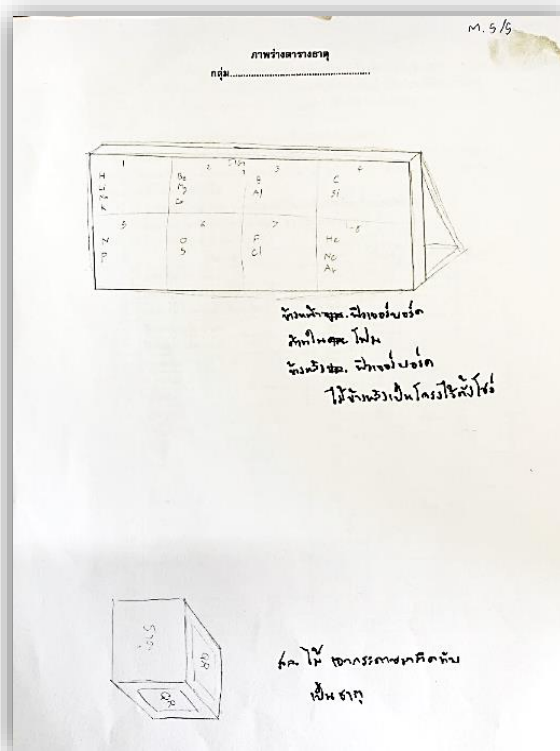
ภาพที่ 4.30 วัสดุ - อุปกรณ์ ที่กำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม



ภาพที่ 4.31 แบบร่างตารางธาตุของนักเรียนกลุ่ม 1



ภาพที่ 4.32 แบบร่างตารางธาตุของนักเรียนกลุ่ม 2



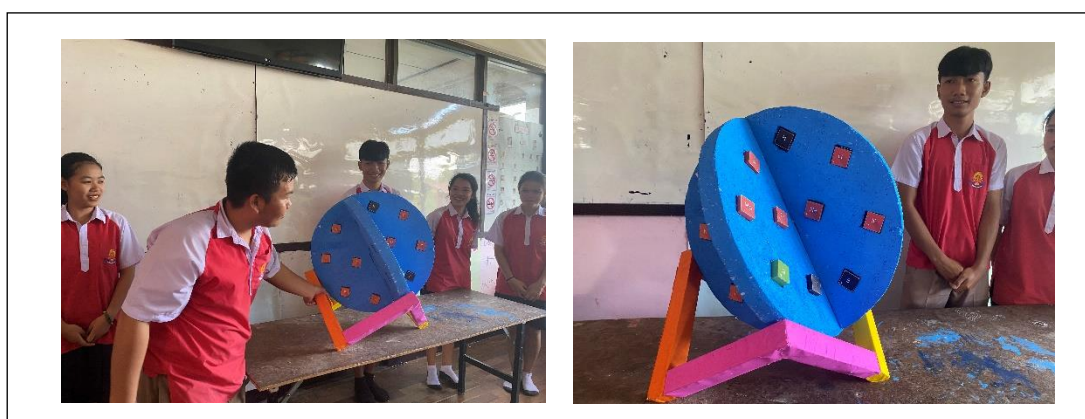
ภาพ 4.33 แบบร่างตารางธาตุของนักเรียนกลุ่ม 3

4.4.5 ประเมินชิ้นงานและนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 4.34 การนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 1

จากภาพที่ 4.34 เป็นชิ้นงานที่นักเรียนออกแบบเสร็จและนำเสนอหน้าชั้นเรียน จะเห็นว่าต่างจากภาพร่างในตอนแรกของการออกแบบ จากขั้นการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มนี้ พบว่า ในส่วนของการทำขาตั้งตารางธาตุไม่สามารถรับน้ำหนักบล็อกไม้ตารางธาตุได้ไหว นักเรียนจึงได้ทำการเปลี่ยนรูปแบบของตารางธาตุโดยมีแรงบันดาลใจจากดาว



ภาพที่ 4.35 การนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 2

จากภาพที่ 4.35 เป็นชิ้นงานที่นักเรียนออกแบบเสร็จและนำเสนอหน้าชั้นเรียน จะเห็นว่าต่างจากภาพร่างในตอนแรกของการออกแบบ จากขั้นการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มนี้ พบว่า ในส่วนของการทำขาตั้งตารางธาตุไม่สามารถรับน้ำหนักบล็อกไม้ตารางธาตุได้

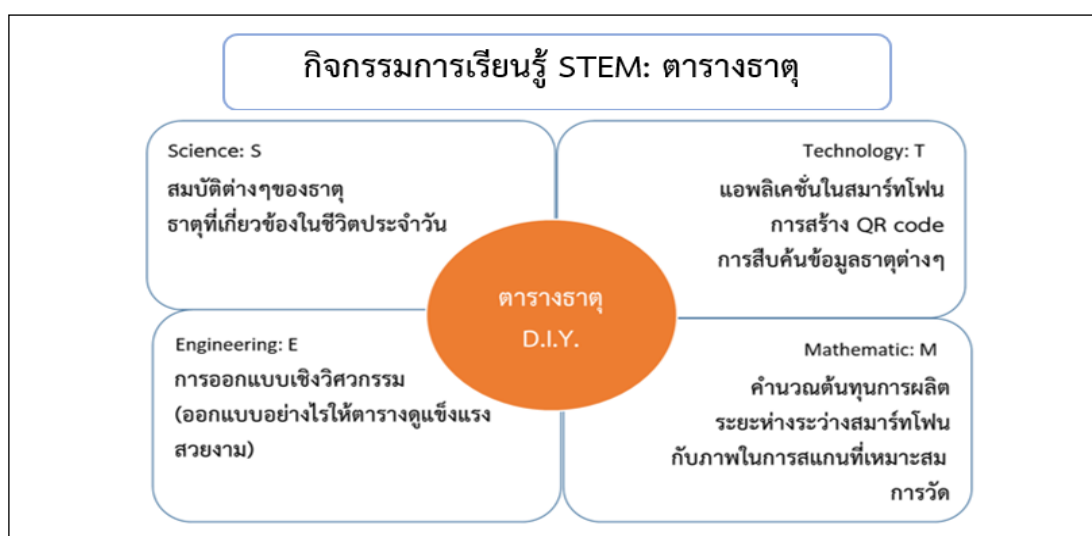
ไหวเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 นักเรียนจึงได้ทำการเปลี่ยนรูปแบบของตารางธาตุโดยมีแรงบันดาลใจจากดาวอังคาร



ภาพที่ 4.36 การนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 3

จากภาพที่ 4.36 เป็นชิ้นงานที่นักเรียนออกแบบเสร็จและนำเสนอหน้าชั้นเรียน จะเห็นว่าต่างจากภาพร่างในตอนแรกของการออกแบบ จากขั้นการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มนี้ พบว่า ในส่วนของการทำขาค้างตารางธาตุไม่สามารถรับน้ำหนักกับล็อกไม้ตารางธาตุได้ ไหวเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 และ 2 นักเรียนจึงได้ทำการเปลี่ยนรูปแบบของตารางธาตุโดยมีแรงบันดาลใจจากแบบร่างเดิม

สรุป การบูรณาการความรู้จากการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา



ภาพที่ 4.37 กิจกรรมการเรียนรู้ STEM: ตารางธาตุ

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ สามารถสรุปผลและมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

จากการวิจัย การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ ได้ผลการวิจัย ดังนี้

5.1.1 เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

จากผลการทดสอบการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังทำกิจกรรมสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยทดสอบจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 3 สถานการณ์ ซึ่งก่อนการทำกิจกรรมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 10.38 คะแนน จากการวิเคราะห์การทำแบบทดสอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ไม่สามารถระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร จะแก้ปัญหายังไงและไม่สามารถบอกได้ว่าผลของการแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งหลังจากที่ได้รับการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เข้ามาช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ในการเรียนให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิธีแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันหาวิธีแก้ปัญหาและการดำเนินการค้นคว้าด้วยตนเอง ดำเนินการทดลองและร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้นี้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และออกแบบตารางธาตุด้วยตนเอง สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนันต์ ะสุข (2557) กล่าวว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อาจเนื่องมาจากสถานการณ์ยังไม่ครอบคลุมหรือน้อยเกินไป และนักเรียนมีความรู้สะสมซึ่งต้องใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ในแบบทดสอบน้อยเกินไป ซึ่งควรแก้ไขโดยเพิ่ม

การฝึกการวิเคราะห์ปัญหาให้มากขึ้น และให้นักเรียนไปสืบค้น เชื่อมโยงกับความรู้ด้านอื่น ๆ (ศิริพิมล หงส์เหม และสุเทพ อ่วมเจริญ, 2557) อย่างไรก็ตามภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทักษะการแก้ปัญหาซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 23.48 คิดเป็นร้อยละ 83.86

5.1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ตารางธาตุ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียนพบว่า ผลการทดสอบของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 12.40 คิดเป็นร้อยละ 41.33 เมื่อนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์พบว่า นักเรียนสามารถบอกได้แค่ธาตุมีชื่อและมีสัญลักษณ์อย่างไร แต่ไม่สามารถบอกสมบัติและประโยชน์ของธาตุได้ บอกได้แค่เพียงบางธาตุเท่านั้น เช่น คาร์บอน (C) – ถ่าน เพชร แคลเซียม (Ca) – กระดูก นม เป็นต้น ซึ่งเป็นธาตุที่พบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ภายหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถศึกษา สืบค้นข้อมูล สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้เรื่องราวจากสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และใช้กระบวนการกลุ่มทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่หลากหลาย เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน (นิตยา ภูผาบาง, 2559) อีกทั้งยังช่วยสร้างความเข้าใจทฤษฎีผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สถาบันการสอนส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งหากเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกถึงลักษณะ ข้อมูลและประโยชน์ของธาตุได้แล้ว มีความเข้าใจเพิ่มขึ้นในเรื่องของการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของธาตุ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ลงมือจัดการสอนด้วยตัวเองซึ่งได้พบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการสอนจึงได้เขียนข้อเสนอแนะให้ผู้สนใจที่จะนำแนวทางสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ดังนี้

5.2.1 ในขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนบางส่วนยังไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับ STEM ครูผู้สอนต้องคอยให้คำแนะนำหรืออำนวยความสะดวกในทุกขั้นตอน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามระยะเวลาที่กำหนด

5.2.2 ในขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานของนักเรียน แต่ละกลุ่มสามารถออกแบบได้ตามความชอบและมีความคิดสร้างสรรค์ แต่ด้วยความรู้และความชำนาญในด้านโครงสร้างทางวิศวกรรมของนักเรียนยังไม่เพียงพอ เมื่อถึงเวลาชิ้นงานจริงทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในด้านโครงสร้างจึงทำให้เสียเวลาในส่วนนี้ค่อนข้างนาน ครูผู้สอนอาจต้องเพิ่มเติมในส่วนความรู้ ความเข้าใจด้านโครงสร้างทางให้มากขึ้น

5.2.3 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาค่อนข้างนาน นักเรียนควรได้อยู่กับชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง แต่ด้วยทางโรงเรียนมีกิจกรรมหลาย ๆ อย่างทำให้การสร้างชิ้นงานหยุดชะงัก ผู้วิจัยควรจัดสรรเวลาและวางแผนให้ดี หรืออาจมีการสอนนอกเวลาเรียน

5.2.4 นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุจากบางสถานการณ์ได้ ผู้วิจัยควรตั้งสถานการณ์ให้มีความชัดเจนและครอบคลุมกับเนื้อหา

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กวิน เชื้อมงคล. “กิจกรรมสะเต็มหรรษา: ลูกโป่งน้ำบ้านจัมป”, ใน **นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. น.26-29. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556.
- กฤษดา ชูสินคุณวุฒิ. “กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คืออะไร?”, **วารสารวิชาการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 42(190): 37-41; กันยายน-ตุลาคม, 2557.
- จีระยา แสนโคตร และกานต์ตะวัน วุฒิสเลา. “กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านลอยน้ำติดไฟแอลอีดี”, ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 7 “วิถีพุทธ วิถีชุมชน รากฐานชีวิตศรัทธาเชิงสังคม ล้ามนานในสังคมวิถีใหม่”**. น.53-63. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2564.
- จำลอง อบอุ่น. **ผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559.
- ไชยา พรหมโส. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558
- ณัฐ ติชเจริญ และคณะ. “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ด้วยเทคโนโลยีออกแบบเต็ดเรียลลิตี้”, **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**ปีที่ 5. 5(1): 21-27; พฤษภาคม, 2557.
- ทักษิณา พิทักษา. **ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องรถแข่งโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2562.
- ทิพวัลย์ ทองนอก และกานต์ตะวัน วุฒิสเลา. “การแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”, **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 11 ประจำปี 2562**. 11(1): 625-635; มีนาคม, 2562.
- ธวัช ชิตตระการ. **การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมผ่านโปรแกรม STEM**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2555.
- นิตยา ภูผาบาง. **การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2559.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- นุชจิรา แดงวันสี. ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับสื่อประสมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559.
- นัสรินทร์ ปือชา. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558.
- บุญนำ อินทนนท์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2552.
- ประเวศ วะสี. ปฏิรูปการศึกษาไทย: การยกเครื่องทางปัญญา. กรุงเทพฯ: สร้างสื่อ, 2539.
- ปิยวรรณ มัธยมนันท์. การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สภาพสมดุลโดยใช้กิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. “STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (STEM Education and 21st Century Skills Development)”, วารสารนักบริหาร. 33(2): 49-56; เมษายน-มิถุนายน, 2556.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ”, วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 9(พิเศษ): 401-418; เมษายน, 2558.
- พัฒนสิน สิริไชยสิทธิ์. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2564.
- ภพ เลหาไพบูลย์. แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2540.
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. “การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็ม”, วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 19(พิเศษ): 3-14; มกราคม-ธันวาคม, 2556.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ราตรี พุทธทอง. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านความจำกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2543.
- รักษพล ธนानวงศ์. “เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ”, วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 41(182): 15-20; พฤษภาคม-มิถุนายน, 2556.
- วัชรพงษ์ โกรรัตน์. “จิ๊กซอว์: ตารางธาตุแบบความเป็นจริงเสริมสำหรับการสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 13 (NCCIT2017). น.111-122. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2560.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.
- ศิริพิมล หงษ์เหม และสุเทพ อ่วมเจริญ. “การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. น. 91-103. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2557.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2546.
- _____. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2552.
- _____. เอกสารการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2557.
- สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. เกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพและจรรยาบรรณวิชาชีพครู. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว, 2562.
- สุกัญญา นาคอัน. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องตารางธาตุ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคบัตรเกม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2559.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อารีย์ วชิรวรการ. การวัดและการประเมินผลการเรียน. สมุทรปราการ: มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, 2542.
- อภิสิทธิ์ ธงชัย และคณะ. (2555). “สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง Science, Technology, Engineering and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century”, .**Designtechnology.ipst**. <http://designtechnology.ipst.ac.th/uploads/STEMEducation.pdf>. 5 เมษายน, 2562.
- อนันต์ ะสุข. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2557.
- Breiner, J.M. and et al. “What is STEM? A discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships”, **School Science and Mathematics**. 112(1): 3–11; May, 2012.
- Dejarnette, N. “America’s children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math”,. **Initiatives Education**. 133(1): 77–84; July, 2012.
- Eylem Bayir. “Developing and Playing Chemistry Games To Learn about Elements, Compounds, and the Periodic Table: Elemental Periodica, Compoundica, and Groupica”, **Journal of Chemical education**. 91: 531-535; February, 2014.
- Wayne, C. (2012). “What is S.T.E.M. and why do I need to know?”, **Carleygroup**. <http://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online/1>. April 5, 2019.
- Vasco D. B. Bonifacio. “QR-Code Audio Periodic Table of the Element: A Mobile-Learning Tool”, **Journal of Chemical education**. 89(1): 552-554; January, 2012.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี)

เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน
 - 1.1 ปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกาเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ
 - 1.2 ปรนัยชนิดเลือกตอบพร้อมให้เหตุผล โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกาเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ และเขียนแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับตัวเลือก
2. แบบทดสอบมีจำนวน 30 ข้อ

ตัวชี้วัด ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ

1. การจัดธาตุในตารางธาตุมีการจัดเรียงอย่างไร
 - ก. เรียงธาตุตามเลขอะตอมจากมากไปน้อย
 - ข. เรียงธาตุตามเลขอะตอมจากน้อยไปมาก
 - ค. เรียงธาตุตามเลขมวลจากมากไปน้อย
 - ง. เรียงธาตุตามเลขมวลจากน้อยไปมาก
2. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของธาตุในคาบเดียวกัน
 - ก. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจากขวาไปซ้าย
 - ข. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนลดลงจากซ้ายไปขวา
 - ค. ธาตุทางซ้ายมีความเป็นโลหะมากกว่าธาตุทางขวา
 - ง. ธาตุทางซ้ายมีความเป็นอโลหะมากกว่าทางขวา
3. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกัน
 - ก. มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน
 - ข. จำนวนระดับพลังงานเท่ากัน
 - ค. การเกิดปฏิกิริยาค้ำยกัน
 - ง. มีแนวโน้มของสมบัติคล้ายกัน

4. จากเลขอะตอม 3, 11 และ 19 จัดเป็นธาตุกลุ่มใด

- ก. แอลคาไลน์
- ข. แอลคาไลน์เอิร์ท
- ค. แฮโลเจน
- ง. แก๊สมีตระกูล

5. ธาตุสมมติ A มีเลขอะตอม 19 มีสมบัติเป็นโลหะ ธาตุนี้^๓อยู่หมู่และคาบใด

- ก. หมู่ 1 คาบ 1
- ข. หมู่ 1 คาบ 2
- ค. หมู่ 1 คาบ 3
- ง. หมู่ 1 คาบ 4

6. ธาตุ x เป็นธาตุเรฟรีเซนเททีฟ อยู่หมู่ 3 คาบ 4 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนอย่างไร และมีเลขอะตอมเท่าใด

- ก. 2 8 4 เลขอะตอม 14
- ข. 2 8 8 3 เลขอะตอม 21
- ค. 2 8 18 3 เลขอะตอม 31
- ง. 2 8 18 4 เลขอะตอม 32

7. ธาตุใดต่อไปนี้^๓มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับธาตุ Be

- ก. ธาตุ A มีเลขอะตอม 3
- ข. ธาตุ Y มีเลขอะตอม 7
- ค. ธาตุ Z มีเลขอะตอม 12
- ง. ธาตุ E มีเลขอะตอม 16

8. ธาตุสมมติ A, B, C และ D มีเลขอะตอมเป็น 2, 12, 15 และ 17 ตามลำดับ ธาตุในข้อใดเป็นอโลหะ^๓
ทั้งหมด

- ก. A และ D
- ข. B และ C
- ค. A B และ C
- ง. C และ D

จากข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 9

ธาตุ	เลขอะตอม	มวลอะตอม
A	6	12
B	8	16
C	10	20
D	11	23
E	12	24
F	13	27

9. จากตาราง ธาตุใดเป็นโลหะ

- ก. ธาตุ A และ B
- ข. ธาตุ C และ D
- ค. ธาตุ E และ F
- ง. ธาตุ C และ E

10. ธาตุสมมติ Z มีเลขอะตอม 12 เลขมวล

11. ธาตุสมมติ Y มีเลขอะตอม 9 เลขมวล 19 ข้อใดเป็นสมบัติของธาตุ Y

- ก. มีจุดเดือดสูง
- ข. เคาะมีเสียงกังวาน
- ค. ไม่นำไฟฟ้าและความร้อน
- ง. แข็งและเหนียว

12. ธาตุคู่ใดที่จัดอยู่ในหมู่อัลคาไลน์

- ก. ไฮโดรเจน (Hydrogen: H), ฟลูออรีน (Fluorine: F)
- ข. ลิเทียม (Lithium: Li), รูบิเดียม (Rubidium: Rb)
- ค. โบรอน (Boron: B), โพแทสเซียม (Potassium: K)
- ง. คลอรีน (Chlorine: Cl), ฟลูออรีน (Fluorine: F)

13. ธาตุใดจัดอยู่ในหมู่แฮโลเจน(Halogen)

- ก. ฟลูออรีน (Fluorine: F), คลอรีน (Chlorine: Cl)
 ข. ซิลิคอน (Silicon: Si), แอนติโมนี (Antimony: Sb)
 ค. ลิเทียม (Lithium: Li), โซเดียม (Sodium: Na)
 ง. นีออน (Neon: Ne), อาร์กอน (Argon: Ar)

14. กลุ่มธาตุชนิดหนึ่งเป็นธาตุในกลุ่ม f-block ที่แยกออกมาจากคาบที่ 6 เนื่องจากมีสมบัติแตกต่างจากโลหะทรานซิชันมีเลขอะตอม ตั้งแต่ 58 – 71 กลุ่มย่อยของธาตุนี้เรียกว่าอะไร

- ก. กลุ่มแอกทิไนด์ (Actinides)
- ข. หมู่แอลคาไลด์ (Alkaline metals)
- ค. กลุ่มธาตุแลนทาไนด์ (Lanthanides)
- ง. หมู่แอลคาไลด์เอิร์ท (Alkaline earth metals)

ใช้ตารางธาตุตอบคำถามข้อ 15 - 16

[illegible]

15. ธาตุในข้อใดเป็นธาตุแฮโลเจน

- ဂ. A ဃ. M န. X ခ. O

16. ธาตุในข้อใดจัดอยู่ในหมู่เดียวกันของตารางธาตุ

- ก. D กับ E ข. Y กับ E ค. M กับ Q ง. Z กับ X

17. ธาตุในหมู่เดียวกันมีสมบัติทางเคมีคล้ายกันเพราะเหตุใด

- ก. มีขนาดอะตอมเท่ากัน
ข. มีจำนวนระดับพลังงานเท่ากัน
ค. มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือนกัน
ง. มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน

18. ธาตุ W, X, Y และ Z มีเลขอะตอม 3, 20, 54 และ 83 ธาตุคู่ใดมีสมบัติคล้ายคลึงกัน

- ก. W กับ X
- ข. W กับ Z
- ค. X กับ Z
- ง. X กับ Y

19. นายเอค้นพบธาตุชนิดหนึ่ง จากการตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นพบว่า ไม่สามารถตัดหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ ไม่สามารถตีเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ และไม่ยืดหยุ่น ธาตุชนิดนี้ควรมีสมบัติตามข้อใด

- ก. Metalloid ข. Nonmetal ค. Metal ง. Plasma

ตัวชี้วัด สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรพรีเซนเททีฟ และทรานซิชัน

20. ธาตุชนิดหนึ่ง เป็นธาตุแรกของหมู่ VIA ในตารางธาตุจัดเป็นอโลหะ เป็นธาตุจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต กล่าวคือใช้ในการหายใจและการเผาผลาญอาหารแล้ว ยังใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ วงการแพทย์ในการช่วยรักษาโรคหลายชนิด เช่น ปอดบวม (pneumonia), emphysema เป็นต้น การเดินทางในอวกาศของมนุษย์อวกาศ และใช้ในการดำนํ้าในทะเลลึก นอกจากนั้นยังใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ด้วย ธาตุชนิดนี้คือธาตุใด

- ก. ซิลิคอน (Silicon: Si) ข. ไฮโดรเจน (Hydrogen: H)
- ค. ออกซิเจน (Oxygen: O) ง. ฮีเลียม (Helium: He)

21. ธาตุชนิดหนึ่งมีสมบัติเป็นโลหะเนื้ออ่อน มีความหนาแน่นต่ำ มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาสูง และเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำจึงต้องเก็บรักษาในน้ำมัน ธาตุชนิดนี้เป็นสมบัติของธาตุคู่ใด

- ก. ฟลูออรีน (Fluorine: F), คลอรีน (Chlorine: Cl)
- ข. ซิลิคอน (Silicon: Si), แอนติโมนี (Antimony: Sb)
- ค. ลิเทียม (Lithium: Li), โซเดียม (Sodium: Na)
- ง. นีออน (Neon: Ne), อาร์กอน (Argon: Ar)

22. ธาตุชนิดหนึ่งมีสมบัติระหว่างธาตุโลหะและอโลหะ ดังนี้ นำไฟฟ้าได้ไม่ดี ฉนวนหุ้มห้อง แต่การนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ที่เพิ่มขึ้น มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง มีความแข็งแต่เปราะสูง สามารถพบธาตุชนิดนี้ได้บริเวณเส้นทแยงมุมของตารางธาตุ ธาตุชนิดนี้เป็นสมบัติของธาตุคู่ใด

- ก. ฟลูออรีน (Fluorine: F), คลอรีน (Chlorine: Cl)
- ข. ซิลิคอน (Silicon: Si), แอนติโมนี (Antimony: Sb)
- ค. ลิเทียม (Lithium: Li), โซเดียม (Sodium: Na)
- ง. นีออน (Neon: Ne), อาร์กอน (Argon: Ar)

23. ธาตุชนิดหนึ่งมีสถานะแก๊ส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่ำ นอกจากนั้น ธาตุชนิดนี้ยังยากต่อการสูญเสียหรือรับอิเล็กตรอน ธาตุชนิดนี้เป็นสมบัติของธาตุคู่ใด

- ก. ฟลูออรีน (Fluorine: F), คลอรีน (Chlorine: Cl)
- ข. ซิลิคอน (Silicon: Si), แอนติโมนี (Antimony: Sb)
- ค. ลิเทียม (Lithium: Li), โซเดียม (Sodium: Na)
- ง. นีออน (Neon: Ne), อาร์กอน (Argon: Ar)

24. ข้อใดจับคู่ธาตุกับการใช้ประโยชน์ไม่ถูกต้อง

- ก. ลิเทียม – นำมาใช้เป็นขั้วแบตเตอรี่
- ข. คลอรีน – นำมาใช้ในการผลิตยาฆ่าเชื้อ
- ค. แมกนีเซียม – นำมาใช้ในด้านชุดเจาะน้ำมัน
- ง. ฮีเลียม – บรรจุในหลอดไฟโฆษณาเพื่อให้แสงสีน้ำเงิน

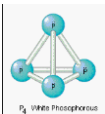
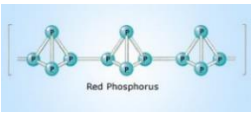
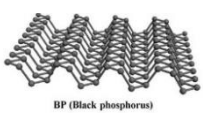
25. ธาตุใดที่พบในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตโซดาไฟ เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปทำลายระบบประสาท กล้ามเนื้ออ่อนแรง มีผลต่อสมอง ไต ตับ เรียกว่า โรคมินามาตะ (Minamata)

- ก. แมงกานีส (Manganese: Mn)
- ข. แคดเมียม (Cadmium: Cd)
- ค.ปรอท (Mercury: Hg)
- ง. โครเมียม (Cromium: Cr)

26. ธาตุใดที่เมื่อเข้าสู่ร่างกายเมื่อสะสมเป็นเวลานานจะทำให้ไปขัดขวางการสร้างเม็ดเลือดแดง ปวดตามข้อ กระดูกผุ มีพิษต่อระบบประสาททำให้ประสาทหลอนและเป็นอัมพาต

- ก. ตะกั่ว (Lead: Pb)
- ข. โครเมียม (Cromium: Cr)
- ค. แคดเมียม (Cadmium: Cd)
- ง. แมงกานีส (Manganese: Mn)

ใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 27

อัญรูปของฟอสฟอรัส	โครงสร้าง	คุณสมบัติ
ฟอสฟอรัสขาว (White Phosphorus)	 P₄ White Phosphorus	1. เป็นของแข็งสีขาวหรือเหลือง ว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามาก 2. มีจุดหลอมเหลว 44°C 3. มีความหนาแน่น 1.82 g/cm³ 4. ไม่นำไฟฟ้า 5. ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ในคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS₂) หรือตัวทำละลายอื่นที่ไม่เลกุลไม่มีขั้ว เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์(CCl₄) 6. ลูกไหม้ในอากาศได้เองที่อุณหภูมิ 35 °C จึงต้องเก็บไว้ในน้ำไม่ให้สัมผัสกับอากาศ 7. มีกลิ่นคล้ายกระเทียมเป็นพิษ ถ้าหายใจเข้าไปจะเป็นโรคขากรรไกรผุ
ฟอสฟอรัสแดง (Red Phosphorus)	 Red Phosphorus	1. เป็นของแข็งสีแดง เป็นรูปที่เสถียรกว่าฟอสฟอรัสขาว 2. มีจุดหลอมเหลว 590 °C 3. มีความหนาแน่น 2.34 g/cm³ 4. ไม่นำไฟฟ้า 5. ไม่ละลายในน้ำและคาร์บอนไดซัลไฟด์(CS₂) 6. ลูกไหม้ในอากาศที่อุณหภูมิ 250 °C 7. ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาและไม่เป็นพิษ
ฟอสฟอรัสดำ (Black Phosphorus)	 BP (Black phosphorus)	1. เป็นของแข็งสีดำ 2. มีจุดหลอมเหลว 610 °C 3. มีความหนาแน่น 2.699 g/cm³ 4. เสถียรกว่าฟอสฟอรัสแดง และติดไฟยาก 5. นำไฟฟ้าได้เล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะนำไฟฟ้าได้ดีขึ้น

27. จอห์น วอลเคอร์ เกสักรชาวอังกฤษต้องการทำไม้ขีดไฟจึงได้ทำการศึกษาพบว่า ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งในหัวไม้ขีดไฟ จากตารางอัญรูปของฟอสฟอรัสนักเรียนคิดว่าฟอสฟอรัสชนิดใดเหมาะที่จะนำมาทำหัวไม้ขีดไฟ

- ก. ฟอสฟอรัสขาว (White Phosphorus)
- ข. ฟอสฟอรัสแดง (Red Phosphorus)
- ค. ฟอสฟอรัสดำ (Black Phosphorus)
- ง. ไม่มีอัญรูปใดที่เหมาะสม

เหตุผล

.....

28. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สมีตระกูล

- ก. ใช้บรรจุในลูกบอลลูน
- ข. ใช้บรรจุในหลอดไฟฟ้า
- ค. ใช้เป็นเชื้อเพลิงในจรวด
- ง. ใช้ผสมกับแก๊สออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจในทะเลลึก

เหตุผล

.....

29. แก๊สที่ใช้ผสมกับออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจสำหรับผู้ลงไปทำงานในทะเลลึกคือแก๊สอะไร

- ก. แก๊สไนโตรเจน (Nitrogen: N)
- ข. แก๊สฮีเลียม (Helium: He)
- ค. แก๊สอาร์กอน (Argon: Ar)
- ง. แก๊สคริปทอน (Krypton: Kr)

เหตุผล

.....

ใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 30

ธาตุ	มวล	คุณสมบัติ
ทิน, ดีบุก (Tin: Sn)	118.71	มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทนต่อการกัดกร่อน และถูกออกซิไดส์ในอากาศได้ดี
อะลูมิเนียม (Aluminium: Al)	26.98	มีความหนาแน่นต่ำ นำไฟฟ้า ต้านทานการกัดกร่อน
ลิเทียม (Lithium: Li)	6.94	มีศักยภาพในการให้อิเล็กตรอนที่ดี ดูดความร้อนได้ดี
แฟรนเซียม (Fransium: Fr)	223	มีจุดหลอมเหลวต่ำ น้ำหนักเบา นำไฟฟ้า เก็บรักษาภายใต้ไขมันพาราฟิน (paraffin)

30. นักเรียนจะใช้โลหะใดในการสร้างปีกเครื่องบิน

- ก. ลิเทียม (Lithium: Li)
- ข. ทิน, ดีบุก (Tin: Sn)
- ค. แฟรนเซียม (Fransium: Fr)
- ง. อะลูมิเนียม (Aluminium: Al)

เหตุผล

.....

เฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) เรื่อง ตารางธาตุ

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ข	11	ค	21	ค
2	ค	12	ข	22	ข
3	ข	13	ก	23	ง
4	ก	14	ค	24	ค
5	ง	15	ง	25	ค
6	ค	16	ข	26	ก
7	ค	17	ง	27	ข
8	ง	18	ก	28	ค
9	ค	19	ค	29	ข
10	ค	20	ค	30	ง

ข้อ 27.

เหตุผล ฟอสฟอรัสแดงไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา เมื่อจุดไม้ขีดไฟ ควันทันที่ได้ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย

ข้อ 28.

เหตุผล แก๊สเฉื่อยเป็นแก๊สที่ไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาจึงไม่เหมาะที่จะนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงในจรวด

ข้อ 29.

เหตุผล ฮีเลียมเป็นแก๊สเฉื่อยเมื่อนำไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะทำให้ลดการเกิดแก๊สพิษของออกซิเจนและไนโตรเจนได้ เมื่อลงไปในทะเลลึก

ข้อ 30.

เหตุผล อะลูมิเนียมเป็นธาตุโลหะที่มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงสูงและทนต่อสภาวะต่าง ๆ ได้ดี จึงเป็นวัสดุที่ใช้สร้างอากาศยาน

ภาคผนวก ข
แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบทดสอบวัดความรู้ทักษะการแก้ปัญหา

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ในขณะที่ครูเอากำลังหาวิธีในการจัดกิจกรรมในห้องเรียนวิชาเคมีให้น่าสนใจอยู่นั้น เขาได้ไปเจอบทความหนึ่งซึ่งมีใจความว่า “จำไม่ได้ต้องใช้สื่อช่วย ตารางธาตุแบบ Interactive สำหรับผู้รักการเรียนรู้”

เราเชื่อว่าอุปสรรคของหลายคนในการเรียนวิชาเคมีคือการท่องจำตารางธาตุว่าธาตุอะไรมันอยู่ตรงไหนกันแน่ บางคนก็อาจประดิษฐ์เพลงขึ้นมาเพื่อท่องให้ได้แม่นยำ ๆ แต่ก็ยังพบอุปสรรคอยู่อีกว่า บางทีท่องชื่อได้นะแต่จำไม่ได้ว่าธาตุนั้นมันยังงี้ ๆ กันแน่ ที่ผ่านมามีความพยายามในการย่อ หรือจัดตารางธาตุให้จำง่ายอยู่หลายครั้ง เช่นหนังสือของบุนเป โยริฟูจิ ชื่อ Wonderful Life With The elements ก็พยายามแสดงภาพธาตุต่าง ๆ ให้เป็นรูปคน จะได้จำง่าย ตอนนี้มีเว็บไซต์น่ารัก ๆ ที่ช่วยให้เราจำ หรือเข้าใจตารางธาตุได้ง่ายขึ้นแล้ว โดยเป็นผลงานจากวิศวกรซอฟต์แวร์ของโบอิงชื่อ Keith Eneveoldsen พอเข้าไปลองคลิกดูแต่ละธาตุ ก็จะได้แสดงสมบัติของธาตุนั้น ๆ ออกมา รวมไปถึงบอกด้วยว่า มันเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างไร เช่น โมลิบดีนัม (Molybdenum) ใช้ในเครื่องตัดต่าง ๆ (เช่น กรรไกร) มีสัญลักษณ์บอกด้วยว่า มีสมบัติความเป็นแม่เหล็กหรือไม่, พบในธรรมชาติไหม ลอง ๆ เข้าไปดูแล้วสนุกดี

ไปเล่นตารางธาตุ Interactive ได้ที่ <http://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>

หลังจากที่ครูเอได้อ่านบทความข้างต้น เขามีความรู้สึกลอยลางจะนำการเรียนรู้ ตารางธาตุแบบ Interactive มาสอนนักเรียน แต่ติดตรงที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊คที่จะช่วยในการทำกิจกรรม หากนักเรียนเป็นครูเองจะมีวิธีการในการแก้ปัญหานี้อย่างไร

(ที่มา Facebook: The MATTER)

1.1 จากบทความที่ได้อ่านข้างต้น ปัญหาของบทความนี้คืออะไร

คำตอบ

.....

.....

1.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหามีอะไรบ้าง

คำตอบ

.....

.....

1.3 หากนักเรียนเป็นครูเองจะมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

1.4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

2. ในขณะที่แอนกำลังเตรียมสารเคมีช่วยคุณครูเพื่อทำการทดลองในคาบเรียนต่อไป พบว่าสารเคมีบางชนิดที่แอนต้องการหมดพอดี ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ ผงชาร์โคล และผงแคลเซียมคาร์บอเนต หากจะเข้าไปซื้อในเมืองตอนนี้แอนและคุณครูคิดว่าไม่น่าทันเวลา หากนักเรียนเป็นแอนและคุณครูนักเรียนจะมีวิธีแก้ไขอย่างไรเพื่อให้ทันคาบเรียนต่อไป

2.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ปัญหาคืออะไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

2.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหามีอะไรบ้าง

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

2.3 หากนักเรียนเป็นแอนจะมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

2.4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เอและบีได้รับมอบหมายให้เป็นตัวแทนของห้องเรียนในการนำเสนอการเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดอะซิติกและอะลูมิเนียมในวันพรุ่งนี้ เอและบีจึงชวนกันไปเตรียมของและสำรวจสารเคมีที่ห้องปฏิบัติการ พบว่า ไม่พบสารเคมีทั้งสองชนิดในตู้เก็บสารเคมีเลย นอกจากนั้น โรงเรียนยังอยู่ห่างไกลจากร้านขายสารเคมีเป็นอย่างมาก

ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ (1 คะแนน)

- ก. โรงเรียนอยู่ห่างไกลจากร้านขายสารเคมี
- ข. ไม่สามารถนำเสนอการทดลองในวันพรุ่งนี้ได้
- ค. ไม่มีสารเคมีที่ใช้ในการทดลองในวันพรุ่งนี้
- ง. ได้รับมอบหมายให้เป็นตัวแทนของห้องเรียน

สาเหตุของปัญหา (1 คะแนน)

- ก. โรงเรียนอยู่ห่างไกลจากร้านขายสารเคมี
- ข. ไม่สามารถนำเสนอการทดลองในวันพรุ่งนี้ได้
- ค. ไม่มีสารเคมีที่ใช้ในการทดลองในวันพรุ่งนี้
- ง. ได้รับมอบหมายให้เป็นตัวแทนของห้องเรียน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นควรใช้วิธีแก้ไขอย่างไร (1 คะแนน)

- ก. สั่งซื้อสารเคมีใหม่
- ข. เลื่อนการนำเสนอ
- ค. เปลี่ยนหัวข้อการทดลอง (หัวข้อการทดลองใหม่คือ)
- ง. หาสารเคมีที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสารเคมีที่ต้องการ (สารเคมีที่นำมาใช้คือ.....)

จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นจะเป็นอย่างไร (1 คะแนน)

ก. สามารถนำเสนอได้

ข. สามารถทำการทดลองได้

ค. สามารถทำการทดลองและพร้อมที่จะนำเสนอได้ตามที่วางแผนไว้

ง. สามารถหาสารเคมีที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงนำมาทำการทดลองและพร้อมที่จะนำเสนอได้ตามที่วางแผนไว้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	ข้อบ่งชี้	ระดับ คะแนน
ระบุปัญหาหรือตั้ง ปัญหา (3 คะแนน)	- สามารถระบุเป็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้หลากหลายและถูกต้อง	3
	- สามารถระบุสิ่งที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก	2
	- สามารถระบุสิ่งที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	1
	- ไม่สามารถระบุสิ่งที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้หรือไม่เขียนตอบ	0
นิยามสาเหตุของ ปัญหา(3 คะแนน)	- สามารถระบุสิ่งที่เป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับ สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ	3
	- สามารถระบุสิ่งที่เป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับ สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ	2
	- สามารถระบุสิ่งที่เป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับ สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องอย่างน้อย 1 ข้อ	1
	- ไม่สามารถระบุสิ่งที่เป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับ สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่เขียนตอบ	0
แนวทางการแก้ปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหา (3 คะแนน)	- สามารถเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม ที่สุดในการแก้ปัญหา	3
	- สามารถเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมใน การแก้ปัญหา	2
		1

รายการประเมิน	ข้อบ่งชี้	ระดับ คะแนน
	- สามารถเลือกแนวทางที่มีความเหมาะสมปานกลางในการแก้ปัญหา - สามารถเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ	0
พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา (3 คะแนน)	- ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับดีมาก	3
	- ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับดี	2
	- ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับปานกลาง	1
	- ผลที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงหรือไม่เขียนตอบ	0

ภาคผนวก ค
เอกสารกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

ตารางธาตุ D.I.Y.

กลุ่ม.....

สถานการณ์

นักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทขายสื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำลังตรวจสอบสินค้าต่าง ๆ ในบริษัท พบว่าตารางธาตุที่ใช้เป็นสื่อการสอนในห้องเรียนมียอดขายค่อนข้างต่ำ อาจเป็นเพราะตารางธาตุไม่ได้รับการปรับปรุงมาเป็นเวลานาน มีความล้าหลังของข้อมูล (ธาตุบางตัวไม่มีข้อมูลลักษณะของธาตุ บางตัวไม่มีประโยชน์ที่พบในชีวิตประจำวัน) สีสันไม่เชิญชวนให้เลือกซื้อ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องปรับปรุงตารางธาตุขึ้นมาใหม่ และเพื่อให้เข้ากับการเรียนในยุคปัจจุบันจึงต้องเพิ่มลูกเล่นที่สามารถเชื่อมต่อกับโลกออนไลน์ได้ นั่นคือในธาตุทุกตัวจะต้องมี QR code และต้องใช้ได้กับทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอย (Android) และ iOS

ระบุปัญหาของสถานการณ์

[illegible]

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 3

สืบค้นสมบัติ ประโยชน์และโทษของธาตุ 20 ธาตุแรก

- คำชี้แจง**
1. ให้นักเรียนสรุปธาตุ 20 ธาตุแรก
 2. ค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เช่น หนังสือเรียน ข้อมูลจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยหรือเว็บไซต์อื่น ๆ เป็นต้น
-

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 4

QR Code

4.1 คืออะไร ?

.....

.....

.....

.....

QR Code

4.2 ประโยชน์

.....

.....

.....

.....

4.3 ขั้นตอนการสร้าง QR Code

4.4 เว็บไซต์ที่ใช้ในการสร้าง QR Code

ใบกิจกรรมที่ 5
รูปแบบตารางธาตุ D.I.Y.



5.1 นักเรียนได้แนวคิดในการออกแบบมาจากที่ใด และแนวคิดของนักเรียนดีกว่าแนวคิดเดิมอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกออกแบบตารางธาตุลักษณะนี้

.....

.....

.....

.....

6. การประเมินผลและการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

6.1 ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

6.2 แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

7. การบูรณาการความรู้สะเต็ม (STEM)

วิทยาศาสตร์(S)	
เทคโนโลยี (T)	
วิศวกรรมศาสตร์ (E)	
คณิตศาสตร์ (M)	

ภาคผนวก ง
แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เรื่อง ประโยชน์ของธาตุในชีวิตประจำวัน	เวลา 11 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตารางธาตุ	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี)
ผู้สอน นางสาวปริญวรรณ สุนทรักษ์	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

1. มาตรฐานการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.5/5 ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุ
เรพรีเซน เททีฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.5/7 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรพรี
เซนเททีฟ และ ธาตุแทรนซิชัน

สาระที่ 8 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่าง
รวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ
เพื่อแก้ปัญหาหรือ พัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม
และสิ่งแวดล้อม

คณิตศาสตร์

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และ
นำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูป
เรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

วิศวกรรมศาสตร์

เลือกวัสดุให้เหมาะสมกับการสร้างตามแบบจำลองที่ออกแบบไว้

2. สารสำคัญ

2.1 ธาตุจัดเป็นหมวดหมู่ได้อย่างเป็นระบบโดยอาศัยตารางธาตุ ซึ่งในปัจจุบันจัดเรียงตามเลขอะตอมและความคล้ายคลึงกันของสมบัติ แบ่งออกเป็นหมู่ซึ่งเป็นแถวในแนวตั้ง และคาบซึ่งเป็นแถวในแนวนอน และสามารถแบ่งธาตุในตารางธาตุออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ธาตุกลุ่ม A หรือธาตุเรฟรีเซนเททีฟ และธาตุกลุ่ม B หรือธาตุแทรนซิชัน

2.2 ธาตุและสารประกอบของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและแทรนซิชันจะพบในสิ่งมีชีวิตในรูปของสารประกอบ ส่วนในสิ่งแวดล้อมอาจพบในรูปธาตุอิสระหรือสารประกอบ ทั้งธาตุและสารประกอบของธาตุทั้ง 2 กลุ่มนี้มีประโยชน์ในกระบวนการดำรงชีวิต และการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การก่อสร้าง อุตสาหกรรม การเกษตร การแพทย์ และอาหาร ซึ่งถ้าใช้ไม่ถูกต้องหรือใช้ในปริมาณที่มากเกินไปอาจก่อให้เกิดผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. สามารถระบุหมู่และคาบของธาตุในตารางธาตุได้
2. สามารถระบุได้ว่าธาตุมีสมบัติเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟจากตารางธาตุ
3. บอกประโยชน์ของธาตุที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟได้
2. สามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานได้ได้อย่างเหมาะสม
3. สามารถนำขั้นตอนหรือกระบวนการทางวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบชิ้นงานได้
4. สามารถสร้างสื่อออนไลน์ร่วมกับ QR Code ได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีระเบียบ มุ่งมั่นในการทำงาน มีการทำงานเป็นทีม

4. สารการเรียนรู้

- 4.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ
- 4.2 การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ

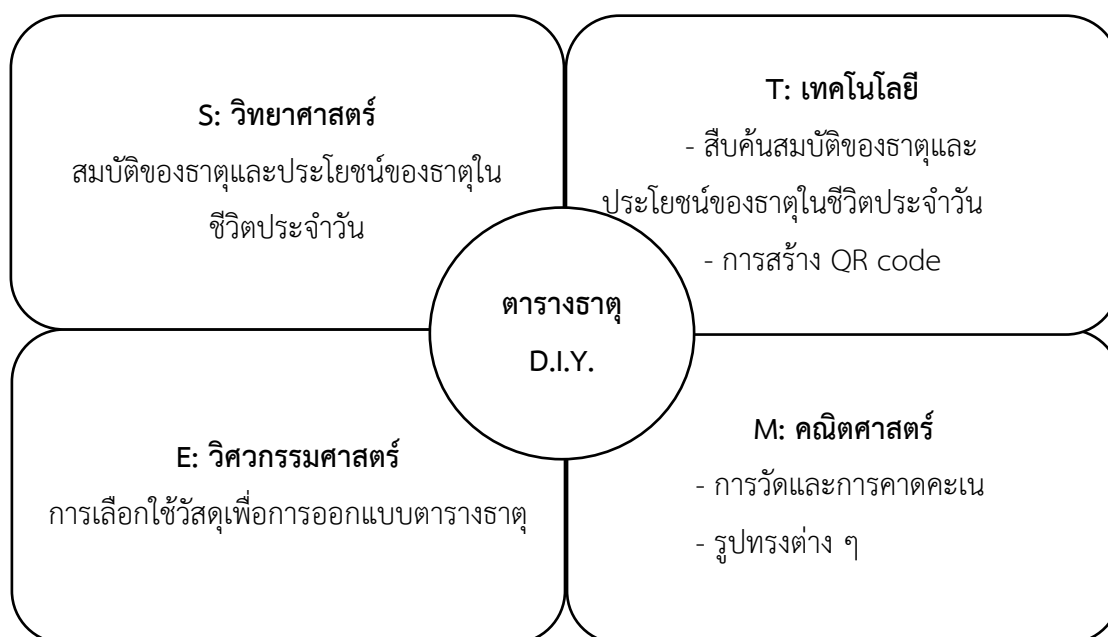
4.3 สมบัติของธาตุและสารประกอบของธาตุในตารางธาตุ

4.4 ธาตุและสารประกอบของธาตุเรฟรีเซนเททีฟในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5. ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์(S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์ (E)	คณิตศาสตร์ (M)
- บอกลักษณะ และ ประโยชน์ของธาตุที่ใช้ ในชีวิตประจำวันได้	- สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอ ประโยชน์ของธาตุที่ใช้ ในชีวิตประจำวันได้ - สร้าง QR code ที่ใช้ งานร่วมกับตารางธาตุ สร้างขึ้น	ออกแบบตารางธาตุให้ มีความเหมาะสมกับ วัสดุที่เลือกใช้	- การวัดและ คาดคะเนขนาดของ ตารางธาตุ - รูปทรงต่าง ๆ ในการ สร้างตารางธาตุ

6. กระบวนการ



7. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

7.1 ขั้นก่อนทำกิจกรรม (30 นาที)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำรูปภาพที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันพร้อมถามนักเรียน “จากรูปภาพนี้เกี่ยวข้องกับธาตุใดบ้างในตารางธาตุ”

7.1.1 รูป “เกลือ” (แนวคำตอบ ธาตุโซเดียมและคลอไรด์)

7.1.2 รูป “กระป๋องน้ำอัดลม” (แนวคำตอบ ธาตุอะลูมิเนียม)

7.1.3 รูป “ไม้ขีดไฟ” (แนวคำตอบ ธาตุฟอสฟอรัส)

7.1.4 รูป “ดินสอ” (แนวคำตอบ ธาตุคาร์บอน)

7.2 ขั้นทำกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา (7.5 ชั่วโมง)

7.2.1 ขั้นระบุปัญหา

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 9-10 คน แล้วสมมติสถานการณ์ของปัญหาเพื่อให้แต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียด ดังนี้ **“นักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทขายสื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำลังตรวจสอบสินค้าต่าง ๆ ในบริษัท พบว่าตารางธาตุที่ใช้เป็นสื่อการสอนในห้องเรียนมียอดขายค่อนข้างต่ำ อาจเป็นเพราะตารางธาตุไม่ได้รับการปรับปรุงมาเป็นเวลานาน มีความล้าหลังของข้อมูล (ธาตุบางตัวไม่มีข้อมูลลักษณะของธาตุ บางตัวไม่มีประโยชน์ที่พบในชีวิตประจำวัน) สิ้นไม่เชิญชวนให้เลือกซื้อ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องปรับปรุงตารางธาตุขึ้นมาใหม่ และเพื่อให้เข้ากับการเรียนในยุคปัจจุบันจึงต้องเพิ่มลูกเล่นที่สามารถเชื่อมต่อกับโลกออนไลน์ได้ นั่นคือในธาตุทุกตัวจะต้องมี QR code และต้องใช้ได้กับทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และไอโอเอส (IOS)”**

7.2.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล

7.2.2.1 นักเรียนทบทวนใบความรู้ เรื่องตารางธาตุ

7.2.2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตารางธาตุ

1) กิจกรรมที่ 2 ตารางธาตุรูปแบบต่าง ๆ

2) กิจกรรมที่ 3 สมบัติและประโยชน์ของธาตุ

3) กิจกรรมที่ 4 การสร้าง QR code

7.2.2.3 ครูแจกถังกระดาษเปล่าให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ถัง

7.2.2.4 แต่ละกลุ่มเลือกธาตุที่สนใจมากลุ่มละ 1 ธาตุ จากนั้นนำข้อมูลเกี่ยวกับธาตุที่นักเรียนเลือกมาสร้างสรรค์กับถังกระดาษที่นักเรียนได้รับ โดยทำตามเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่ครูตั้งไว้

7.2.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหา

7.2.3.1 นักเรียนทบทวนสถานการณ์ของปัญหา ใ้ความรู้และการสืบค้นมูลเพื่อทำการออกแบบตารางธาตุตามเงื่อนไขที่ครูกำหนดให้ (กิจกรรมที่ 5 รูปแบบตารางธาตุ D.I.Y.)

7.2.3.2 ครูอธิบายเงื่อนไขในการสร้างตารางธาตุ D.I.Y.

7.2.3.3 แต่ละกลุ่มแจ้งรายการวัสดุ-อุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างตารางธาตุ

7.2.4 ขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนร่วมกันทำตารางธาตุตามที่ได้ร่วมกันออกแบบไว้

7.2.5 ขั้นตอนการประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

7.2.5.1 นักเรียนทดสอบการใช้ QR Code และการแสดงผลต่าง ๆ ของธาตุทุกตัวที่นักเรียนสร้างขึ้น พร้อมทั้งทดสอบการใช้งานของกลุ่มอื่น ๆ

7.2.5.2 ครูตั้งคำถาม ตอบคำถามหรือแนะนำเพื่อช่วยนักเรียนตรวจสอบและปรับปรุงชิ้นงาน ตัวอย่างนักเรียนสามารถนำเอา QR Code ไปรวมกับรูปภาพได้หรือไม่ และหากต้องย่อขนาดของ QR Code ลงโทรศัพท์จะยังสามารถอ่าน QR Code ได้หรือไม่

7.2.5.3 ครูแนะนำเพิ่มเติม เพื่อการตรวจสอบการใช้งานของ QR Code ให้มีประสิทธิภาพควรใช้โทรศัพท์หลาย ๆ ยี่ห้อในการตรวจสอบ

7.2.6 ขั้นตอนการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

7.2.6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน พร้อมแนวคิดในการออกแบบ ขั้นตอนการทำ อุปสรรคและปัญหาในการสร้างชิ้นงาน พร้อมทั้งแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงาน หรือหากกลุ่มใดไม่ประสบผลสำเร็จในการทำชิ้นงาน ควรระบุสาเหตุพร้อมทั้งแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงาน

7.2.6.2 ครูตั้งคำถาม จากชิ้นงานที่นักเรียนได้นำเสนอ หากจะนำไปวางขายจริง นักเรียนจะปรับปรุงชิ้นงานเพิ่มเติมอย่างไร และปรับปรุงในลักษณะใด

7.3 ขั้นสรุปและขยายความรู้ (2 ชั่วโมง)

7.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปการทำกิจกรรม ดังนี้

7.3.1 สิ่งที่ได้รับจากการสร้างตารางธาตุ D.I.Y.

7.3.2 ครูสรุปบทเรียนเรื่องตารางธาตุ สมบัติและประโยชน์ของธาตุในชีวิตประจำวัน โดยใช้สื่อ power point

7.3.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ

8. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน
ความสำเร็จของชิ้นงาน	ใบประเมินชิ้นงาน	15
QR Code	ใบประเมินชิ้นงาน	10
ต้นทุนการผลิต	ใบบันทึกกิจกรรม	10
การออกแบบเชิงวิศวกรรม	ใบบันทึกกิจกรรม	20
การนำเสนอผลงาน	ใบประเมินการนำเสนอ	10
การบูรณาการความรู้เพิ่มเติม	ใบบันทึกกิจกรรม	15
การทำงานเป็นกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรม	10
การมีความคิดสร้างสรรค์	ใบประเมินชิ้นงาน	10

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ความสำเร็จของ ชิ้นงาน	สร้างชิ้นงานที่มี QR code ของธาตุครบทั้ง 20 ธาตุ มี ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติธาตุ โทษและประโยชน์ ครบถ้วน	สร้างชิ้นงานที่มี QR code ของธาตุครบทั้ง 10-19 ธาตุ มีข้อมูล เกี่ยวกับสมบัติธาตุ โทษ และประโยชน์ครบถ้วน	ไม่สามารถสร้างชิ้นงาน ที่มี QR code ของธาตุ ครบทั้ง 0-9 ธาตุ มี ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติ ธาตุ โทษและประโยชน์ ครบถ้วน
QR code	QR code ใช้งานได้ครบ ทั้ง 20 ธาตุ	QR code ใช้งานได้ 10-19 ธาตุ	QR code ใช้งานได้ 0-9 ธาตุ
ต้นทุนการผลิต	กลุ่มที่ใช้ต้นทุนน้อยที่สุด อันดับ 1	กลุ่มที่ใช้อยู่ในอันดับ 2 - 3	กลุ่มที่ใช้อยู่ในอันดับ 4 ขึ้นไป
การออกแบบเชิง วิศวกรรม	ให้เหตุผลในการออกแบบ ได้อย่างครบถ้วน ชัดเจน	ให้เหตุผลในการ ออกแบบได้บางส่วน	ไม่สามารถให้เหตุผลใน การออกแบบได้
การนำเสนอ ผลงาน	การนำเสนอเข้าใจง่ายและ มีความน่าสนใจ	การนำเสนอเข้าใจง่าย หรือการนำเสนอมีความ น่าสนใจ	ไม่สามารถนำเสนอได้
การบูรณาการ ความรู้สะสม	สามารถอธิบายความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยี เพื่อนำมาใช้ในการ ออกแบบผลงานได้ชัดเจน และถูกต้องครบทั้ง 4 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ ได้ชัดเจนและถูกต้อง 2 - 3 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ ได้ชัดเจนและถูกต้อง ด้านเดียว
การทำงานเป็น กลุ่ม	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมใน การทำงานและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกบางส่วนมีส่วน ร่วมในการทำงานและ บางส่วนมีการแลก เปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกบางส่วนไม่ได้มี การส่วนร่วมในการ ทำงานและแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
การมีความคิด สร้างสรรค์	ชิ้นงานมีลูกเล่น มีความ แปลกใหม่ และมีสีสันน่า ดึงดูด	ชิ้นงานมีลูกเล่น หรือมี ความแปลกใหม่ หรือมี สีสันน่าดึงดูด	ชิ้นงานไม่มีความแปลก ใหม่ ไม่มีลูกเล่น และไม่ มีสีสันน่าดึงดูด

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน 17 – 21 คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน 8 – 16 คะแนน	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 1 – 7 คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

*เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

9. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง ตารางธาตุ
2. ตัวอย่างตารางธาตุ D.I.Y.
3. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์การภาพ (เคมี)
4. Power point เรื่อง ตารางธาตุ
5. Power point เรื่อง สมบัติและประโยชน์ของธาตุในตารางธาตุ
6. ใบกิจกรรมสะเต็ม (STEM)

ภาคผนวก จ

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพ (เคมี) เรื่อง ตารางธาตุ

ข้อ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพ (เคมี) เรื่อง ตารางธาตุ (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1

ภาคผนวก ฉ
การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ ฉ.1 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนรายบุคคล

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		<g>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	20	26	0.60
2	17	19	0.15
3	15	23	0.53
4	12.5	19	0.37
5	15.5	17	0.10
6	14.5	25	0.68
7	10	24	0.70
8	10	18	0.40
9	13.5	20	0.39
10	9	21	0.57
11	14	20	0.38
12	16	22	0.43
13	14.5	25	0.68
14	9	17	0.38
15	8.5	21	0.58
16	13	23	0.59
17	11	17	0.32
18	11	25	0.74
19	14	23	0.56
20	9	23	0.67
21	13.5	27	0.82
22	7	22	0.65
23	9.5	18	0.41
24	8	18	0.45
25	15	21	0.40
26	13	24	0.65

ตารางที่ ๑.1 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนรายบุคคล (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		<g>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
27	14.5	23	0.55
28	12.5	20	0.43
29	13.5	19	0.33
30	8.5	21	0.58

ตารางที่ จ.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
ในข้อที่นักเรียนตอบถูกต้องแบบปรนัย ข้อ 1 -26

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		<g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	1	15	26	0.73
2	1	17	28	0.85
3	1	16	27	0.79
4	1	17	24	0.54
5	1	11	27	0.84
6	1	16	24	0.57
7	1	13	26	0.76
8	1	15	24	0.60
9	1	14	25	0.69
10	1	15	22	0.47
12	1	11	22	0.58
13	1	12	23	0.61
14	1	14	18	0.25
15	1	13	18	0.29
16	1	14	18	0.25
17	1	13	19	0.35
18	1	9	17	0.38
19	1	14	17	0.19
20	1	15	19	0.27
21	1	16	23	0.50
22	1	12	19	0.39
23	1	12	18	0.33
24	1	11	17	0.32
25	1	10	14	0.20
26	1	14	18	0.25

ตารางที่ ๓.3 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
ในข้อที่นักเรียนตอบถูกต้องแบบปรนัยพร้อมให้เหตุผล ข้อ 27 – 30

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		<g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
27	0.5	9	18	0.43
เหตุผล	0.5	0	21	0.70
28	0.5	12	24	0.67
เหตุผล	0.5	0	20	0.67
29	0.5	9	24	0.71
เหตุผล	0.5	0	18	0.60
30	0.5	10	24	0.70
เหตุผล	0.5	0	19	0.63

ภาคผนวก ช
บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่



มหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น
The Eastern University of Management and Technology
วิทยาลัยโปสิเทคโนโลยีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เลขที่ UMT-TAM-6 2-67/2020

วันที่ 24 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ตอบรับบทความวิจัย

เรียน ปริญวรรณ สุนทรักษ์, กานต์ตะวัน วุฒิสเลา

โดยหนังสือฉบับนี้ขอเรียนว่าบทความวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ (Enhancing grade 11 student's problem-solving skills by STEM Education in periodic table)

ผู้แต่งชื่อ ปริญวรรณ สุนทรักษ์, กานต์ตะวัน วุฒิสเลา ได้ผ่านระบบตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ โดย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผลการตรวจสอบระบุ Status "Completed" และ Similarity Index "0.00%" และผ่านการปรับแก้ไขและได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วสามารถนำเสนอผลงานวิชาการในการประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง คุณภาพของการบริหารจัดการและนวัตกรรม ครั้งที่ 6 (6th National Conference on Quality Management and Technology Innovation) ในวันที่ 28 พฤศจิกายน 2563 ณ ห้องประชุมพองจันทร์ ตึก President มหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ จันรัตน์)
บรรณธิการ



การประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง คุณภาพของการบริหารจัดการและนวัตกรรม ครั้งที่ 6
(6th National Conference on Quality Management and Technology Innovation)



749/1 ถนนขยายกรุง ต.ในเมือง
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000

749/1 Chayangkul Rd., Muang dist.
Ubonratchathani 34000

Tel : 0 4528 3770-2
Fax : 0 4528 3773

www.umt.ac.th



การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ
Enhancing grade 11 student's problem-solving skills
by stem education in periodic table

ปริญวรรณ สุนทรักษ์¹ และกานต์ตะวัน วุฒิสลา¹

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุดรราชธานี 34190

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเจาะจง แบบแผนการวิจัย คือ การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ตารางธาตุ, สะเต็มศึกษา, ทักษะการแก้ปัญหา



ABSTRACTS

The main purpose of this research were to develop the students' problem-solving skills and to compare learning achievement by using STEM Education in Periodic table. The participants were 30 students, purposive select from the populations of grade-11 students. Research design was a one-group pretest-posttest design. The research tools were the lesson plans of STEM Education in Periodic table, problem-solving skills tests, and achievement test. Research results showed that post-test score of students' problem-solving skills and learning achievement of students learning through STEM Education was statistically significantly higher than that of the pre-test score at p-value of 0.05.

Key words: *Periodic table, STEM Education, problem-solving skills*



บทนำ

ตารางธาตุเปรียบเสมือนบันไดขั้นแรกของวิชาเคมี ถือว่าเป็นความรู้พื้นฐานที่จะต่อยอดไปยังเนื้อหาเคมีในระดับที่สูงขึ้น และเนื่องจากตารางธาตุไม่ได้มีแค่สัญลักษณ์และชื่อของธาตุเท่านั้น เนื้อหาของเรื่องตารางธาตุยังแยกย่อยออกเป็นหัวข้อต่างๆ เช่น การแบ่งกลุ่มของธาตุในตารางธาตุ ความเป็นโลหะ-อโลหะของธาตุ สมบัติต่างๆ ของธาตุ การนำไปใช้ประโยชน์ เป็นต้น จากการจัดการเรียนการสอนเรื่องตารางธาตุ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดพื้นฐานและความเข้าใจ นักเรียนทราบแต่เพียงว่าสัญลักษณ์ธาตุนั้นมีชื่อว่าอย่างไรและสามารถใช้เป็นเพียงพื้นฐานแค่ในการเรียนหนังสือเท่านั้น ซึ่งมีแก่นักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่ทราบว่าธาตุต่างๆ เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันอย่างไร ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครู คือยังคงการสอนแบบดั้งเดิม คือการสอนแบบบรรยายในห้องเรียน สอนตามหนังสือ ไม่มีสื่อการสอน ทำให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้แบบท่องจำ ขาดกระบวนการเรียนรู้ การคิดวิเคราะห์ ส่งผลให้ไม่สามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาเรื่องอื่นๆ ในวิชาเคมีได้เลย

ด้วยเหตุนี้ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนจึงได้รับความสนใจและหาวิธีการที่จะพัฒนา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไปในด้านกระบวนการเรียนการสอน (มัลลิกา เกาพิจิตร, 2522 : 19) โดยมีเทคนิคและวิธีการสอนแบบใหม่ๆ เกิดขึ้นเพื่อช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2520 : 8) ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องทำให้นักเรียนเกิดความสับสนน้อยที่สุดซึ่งเป็นเรื่องท้าทายสำหรับผู้สอน หากนักเรียนเกิดความสับสนแล้วจะทำให้ให้นักเรียนสร้างแนวคิดที่คลาดเคลื่อนได้ง่ายจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ (Keith, 2002) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดผลสะท้อนที่ยั่งยืนแก่นักเรียน ครูจึงต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ก่อนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ผลจากการที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ขาดประสิทธิภาพส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะที่สำคัญประการหนึ่งที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทักษะกระบวนการที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาและการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาจะเกิดได้จากการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการคิด กระบวนการคิด ทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้และความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้คิดเป็นทำเป็นแก้ปัญหาด้วยตนเองและในระบบกลุ่มเพื่อปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสังคมสิ่งแวดล้อมเทคโนโลยีต่างๆ (ประเวศ วะสี, 2539: 31)

การจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเหมาะสมกับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 คือการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 4 วิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยเน้น

784

การประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง คุณภาพของการบริหารจัดการและนวัตกรรม ครั้งที่ 6 (6th National Conference on Quality Management and Technology Innovation)



การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้(สถาบันการสอนส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) นักเรียนจะได้ใช้องค์ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สู่การสร้างสรรค์และปรับปรุงนวัตกรรมขึ้นมาใหม่ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556 : น.49-56)

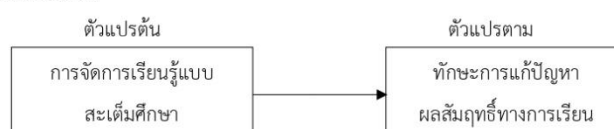
นอกจากกิจกรรมการเรียนรู้แล้วสื่อการสอนก็มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ดังทฤษฎีของกาเย่ โดยสื่อการสอนสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น ภาพ การ์ตูน หรือกราฟฟิคที่ดึงดูดสายตา ความอยากรู้อยากเห็นจะเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจในบทเรียน กระตุ้นความจำของนักเรียน (ราตรี พุทธิทอง, 2543) ซึ่งในปัจจุบันพบว่ามีการนำสมาร์ตโฟนเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้อย่างแพร่หลาย สามารถพบทบทวนบทเรียนออนไลน์ผ่านสมาร์ตโฟนได้ถือว่าการเรียนรู้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน สอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากการศึกษาพบว่ามีการใช้สื่อไอทีเพื่ออธิบายแบบจำลอง หรือสัญลักษณ์ในรูปแบบ 3 มิติซึ่งสามารถมองแบบจำลองผ่านแอปพลิเคชันของสมาร์ตโฟน(smartphone) ระบบแอนดรอยด์ (android) เช่น การใช้เทคโนโลยีเมนเดิลเรียลลิตีเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี (ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557) การใช้เทคโนโลยีออกเต็ดเรียลลิตีอธิบายเรื่องสภาพผิวของโมเลกุลโคเวเลนต์ (ไชยา พรหมโส และคณะ, 2558) การใช้สื่อประสม และแอปพลิเคชันตารางธาตุ ในเรื่องตารางธาตุ (นุชจิรา แดงวันสี และคณะ, 2559) การสร้างแอปพลิเคชันตารางธาตุแบบความเป็นจริงในรูปแบบจิ๊กซอว์ผ่านสมาร์ตโฟน (วัชรพงษ์ โกรตน์, 2560) และการเรียนรู้ตารางธาตุผ่านสมาร์ตโฟนด้วย QR code (Vasco D. B. Bonifácio, 2555) เป็นต้น จากงานวิจัยพบว่าการนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนสามารถช่วยให้นักเรียนมีการเรียนรู้ มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการนำเทคโนโลยีที่ใช้ร่วมกับสมาร์ตโฟนเข้ามามีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา(STEM Education) เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องตารางธาตุของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะ

การแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ

กรอบแนวคิดการวิจัย



785

การประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง คุณภาพของการบริหารจัดการและนวัตกรรม ครั้งที่ 6 (6th National Conference on Quality Management and Technology Innovation)



ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชานุมานวิทยาคม อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง ตารางธาตุ จำนวน 1 แผน ระยะเวลา 11 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ เป็นแบบปรนัยพร้อมบอกเหตุผล จำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน)

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีสถานการณ์ให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็นแบบปรนัย 1 ข้อ (4 คะแนน) และอัตนัย 2 ข้อ (24 คะแนน)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ การศึกษาวิจัยนี้เป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one group pretest - posttest design) โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง ตารางธาตุ แบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ

2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบปรนัย 1 ข้อ และอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ตารางธาตุ จำนวน 1 แผน ใช้เวลา 11 ชั่วโมง โดยมีการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 กิจกรรมการวิเคราะห์จากการกำหนดสถานการณ์

“นักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทขายสื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำลังตรวจสอบสินค้าต่างๆในบริษัท พบว่าตารางธาตุที่ใช้เป็นสื่อการสอนในห้องเรียนมียอดขายค่อนข้างต่ำ อาจเนื่องจากตารางธาตุไม่ได้รับการปรับปรุงมาเป็นเวลานาน มีความล้าหลังของข้อมูล(ธาตุบางตัวไม่มีข้อมูลลักษณะของธาตุ บางตัวไม่มีประโยชน์ที่พบในชีวิตประจำวัน) สีสันไม่เชิญชวนให้เลือกซื้อ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องปรับปรุงตารางธาตุขึ้นมาใหม่ และเพื่อให้เข้ากับการเรียนในยุคเทคโนโลยีจึงต้องเพิ่มลูกเล่นที่



สามารถเชื่อมต่อกับโลกออนไลน์ได้ นั่นคือในธาตุทุกตัวจะต้องมี QR code และต้องใช้ได้กับทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์(Android) และ IOS”

นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันระดมความคิด ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.2 กิจกรรมสืบค้นตารางธาตุรูปแบบต่างๆ

นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่และร่วมกันในการสืบค้นตารางธาตุในรูปแบบต่างๆผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ต

3.3 กิจกรรมสืบค้นสมบัติ ประโยชน์และโทษของธาตุ 20 ธาตุแรก

นักเรียนจับคู่เพื่อสืบค้นลักษณะ สมบัติทางกายภาพและทางเคมี ประโยชน์ของธาตุที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวัน นำเสนอในรูปแบบแผนผังความคิด

3.4 กิจกรรม QR Code

นักเรียนศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้าง QR Code ผ่านเว็บไซต์เพื่อนำมาสู่การสร้างตารางธาตุของนักเรียน

3.5 กิจกรรมการออกแบบตารางธาตุ D.I.Y.

นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบตารางธาตุจากเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ภายใต้วัสดุ-อุปกรณ์ที่ครูกำหนดให้

3.6 ประเมินชิ้นงาน

3.7 นำเสนอผลงาน (ตัวอย่างผลงานของนักเรียน ดังภาพที่ 1)

4. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตารางธาตุ แบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ

5. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบอัตนัยและปรนัยจำนวน 3 ข้อ

6. นำผลงานที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อใช้ในการสรุปและอภิปรายผลการทดลอง



ภาพที่ 1 ตัวอย่างตารางธาตุที่นักเรียนได้ออกแบบและการใช้ QR Code ของธาตุ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ตารางธาตุ มีวิธีการดังนี้

787

การประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง คุณภาพของการบริหารจัดการและนวัตกรรม ครั้งที่ 6 (6th National Conference on Quality Management and Technology Innovation)



1.1 หาค่าเฉลี่ย (X) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ตารางธาตุ

1.2 ทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ตารางธาตุ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยใช้สถิติการทดสอบทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group)

2. วิเคราะห์ข้อมูลของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีวิธีการดังนี้

2.1 ประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรม โดยให้คะแนนจากเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubric) โดยมีรายการประเมิน 4 รายการได้แก่ 1) ระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา 2) นิยามสาเหตุของปัญหา 3) แนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา 4) พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา

2.2 หาค่าเฉลี่ย (X) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3 ทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยใช้สถิติการทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group)

ผลการวิจัย

1. การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน

ตารางที่ 1 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบปรนัย จำนวน 1 ข้อ และอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ผลแสดงดังตารางที่ 1

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย							
		ข้อ 1 (อัตนัย)		ข้อ 2 (อัตนัย)		ข้อ 3 (ปรนัย)		รวม	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	ระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา	0.13	1.70	0.07	2.33	0.23	0.73	0.43	4.77
2	นิยามสาเหตุของปัญหา	0.97	1.93	3.00	3.00	0.53	1.00	4.50	5.93
3	แนวทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา	1.17	2.30	0.97	2.80	0.42	0.68	2.55	5.78
4	พิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา	0.93	3.00	1.00	3.00	0.67	1.00	2.60	7.00

788



ผลการประเมินในแต่ละข้อ	3.20	8.93	5.03	11.13	1.85	3.42	10.08	23.48
คิดเป็นร้อยละ	26.67	74.44	41.94	92.78	46.25	85.42	36.17	83.85

จากตารางที่ 1 การประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนจากเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubric) โดยมีรายการประเมิน 4 รายการ ผลการประเมินหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษาพบว่าทักษะการพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.00 รองลงมาคือทักษะการนิยามสาเหตุของปัญหามีคะแนนเฉลี่ย 5.93 ส่วนทักษะทางการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 5.78 และทักษะที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือทักษะการระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.77

ตารางที่ 2 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรม

	Pretest	Posttest	t-test	P
$\bar{X}$	10.08	23.48		
S.D.	2.70	1.87	29.57	.000
Percent	36.17	83.85		

จากตารางที่ 2 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ก่อนทำกิจกรรมพบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 10.38 คิดเป็นร้อยละ 37.08 และคะแนนเฉลี่ยหลังทำกิจกรรม 23.48 คิดเป็นร้อยละ 83.87

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

	Pretest	Posttest	t-test	P
$\bar{X}$	12.40	21.33		
S.D.	3.08	2.83	14.14	.000
Percent	41.33	71.11		

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ ก่อนเรียนพบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 12.40 คิดเป็นร้อยละ 41.33 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 21.33 คิดเป็นร้อยละ 71.11

789



สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ หลังทำกิจกรรมสูงกว่าก่อนทำกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตารางธาตุ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการวิจัย การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องตารางธาตุ ได้ผลการวิจัย ดังนี้

1. จากผลการทดสอบการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังทำกิจกรรมสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยทดสอบจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 3 สถานการณ์ ซึ่งก่อนการทำกิจกรรมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 10.38 คะแนน จากการวิเคราะห์การทำแบบทดสอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ไม่สามารถระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร จะแก้ปัญหาอย่างไร และไม่สามารถบอกได้ว่าผลของการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งหลังจากที่ได้รับการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้ามาช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ในการเรียนให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิธีแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันหาวิธีแก้ปัญหาและการดำเนินการค้นคว้าด้วยตนเอง ดำเนินการทดลองและร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้นี้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและออกแบบตารางธาตุด้วยตนเอง สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในสถานการณ์ต่างๆได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนันต์ ทะสุข (2557 :53) กล่าวว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อาจเนื่องมาจากสถานการณ์ยังไม่ครอบคลุมหรือน้อยเกินไป และนักเรียนมีความรู้สับสนซึ่งต้องใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ในแบบทดสอบน้อยเกินไป ซึ่งควรแก้ไขโดยเพิ่มการฝึกการวิเคราะห์ปัญหาให้มากขึ้น และให้นักเรียนไปสืบค้น เชื่อมโยงกับความรู้ด้านอื่นๆ (ศิริพิมล หงษ์เหมและสุเทพ อ่วมเจริญ, 2557) อย่างไรก็ตามภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทักษะการแก้ปัญหาซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 23.48 คิดเป็นร้อยละ 83.86

790



2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ตารางธาตุ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียนพบว่า ผลการทดสอบของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 12.40 คิดเป็นร้อยละ 41.33 เมื่อนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์พบว่า นักเรียนสามารถบอกได้แค่ธาตุมีชื่อและมีสัญลักษณ์อย่างไร แต่ไม่สามารถบอกสมบัติและประโยชน์ของธาตุได้ บอกได้แค่เพียงบางธาตุเท่านั้น เช่น คาร์บอน(C) – ถ่าน, เพชร แคลเซียม(Ca) – กระดูก,นม เป็นต้น ซึ่งเป็นธาตุที่พบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ภายหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถศึกษา สืบค้นข้อมูล สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้เรื่องราวจากสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และใช้กระบวนการกลุ่มทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่หลากหลาย เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน (นิตยา ภูผาบาง, 2559) อีกทั้งยังช่วยสร้างความเข้าใจทฤษฎีผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้(สถาบันการสอนส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งหากเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกถึงลักษณะ ข้อมูลและประโยชน์ของธาตุได้แล้ว มีความเข้าใจเพิ่มขึ้นในเรื่องของการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของธาตุ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558 :73) ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอกสารอ้างอิง

- ทิพย์วัลย์ ทองนอก,และกานต์ตะวัน วุฒิสเลา. (2562). การแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องพันธะโคเวเลนต์. ในคณะอนุกรรมการสาขาวิชาการบริหารธุรกิจ คณะกรรมการฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา (บ.ก.), *THE 11th NATIONAL ACADEMIC CONFERENCE OF 2019 "Professional management in a disruptive world"* (น.625-635). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.
- วัชรพงษ์ โกรธรัตน์. (2560). จิ๊กซอว์: ตารางธาตุแบบความเป็นจริงเสริมสำหรับการสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ. ใน ผศ.ดร.ประภาพรพรณ ไซยานนท์ (บ.ก.), *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 13(NCCIT2017)*, (น.111-122). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.



- วิไลลักษณ์ ผ่านเมือง. (2560). การจัดกิจกรรมเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี เรื่องพอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุกัญญา นาคอน. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องตารางธาตุ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคบัตรเกม (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- นันทชา อัมฤทธิ์. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จำลอง อบอุ่น. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- นัสรีนทร์ บือฮา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อนันต์ ธะสุข. (2557). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- ศิริพิมล หงษ์เหม และสุเทพ อ่วมเจริญ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ในผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.มาเรียม นิลพันธ์ (บ.ก.) วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, (น. 91-103). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Vasco D. B. Bonifacio. (2012). QR-Code Audio Periodic Table of the Element: A Mobile-Learning Tool. *Journal of Chemical education*, 89(1), 552-554.



Kei Fuchigami. (2016). Discovering Symmetry in Everyday Environments: A Creative Approach to Teaching Symmetry and Point Groups. *Journal of Chemical education*, 93, 1081–1084

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวปริญวรรณ สุนทรักษ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551 – 2555, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ การศึกษบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ - เคมี
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2557 – 2563, โรงเรียนชานุมานวิทยาคม อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเจริญ กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2563 – ปัจจุบัน, โรงเรียนอำนาจเจริญ อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเจริญ กระทรวงศึกษาธิการ
ตำแหน่ง	ครู อันดับ คศ.1 โรงเรียนอำนาจเจริญ อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ อีเมล parinwans@gmail.com